

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ УКРАЇНИ

ДЕРЖАВНА МЕТАЛУРГІЙНА АКАДЕМІЯ УКРАЇНИ

На правах рукопису

ЛЮБОРЕЦЬ Ігор Іванович

**РОЗРОБКА ТА ВПРОВАДЖЕННЯ
РЕСУРСОЗБЕРІГАЮЧОЇ ТЕХНОЛОГІЇ
ВИПЛАВКИ МАРГАНЦЕВИХ ФЕРОСПЛАВІВ
У ПОНАДПОТУЖНИХ РУДОВІДНОВЛЮВАЛЬНИХ
ЕЛЕКТРОПЕЧАХ**

Спеціальність 05.16.02 — «Металургія чорних металів»

А в т о р е ф е р а т

**дисертації на здобуття вченого ступеню
кандидата технічних наук**

Дніпропетровськ

1996

ЛННБ України ім.В.Стефаніка



00752507 (Q)

335.165

ійній Академії України і

Науковий керівник:

кандидат технічних наук, провідний науковий співробітник

А.М. Овчарук

Науковий консультант

академік НАН України, доктор технічних наук, професор

М.І.Гасик

Офіційні опоненти:

Завідуючий лабораторією нових металургійних

процесів ДМетАУ, доктор технічних наук, професор

О.В.Рабінович

Начальник управління кольорової металургії

Мінпрому України, кандидат технічних наук

В.Т. Коломоць

Провідне підприємство - відкрите акціонерне товариство
"Запорізький завод феросплавів"

Захист відбудеться

"28" 06 1996 р. о 12³⁰

год.

на засіданні спеціалізованої вченої ради К 03.11.03 при Державній металургійній академії України за адресою:

320635, м. Дніпропетровськ, пр. Гагаріна, 4

З дисертацією можливо ознайомитись у бібліотеці Державної металургійної академії України

Автореферат розіслан

"27" 05 1996р.

Вчений секретар

спеціалізованої вченої ради,

кандидат технічних наук, доцент

Ю.С.Паніотів

ЛННБ ім. В. Стефаніка
АН України

ЗАГАЛЬНА ХАРАКТЕРИСТИКА РОБОТИ

Актуальність проблеми. Глибокі структурні зміни у економіці, пов'язані з реалізацією курсу на реструктуризацію промисловості і всемірну інтенсифікацію суспільного виробництва, невідокремлені від переогляду негативної практики марнотратного відношення до мінерально-сировинних ресурсів країни. Очевидно, що важливішим резервом підвищення продуктивності праці і розвитку суспільного виробництва є всемірна економія сировини, топлива і енергії, застосування ресурсозберігаючих маловідходних технологій, зниження матеріалоемкості продукції, залучення до переробки вторинних ресурсів та раніше невикористовуючих відходів виробництва. У світі цього особливо актуальними виявляються дослідження і розробки, спрямовані на раціональне і комплексне використання марганцю, займаючого друге місце після заліза у структурі видобутку і переробки рудної сировини та використання у якості важливішого компоненту при виплавці багаточисленних марок сталі.

На долю України припадає 2,176 млрд.т розвіданих марганцевих руд, що складає 12% мирових запасів і 70% СНД. Але за мінералогічним складом ці запаси не зовсім сприятливі і представлені (на 80%) карбонатними і змішаними окисно-карбонатними рудами, які характеризуються пониженим змістом ведучого елемента і підвищеним фосфору і кремнезему, що і обусловлює значні витрати марганцю на стадії електрометалургійної переробки (15-20%) і труднощі отримання низькофосфористих марок сплавів. Тому важливе значення для підвищення ефективності виробництва марганцевих феросплавів, зниження матеріалоемкості - продукції і економії сировинних ресурсів є підвищення рівня використання вторинних матеріалів. Особливо актуальне рішення зазначених проблем у зв'язку із зростанням вимог до економічної безпеки процесів і охорони навколишнього середовища.

Наукові розробки і практичні результати виконаної дисертаційної роботи отримані при проведенні науково-дослідних робіт по координаційному плану Мінпрому України, тематичному плану Державної металургійної академії України, Державної програми "Ресурсозбереження" (тема Державного комітету по науці і технологіям № 5,53.07/124-92) і реалізовані у промислове виробництво в рамках регіональних і заводських комплексних науково-технічних програм.

Ціль роботи. Розробка і впровадження ресурсозберігаючої технології виробництва конкурентноспроможних на світовому ринку марганцевих феросплавів у сучасних рудовідновлювальних печах Нікопольського заводу феросплавів з використанням низькосортної марганцевої сировини Нікопольського родовища, яка забезпечує підвищення ефективності використання марганцю, комплексну утилізацію вторин-

них матеріалів, економію сировинних і енергетичних ресурсів, поліпшення екології і охорони навколишнього середовища.

Наукова новизна :

- науково узагальнені дані про сучасний стан і основні тенденції загально-світового розвитку чорної металургії та їх взаємозв'язок з виробництвом марганцевих феросплавів на Україні;

- обробкою методами математичної статистики багаточисленних даних роботи промислових печей визначено кількісний вплив змісту марганцю у вихідній сировини на показники виплавки марганцевих феросплавів у понадпотужних рудовідновлювальних електропечах;

- термодинамічним аналізом основних реакцій електроплавки марганцевих феросплавів показана роль побічного і прямого відновлювання оксидів марганцю, заліза і фосфору, визначені умови відновлювання фосфору та його розподілу поміж газовими і металевими фазами;

- на основі розробленої методики і експериментів у промислових умовах розрахован тепловий ККД рудовідновлювальних печей різноманітних типорозмірів і визначені основні напрямки оптимізації їх геометричних та електричних параметрів;

- виконаними дослідженнями із залученням сучасних методів хімічного, спектрального, диференційно-термічного, мікрорентгено-спектрального та петрографічного аналізів визначені фізико-хімічні властивості, речовий склад і металургійна цінність вторинних матеріалів виробництва марганцевих феросплавів;

- виявлені основні закономірності розподілу фосфору поміж оксидною і металевою фазами та його вплив на якість малофосфористого шлаку;

- досліджені різноманітні режими утилізації вторинних марганцевмістивих матеріалів у власному виробництві та суміжних галузях промисловості.

Практичне значення і реалізація результатів роботи. Використання виконаних теоретичних та експериментальних досліджень і результатів дослідно-промислових робіт дозволило:

1. Розробити і впровадити у промислову практику технологічну схему комплексного використання вторинних марганцевмістивих матеріалів у власному виробництві і суміжних галузях виробництва.

2. Скласти наскрізний баланс марганцю на стадії добутку, збагачення, металургійної переробки та використання у сталеплавильному виробництві, визначити розподіл основних і домішних елементів при електроплавці марганцевих феросплавів у рудовідновлювальних печах підвищеної потужності.

3. Визначити кількісний вплив основних технологічних і електричних параметрів виплавки марганцевих феросплавів в умовах ВПТ "НЗФ" і установити оптимальні межі основних управляючих факторів.

4. Удосконалення геометричних і електричних параметрів понад-потужних рудовідновлювальних печей, які забезпечують їх надійну та довготермінову