

ДНІПРОПЕТРОВСЬКИЙ ОРДЕНУ ТРУДОВОГО ЧЕРВОНОГО ПРАПОРУ
МЕТАЛУРГІЙНИЙ ІНСТИТУТ

На правах рукопису

НІЗНЕВ Костянтин Георгієвич

РОЗРОБЛЕННЯ ТЕХНОЛОГІЇ ЗДОБУТКУ НИЗЬКОСІРЧАСТОЇ
КОНВЕРТОРНОЇ СТАЛІ, ЗАСНОВАНОЇ НА ЗАСТОСУВАННІ
ПЛАНІВ БАГАТОКРАТНОГО ВИКОРИСТУВАННЯ

Спеціальність 05.16.02 "Металургія чорних металів"

Автореферат
дисертації на здобуття вченої ступені
кандидату технічних наук

Дніпропетровськ, 1992



Робота виконана на кафедрі металургії сталі Дніпропетровського металургійного інституту.

Науковий керівник:

чл.-корр. АН України, доктор технічних наук
професор Багизманський В.І.

Офіційні опоненти:

доктор технічних наук, лауреат премії
Ради Міністрів СРСР, державної премії
України

кандидат технічних наук

Віхлевчук В.А.

Бембинек Д.Б.

Провідна установа - ДМК ім.Дзержинського

Захист відбудеться "22" грудня 1992р. в 12 час.
30 хв. на засіданні спеціалізованої вченої ради К 068.02.01
по присудженню вченої ступені в галузі металургії чорних металів при Дніпропетровському металургійному інституті /320635,
м.Дніпропетровськ, пр.Гагаріна,4/

З дисертацією можна ознайомитися у бібліотеці інституту.

Автореферат розісланий 20 листопада 1992р.

Вчений секретар спеціалізованої
ради, канд. техн. наук, доцент

Д.С.Паніотів

Актуальність роботи.

Сучасний період розвитку металургійної промисловості відзначається безперервним підвищенням вимог до якісних показників виробленої продукції. Найважливішим фактором, який визначає корінне поліпшення міцносних та експлуатаційних характеристик металопродукції, є зниження концентрації шкідливих домішок, зокрема сірки до 0,005% та менше. При забезпеченні такої низької концентрації сірки у сталі різко підвищується її корозійна стійкість, пластичність, втомна міцність, ударна в'язкість. Проблема одержання стабільно низької концентрації сірки у сталі особливо вагомим при переході до розливки сталі на МЕЛЗ.

У цьому зв'язку важливими та актуальними уявляються дослідження, направлені на розробку нових економічних технологій одержання низькосірчатої $< 0,005\% S$ сталі масового сортаменту, у тому числі за рахунок одноразової обробки металу рідким шлаком на основі дешевих і недефіцитних матеріалів, з циклічною регенерацією десульфуріруючих властивостей останнього.

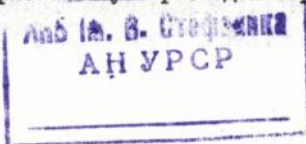
Мета роботи:

- 1/ вивчити термодинамічні закономірності процесу десульфурзації сталі при її взаємодії з рідким рафінувальним шлаком;
- 2/ розробити технологію приготування рафінувального шлаку на основі доменного або іншого та визначити можливість його багаторазового використання;
- 3/ розробити технологічні основи десульфурзації сталі попередньо підготовленим шлаковим розплавом;
- 4/ визначити ступінь використання десульфуріруючої здатності шлакового розплаву при реалізації розробленої технології;
- 5/ визначити тип футеровки, найбільш стійкої до впливу шлаків досліджуемого складу.

Наукова новизна

Розроблений та випробуваний у напівпромислових умовах новий спосіб глибокого знесірчування сталі в агрегаті конверторного типу шлаком багаторазового використання, який готували на основі недефіцитних матеріалів /доменного і кінцевого конверторного шлаків/. Установлені фізико-хімічні особливості даного процесу.

Показано, що при розроблених режимах уведення газів знизу в агрегат-десульфуратор конверторного типу - розподіл сірки в сис-



темі метал-шлак близько до рівноважного.

Практична цінність роботи

При реалізації розробленої технології у напівпромислових умовах при одноразовій обробці сталі рідким шлаком досягнуто кінцевої концентрації сірки у сталі $< 0,001\%$. Такі результати у світовій практиці не досягались. У промислових умовах передбачається 4-6 кратне використання десульфуруючого шлаку. Встановлено, що найкращі технологічні і техніко-економічні результати досягаються при використанні рафінувального розплаву на основі доменного шлаку.

Показано, що пекомагнезитові та високоглиноземисті вогнетриві найкращим чином відповідають умовам технології обробки сталі рідким шлаком в агрегаті конверторного типу.

Реалізація результатів роботи. Результати роботи реалізовані в проєкті нового конверторного цеху меткомбінату "Запоріж-сталь" і можуть бути використані в конверторних цехах при наявності резервних потужностей або при здійсненні технології десульфурзації сталі шлаковим розплавом в спеціальному "активному" ківші.

Публікації. Основні результати роботи викладені у 6 наукових публікаціях та I авторським свідченні на винахід.

Обсяг роботи

Дисертація складається із вступу, 9 розділів і висновків, які мають у собі 97 сторінок машинописного тексту, 19 малюнків, 25 таблиць, додатку та списку використаної літератури із 66 найменувань.

Зміст роботи

I. Сучасні технології здобутку низькосірчатої сталі

В огляді літератури стисло розглянуто існуючі технологічні схеми здобутку особонизькосірчастих $< 0,005\% S /$ сталей. Аналіз сучасних технологій показав, що всі вони засновані на багатоступінчастих схемах із застосуванням дефіцитних і коштовних матеріалів, попередньої десульфурзації чавуну і використанням чистого по сірці оборотного брухту у шикті конверторної плавки, ретельним скочуванням шлаку з поверхні металу поперед кожної обробки; вимагають спеціальних агрегатів типу піч-ківш, забезпечуючих можливість підогріву металу та його перемішування, вдування у рідкий метал порошокподібних реагентів, створення вакууму і використовуються для виробництва сталей відповідального сортаменту.

У світовій практиці сталеплавильного виробництва з метом

зниження вартості обробки, розширення сировинної бази і підвищення рафінувальної здібності шлакових розплавів продовжується пошук нових початкових матеріалів, способів їх підготовки і вживання для обробки металу. Однак при обробці сталі рідкими десульфурірующими шлаками, виготовленими з вживанням відходів виробництва чорної і кольорової металургії до наступного часу не вдалося досягнути ступені десульфурзації сталі більш 50-60%. Виймання сірки тільки із чавуну навіть до значно низьких її концентрацій не дозволяє вирішити завдання здобутку особливонизькосірчатої сталі, із-за забруднення металу сіркою інших шихтових матеріалів.

У цьому зв'язку уявляється перспективним розробка технологій виробництва низькосірчатої конверторної сталі за рахунок її одноразової обробки рідким шлаковим розплавом, виготовленим, із дешевих і недефіцитних матеріалів, з циклічною регенерацією десульфуріруючих властивостей шлаку і багатократним вживанням останнього.

2. Лабораторні дослідження технології обробки сталі рідкими шлаковими розплавами багаторазового вживання

Дослідження процесів підготовки шлакового розплаву, десульфурзації сталі і відновлювання рафінувальних властивостей шлаку проводили в умовах напівпромислової лабораторії кафедри металургії сталі Дніпропетровського металургійного інституту.

Основою для приготування десульфуріруючого шлаку були вибрані остатні шлаки доменного або конверторного виробництва, іншими компонентами шихти були - шлак виробництва вторинного алюмінію, відсів алюмінієвої стружки, а також вапно. У табл. I приведені випробовані склади шихти для виплавки шлаку.

Таблиця I.

Склад шихти для виплавки шлаку, мас. %

Компоненти № шлаку	Вапно	Конвертор- ний шлак	Доменний шлак	Відсів Al - стружки	Шлак вироб- ництва вто- ринного
1	55	-	-	15	30
2	15	-	60	25	-
3	-	90	-	10	-
4	-	37,5	50	-	12,5

Розплавлення шлаку здійснювали у спеціальному футерованому барабані, обладнаному двома повітряно-паливними пальниками. Після цього шлак знесірчували і додатково нагрівали в І-т конверторі за рахунок киснево-паливної продувки знизу. Тривалість підготовки

шлаку в конверторі складала 10-15 хв. Витрати природного газу та кисню тримали на рівні 1 і 2 м³/хв відповідно. По досягненні температури шлаку №2-4/ 1620-1650°С з метов інтенсифікації процесу виймання сірки із шлакового розплаву витрату кисню протягом 1 хв. підвищували у 1,05-1,2 рази. Рафінувальні шлаки №2-4 перед обробкою сталі розкислювали відсівами алюмінієвої стружки. Кількість шлаку, підготовленого для обробки сталі складала 150-200 кг.

Призначену до обробки сталь виплавляли у 3-т дуговій електропечі. Розкислення сталі проводили фер-осіліцієм, фер-омарганцем та алюмінієм. Витрата алюмінію - 0,2-0,5 кг/т сталі. Сталь масою 900-1000 кг зливали на підготовлений у конверторі шлак і запроваджували їх перемішування подачею аргону знизу з витратою 0,3-0,5 м³/хв протягом 4-5 хв. Після цього сталь зливали у ківш, а залишившись у конверторі шлак знову продували киснево-паливним факелом.

В табл.2 подані склади шлаків, підготовлених із вихідних матеріалів /чисельник/ і після регенерації його десульфуріруючих властивостей /знаменник/. Відзначається підвищення концентрації MgO, що обумовлено зносом футеровки агрегату.

Таблиця 2

Склад шлакового розплаву, підготовленого до обробки сталі

№ шлака!	Концентрація компонентів, ваг. %					
	CaO	SiO ₂	Al ₂ O ₃	MgO	FeO	S
1	47,9	3,6	34,9	11,5	0,6	0,082
	42,5	5,2	34,6	16,5	1,1	0,091
2	45,0	21,9	21,2	10,6	0,95	0,123
	41,4	19,8	21,7	15,0	1,2	0,105
3	49,4	20,3	16,0	11,2	0,8	0,060
	46,0	18,1	17,4	15,9	1,15	0,078
4.	42,5	24,8	16,8	12,9	0,51	0,098
	40,8	23,8	17,7	16,5	0,76	0,069

Результати проведених експериментів показали можливість ефективного повторного використання шлакового розплаву для десульфурізації сталі. При обробці шлаком №1 досягнуто зниження концентрації сірки у сталі з 0,025% до 0,004% і з 0,034% до 0,009% при первинному и повторному його використанні, ступінь десульфурізації - 84% і 74% відповідно; при обробці шлаком №2 - з 0,030% до 0,009% і з 0,036% до 0,016%, ступінь десульфурізації - 70% і 58%; при обробці шлаком №3 - з 0,025% до 0,004% і з 0,025% до

0,005%, ступінь десульфурації - 84% і 80%; при обробці шлаком №4 з 0,028% до 0,003% і з 0,022% до 0,004%, ступінь десульфурації - 89% і 82%.

3. Напівпромислові дослідження

Напівпромислові дослідження проводились в умовах НПО "Тулачермет". При проведенні досліджень використовували дослідно-промисловий ІО-т конвертор, обладнаний трьома донними фурмами типу "труба у трубі", з діаметром центрального сопла 0,015 м, шириною кільцевого каналу 0,0025 м; 3-т і 6-т дугові електросталеплавильні печі, сталквіші місткість ІО т.

Дослідно-промисловий конвертор футеровали на першій серії дослідних плавок хромомagneзитовою цеглою, на наступних - магнезитовою. Подину та откоси електропечей футеровали магнезитовою цеглою, стіни та склепіння - хромомagneзитовою.

Для здобутку рідкого шлакового розплаву використовували такі ж матеріали, як і при лабораторних експериментах, але без конверторного шлаку. Крім того, в шихту вводили високоглиноземистий напівпродукт такого складу, %: CaO - 20,0; SiO_2 - 2,0; FeO - 1,0; MgO - 2,0; Al_2O_3 - 65,0.

Рідкий шлак-десульфуратор розкислювали невеликими домішками відсіву алюмінієвої стружки та розріджували плавиковим шпатом. Було проведено три серії дослідних плавок. На усіх дослідних плавках маса оброблюваного металу складала 6,0±0,2 т, маса рафінувального шлаку - 2,0±0,1 т.

В першій серії, на двох дослідних плавках підготовка рафінувального первинного шлаку проводилась з використанням твердих матеріалів в конверторі, а сталь виплавлялась в 6-т електродуговій печі. В конвертор завантажили вапно і шлак виробництва повторного алюмінію в співвідношенні 2:1. Розплавлення та нагрів шлакового розплаву до температури 1700°C здійснювали киснево-паливним факелом через три донні фурми. Витрати природного газу і кисню складали відповідно 5,0-7,0 та 13,0-16,0 м³/хв. Тривалість підготовки першої порції шлаку - 45 хв.

Сталь Зсп при зливі в ківш додатково розкислювали алюмінієм в кількості 0,4 кг/т сталі.

Поперед зливом металу на шлак їх температури складали 1580 та 1680°C відповідно. Сталь зі шлаком перемішали в конверторі продувкою аргонем з витратою 2,5 м³/хв, протягом 3-х хв. По закінченні перемішування температура металу складала 1590°C. Сталь випус-

тили в ківш, а залишившийся у конверторі шлак піддавали підготовці до повторного його використання.

Шлак нагрівали протягом 9 хв з витратою природного газу і кисню в кількості 4,7 і 12 м³/хв відповідно, при цьому досягли температури 1720°C. Сталь в електропечі повторно нагріли до 1640°C і при зливі її в ківш додали на штангі 0,5 кг алюмінію. Перед зливом сталі в конвертор додали на шлак 50 кг плавикового шпату і 50 кг відсіву алюмінієвої стружки. Сталь та шлак при повторній обробці перемішували продувкою аргоном з такими ж витратами, як і на першій плавці протягом 2,7 хв.

Результати досліджень по підготовці шлаку і рафінуванню металу подані у табл.3

Таблиця 3

Хімічний склад шлакового розплаву
і сталі*

Склад шлаку, % ваг.				! Склад сталі, % ваг.							
CaO	SiO ₂	Al ₂ O ₃	MgO	FeO	Cr ₂ O ₃	S	C	Mn	Si	S	Al
47,25	3,0	32,93	12,01	0,92	2,03	0,009	0,17	0,44	0,19	0,044	-
42,32	4,4	29,75	14,06	3,53	2,90	0,078	0,16	0,42	0,15	0,021	0,024
37,70	5,01	29,40	20,85	1,51	3,75	0,022	0,19	0,49	0,23	0,037	-
29,55	5,32	25,12	28,53	4,43	5,10	0,058	0,18	0,49	0,21	0,025	0,020

* в чисельнику склад шлаку і металу - до обробки, в знаменнику - після.

Поза насичення шлаку оксидами хрому та магнію високих показників десульфуратції не досягли.

На другій серії плавок /2 плавки/ первинну підготовку шлаку проводили в 3-т дуговій електропечі з вапна /1950 кг/ і шлаку виробництва повторного алюмінію /1050 кг/. По досягненні температури шлаку - 1650-1700°C його випускали в ківш і зливали в конвертор. Подальша підготовка шлаку в конверторі і обробка сталі, виплавленої в 6-т електродуговій печі, у тому числі регенерація десульфуріруючої здібності шлакового розплаву і повторна обробка сталі проводилась з такими ж технологічними параметрами, як і в першій серії.

Результати досліджень подані в табл.4.

Таблиця 4

Змінювання складу шлаку і металу в процесі обробки*

CaO	Склад шлаку, %						Склад сталі, %						
	SiO ₂	Al ₂ O ₃	MnO	FeO	Cr ₂ O ₃	S	C	Mn	Si	S	P	Je	
50,73	4,41	35,14	6,85	0,76	0,41	0,09	0,33	0,45	0,21	0,038	0,022	-	
48,91	5,23	33,09	7,92	2,34	0,40	0,154	0,31	0,44	0,19	0,014	0,023	0,032	
48,32	6,04	32,70	9,86	0,89	0,52	0,095	0,19	0,42	0,17	0,024	0,014	-	
48,01	6,95	31,40	11,03	2,20	0,52	0,141	0,18	0,42	0,16	0,009	0,014	0,024	

Таблиця 5

Змінювання складу шлаку і металу в процесі обробки*

№ обробки	Склад шлаку, %							Склад сталі, %					
	SiO ₂	CaO	Al ₂ O ₃	MnO	FeO	MnO	S	C**	Mn	Si	S	P	Je
1	6,5	44,8	35,4	10,83	0,28	0,52	0,010	0,22	0,41	0,19	0,020	0,027	-
	7,4	39,9	33,5	17,00	0,90	0,80	0,068	0,21	0,43	0,17	0,0005	0,025	0,06
2	8,1	36,4	33,0	20,20	0,55	0,90	0,044	0,21	0,40	0,20	0,025	0,024	-
	8,6	33,5	33,1	22,10	1,15	0,96	0,162	0,23	0,40	0,21	0,005	0,029	0,051
3	9,6	43,1	20,12	25,38	0,48	0,23	0,010	0,24	0,32	0,27	0,023	0,021	-
	9,6	40,29	21,07	26,01	1,22	0,24	0,079	0,25	0,28	0,29	0,0004	0,019	0,07
4	8,4	39,93	21,43	28,82	0,87	0,20	0,016	0,23	0,30	0,30	0,028	0,020	-
	8,2	38,30	20,60	29,94	2,26	0,23	0,095	0,34	0,35	0,32	0,0017	0,023	0,071

* Перші склади шлаку і металу відповідають складам до обробки, другі - після

** Концентрація вуглецю збільшилась після обробки шлаком імовірно за рахунок влучення зі шлаком електродного бсю /додавали в дугову піч для загорання дуги/

В третій серії експериментів одержані і випробувані при обробці ще 2 типа шлаку. Один шлак готували із високоглиноземистого напівпродукту та вапна, другий - з доменного шлаку та вапна, який далі будемо називати вапняно-сілікатним. З метою підвищення ефективності десульфурзації підвищили кількість доданого в сталь при розкисленні алюмінію до 1,5 кг/т. Повніше розкислювали шлак перед обробкою сталі відходами алюмінію /8,3 кг/т шлаку/ і додавали в нього плавиковий шпат у кількості 15 кг/т шлаку.

Результати досліджень подані у таблиці 5. Перші дві обробки відбивають результати десульфурзації сталі вапняно-глиноземистим шлаком, обробки №3 і 4 - вапняно-сілікатним.

Аналіз і зіставлення результатів досліджень дали можливість зробити такі висновки:

1/ При обробці сталі рідкими шлаками у конверторному агрегаті з донною продувкою /із співвідношенням маси шлаку і сталі $\sim 0,3$ / можливо досягнення низько- та особливо низькосірчатої сталі. Особливо ефективні вапняно-сілікатні рафініровочні шлаки, здобуті на основі доменного з додатками вапна та відсіву алюмінієвої стружки.

2/ Для досягнення високої ступені десульфурзації /більше 85%/ при обробці сталі необхідно, щоб концентрація залишкового алюмінію у металі складала не менш 0,04%.

3/ При глибокому розкисленні сталі на двох плавках одержаний унікальний результат: зниження концентрації сірки з 0,020-0,025% до 0,0004-0,0005% при одноразовій обробці.

4/ Застосування хромомagneзитової футеровки у конверторному агрегаті-десульфураторі недоцільно. Шлаки насичуються оксидами хрому та магнію, в результаті чого підвищуються їх в'язкість та поверхневий натяг.

4. Вибір та обґрунтування методики розрахунку рівноважного коефіцієнту розподілу сірки між металом та шлаком. Оцінка ступені наближення системи метал - шлак до рівноваги при обробці металу шлаком у агрегаті конверторного типу з донною продувкою.

Для аналізу термодинамічних закономірностей процесу перерозподілу сірки між металом і шлаком були вибрані наступні методики розрахунку рівноважного коефіцієнту розподілу сірки, по різному

уявляючі реакції десульфурзації металу шлаковими розплавами:

1/ методика І.С.Кулікова

$$\lg L_s = 2.55 \cdot B - 2.07 + \lg (f_{[S]} \cdot P_{CO}) ,$$

де P_{CO} - парціальний тиск CO; $f_{[S]}$ - коефіцієнт активності сірки у чавуні; B - узагальнений показник основності шлаку;

2/ методика М.М.Чуйко

$$L_s = 2.3 \cdot (CaO)_{сб} / (FeO) ,$$

де $(CaO)_{сб} = (CaO) + 56 \cdot (MgO) / 40 - 2.56 \cdot (SiO_2) / 60 - 56 \cdot (Al_2O_3) / 102$;
 (CaO) , (MgO) , (FeO) , (SiO_2) , (Al_2O_3) -

- концентрація в шлаці відповідно оксиду, %;

3/ методика, заснована на іонній теорії будови шлакових розплавів

$$L_s = \frac{32 \cdot K_s \cdot \sum (n^+) \cdot \sum (n^-) \cdot f_{[S]}}{n_{(FeO)} \cdot \delta_{(Fe^{2+})} \cdot \delta_{(S^{2-})}} ,$$

де $\sum (n^+) = n_{(CaO)} + n_{(MgO)} + n_{(MnO)} + n_{(FeO)}$; $\sum (n^-) = \sum (n^-) -$

$n_{(SiO_2)} - n_{(FeO)} - n_{(Al_2O_3)} + n_{(Fe_2O_3)} + n_{(S)}$; $n_{(CaO)}$, $n_{(MgO)}$,

$n_{(MnO)}$, $n_{(FeO)}$, $n_{(SiO_2)}$, $n_{(Fe_2O_3)}$, $n_{(Al_2O_3)}$, $n_{(S)}$ -

мольна доля відповідного компоненту у шлаці; $\delta_{(Fe^{2+})} \cdot \delta_{(S^{2-})} = \delta_{(FeS)}$ - коефіцієнт активності сірки у шлаці, для знаходження $\delta_{(FeS)}$ використовували методику Е.Г.Сабірянова, а також методики Чіпмена та співробітників і розрахунок по теорії досконалих іонних розчинів, з обліком поправки А.М.Самаріна і Л.А.Шварцмана, призначені для розрахунку $\delta_{(FeO)}$, тому що $\delta_{(FeO)}$ не дуже відрізняється від $\delta_{(FeO)}$ і у першому приближенні може бути охоплена тими ж емпіричними рівняннями;

4/ методика А.Г.Пономаренко;

5/ методики, засновані на понятті сульфідної місткості шлакового розплаву

$$\lg L_s = (-770) / T + 1.15 + \lg C_s - \lg a_{[S]} + \lg f_{[S]} ,$$

при цьому сульфідну місткість шлакового розплаву оцінювали за допомогою формул:

- Юнга та Кларка:

$$\lg C_s = -5.57 + 1.39 \cdot B + 0.00158 \cdot (t - 1500) ,$$

де

$$B = [(CaO) + 0.7 \cdot (MgO)] / [0.94 \cdot (SiO_2) + 0.18 \cdot (Al_2O_3)] ;$$

- І.Д.Сомервіля:

$$\lg C_s = (22690 - 54640 \cdot A) / T + 43.6 \cdot A - 25.2 ,$$

де Λ - оптична основність шлаку.

У вигляді масиву експериментальних даних по вивченню рівноважного розподілу сірки взяті найбільш повні, на наш погляд, результати дослідів І.С.Кулікова, Тейлора і Стобо, Філера і Даркена по рівноважному розподілу сірки у системі металічні Fe - C розплави - малоосновні шлаки.

В результаті зіставлення експериментальних і розрахункових рівноважних коефіцієнтів розподілу сірки встановлено, що процес розподілу сірки між Fe - C розплавом і рідким шлаком найкращим чином описують методики І.С.Кулікова, Юнга і Кларка.

У зв'язку з важкістю проведення аналізу на адекватність описання процесу рівноважного розподілу сірки між сталлю і шлаком більшістю вищеприведених методик та невеликого обсягу напівпромислових експериментальних даних, оцінка ступені наближення до рівноваги реакцій десульфурації металу рідкими шлаковими розплавами в агрегаті конверторного типу проводилась спочатку по даним, здобутим при обробці чавуну в ІО-т конверторі НПО "Тулачермет", а потім по результатам досліджень, проведених на І-т і ІО-т конверторах. Співвідношення експериментальних та розрахункових коефіцієнтів розподілу сірки L_s^c та L_s^r подані на мал.І. Здобуті результати дозволяють зробити висновок про те, що розподіл сірки між металом та шлаком при їх інтенсивному перемішуванні у агрегаті конверторного типу з донною продувкою близько до рівноважного.

5. Дослідження на промисловому конверторі 250-т.

Виробничі схеми процесу.

Промислові дослідження в 250-т конверторах ДМК ім.Дзержинського проведені з метою перевірки можливостей підготовки шлакового розплаву в великому агрегаті.

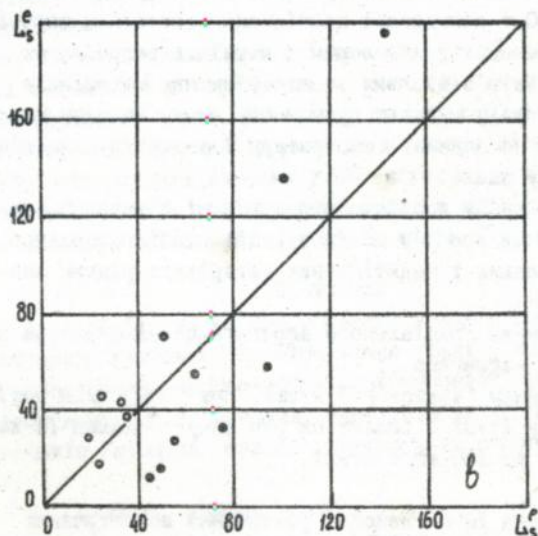
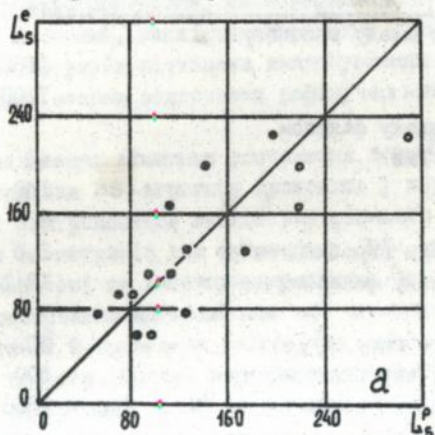
Основні параметри процесу підготовки шлаку подані в таблиці 6.

В результаті досліджень одержано шлак слідуючого складу:

CaO 47,22% ; SiO_2 24,84% ; Mn_2O_3 15,46% ; MgO 10,78% ;

MnO 0,52% ; FeO 0,73% ; S 0,16% .

Співвідношення між експериментальними L_s^e і розрахунковими L_s^p коефіцієнтами розподілу сірки



мал. I

- а - обробка чавуну, значення L_s^p розраховані по методиці
 • - Днга і Кларка; • - І.С.Кулікова
 в - обробка сталі, значення L_s^e одержані при обробці сталі
 • - у ІО-т конверторі; • - у І-т конверторі.

Таблиця 6

Основні параметри обробки шлаку
в 250-т конверторі ДМК ім. Дзержинського

1. Температура доменного шлаку в конверторі:	
- перед обробкою, °C	1150
- після обробки, °C	1700
2. Витрата при обробці шлаку факелом	
- природного газу, м ³ /хв	40
- кисню, м ³ /хв	140
- вапна, т	6,0
- відходів алюмінієвого виробництва, т	2,5
3. Тривалість обробки шлаку факелом, хв	13'16"
4. Розкислювання шлаку:	
- витрата нейтрального газу, м ³ /хв	80
- витрата відходів Al-виробництва, кг	500
- температура шлаку після розкислення, °C	1660

Проведені в 250-т конверторі дослідження дозволили перевірити у промислових умовах і підтвердити вірність розроблених режимів підготовки шлаків з дешевих та недефіцитних матеріалів для десульфуратії сталі, вказали принципову змогу нагріву шлаку у 250-т конверторах до заданої температури і значного зниження концентрації сірки у шлакі.

На основі проведених досліджень розроблені і рекомендовані дві технологічні схеми процесу десульфуратії сталі попередньо підготовленим із дешевих і недефіцитних матеріалів рідким шлаковим розплавом:

1/ з використанням спеціального агрегата-десульфуратора конверторного типу DS -агрегата ;

2/ з використанням "активного" ківша, при цьому шлак готується у спеціальному ківші і подається під випуск плавки із конвертора в кількості до 150 кг/т сталі.

6. Дослідження інтенсивності розчинення вогнетривих виробів при взаємодії зі шлаком дослідного складу

Вивчення інтенсивності розчинення футеровки, контактувочої з рідким шлаковим розплавом дослідного складу, проводили в лабо-

раторних умовах методом обертового диску. Дослідження піддавались наступні види вогнетривів: магнезитовий, пекомагнезитовий, периклазохромитовий, хромопериклазовий, смолодоломітомагнезитовий, шамотний, високоглиноземистий /концентрація Al_2O_3 72%/ . Зразки вогнетривів піддавали випробуванням при складах шлаків, відповідних етапам підготовки рафінувального шлаку і обробки сталі.

Дослідження кінетики розчинення вогнетривів показали, що знос футеровки DS-агрегату проходить у внутрішньодифузійному режимі і контролюється ланкою внутрішнього масопереносу; із промислових вогнетривів для футеровки DS-агрегату рекомендуються пекомагнезитові та високоглиноземисті /їх знос мінімальний/, можливо застосування магнезитових або смолодоломітомагнезитових.

У главі 9 проведена екологічна оцінка розробленого технологічного процесу. Подані параметри відходящих газів із DS-агрегату при підготовці шлаку та обробці сталі. Показано, що сучасні технології забезпечують глибоку /до 99%/ очистку газів від діоксиду сірки.

У главі 10 проведена оцінка економічної ефективності розробленої технології у порівнянні з існуючою при виробництві особливо-низькосірчатої сталі. Показано, що загальна економічна ефективність виробництва сталі з низькою концентрацією сірки / $\leq 0,005\%$ / її обробкою рідкими шлаками у DS-агрегаті у порівнянні з технологією виробництва конверторної сталі з обробкою синтшлаками буде складати 5,542 крб/т сталі /у цінах 1990 року/.

Висновки

1. Розроблений та випробуваний у напівпромислових умовах новий метод глибокого знесірчування сталі у конверторі, обладнаному пристроями верхньо-донної газокисневої продувки, шлаками багатократного використання, здобутими на основі недефіцитних матеріалів /кінцевих шлаків доменного та конверторного виробництва/.

2. Сутність методу полягає у спеціальній підготовці доменного або конверторного шлаків /виведення сірки із шлаку, коректування його складу/ та послідувочої обробки рідкого металу шлаковим розплавом у спеціальному агрегаті конверторного типу з інтенсивним перемішуванням рідкої ванни інертним газом. Найважливішими особливостями процесу є багатократне використання шлакового розплаву, підвищене співвідношення мас рафінувального шлаку і ста-

лі в порівнянні із звичайною технологією обробки сталі синтшлакми та інтенсивне перемішування рідких фаз.

3. Визначено оптимальний склад шлакового розплаву, %: CaO - 48,0+50,0; SiO_2 - 18,0+20,0; Mn_2O_3 - 18,0+20,0; MgO - 10,0+15,0; FeO < 0,7; S - 0,05+0,06.

4. Досягнуто унікального результату у зниженні концентрації сірки у сталі з 0,020-0,030% до 0,0004-0,0005% за рахунок її одноразової обробки рідким шлаковим розплавом.

5. Показано, що для досягнення високих показників десульфурзації сталі необхідно, щоб концентрація в останній залишкового алюмінію було не нижче 0,04%.

6. Встановлено, що в умовах проведених досліджень і відроблених режимів продувки рідкої ванни нейтральними газами знизу система метал-шлак близька до рівноваги по сірці.

7. Показано, що процес розчинення вогнетривів при контакті зі шлаковим розплавом дослідного складу протікають у внутрішньодифузійному режимі.

8. Для футеровки DS-агрегату рекомендується вживання пекомагнезитових і високоглиноземистих вогнетривів, можливо також використання магнезитових та смолодоломітових.

9. Намічено впровадження технології у новому киснево-конверторному цеху металургійного комбінату "Запоріжсталь".

Основний зміст дисертації відображено у наступних роботах:

1. А.с. 1387434 МКИ С21С 7/064. Спосіб обробки сталі /В.И. Баптизманский, Б.М.Бойченко, К.Г.Низяев и др.

2. Производство особонизкосернистой стали /В.И.Баптизманский, Б.М.Бойченко, К.Г.Низяев и др.//Техн.переворужение и внедрение нов.ресурсосберегающих технол. в электроплавильном пр-ве: 3 респ. науч.-техн. конф.: Тез.докл./Укр.респ. правл. Всес. НТО чер. металлургии и др. -Днепропетровск, 1989, -с.37, -рус.

3. Технологические варианты внеагрегатной десульфурации металла металлургическими шлаковыми расплавами в агрегате конвертерного типа /В.И.Баптизманский, К.Г.Низяев, В.П.Черевко и др.//Совершенствование металлургической технологии в машиностроении: II всес.науч.-техн. конф. с участ. иностр. спец.: Тез.докл./Госуд.ком. по науке и техн. и др. -Волгоград, 1991 -с.77-78, -рус.

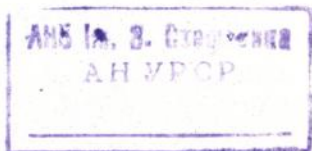
4. Технология рафинирования стали шлаками многократного использования /В.И.Баптизманский, К.Г.Низяев, В.П.Черевко и др.//Со-

вершенствование металлургической технологии в машиностроении: П Всес. науч.-техн. конф. с участ. иностр. спец.; Тез. докл./Госуд. ком. по науке и техн. и др., -Волгоград, 1991, -с.121, -рус.

5. К расчету сульфидной емкости и десульфуризирующей способности шлаковых расплавов /В.И.Баптизманский, В.П.Черевко, К.Г.Низяев и др.//Физико-химические основы металлургических процессов. Научные сообщения Десятой Всесоюзной конференции, М.:Черметинформация, -1991, -Часть I, -с.113.

6. Внепечная десульфурация стали шлаками многократного использования /В.И.Баптизманский, К.Г.Низяев, Б.М.Бойченко и др.// Физико-химические основы металлургических процессов. Научные сообщения Десятой Всесоюзной конференции, М:Черметинформация, -1991, -Часть III, -с.110.

7. Рафинирование стали жидкими шлаками многократного использования /В.М.Душа, К.Г.Низяев// Тепло- и массообменные процессы в ваннах сталеплавильных агрегатов: У Всес. конф. Ч.П: Тез. докл. /Госкомобразования СССР и др..-Мариуполь, 1991, -с.42



Підписано до друку 16.11.1992.
Формат 60x84/16. Папір друкарський № 2. Друк офсетний.
Фіз.д.я. 1,0. Обл.вид.арк. 0,94. Умовн.друж.арк. 0,93.
Тираж 100 пр. Замовлення 688. Безкоштовно.

Дніпропетровський металургійний інститут,
320635, Дніпропетровськ, пр. Гагаріна, 4

ДЗ ДМетІ, Лодманське шосе, 3-б.

468977

SECRET

AB 26.144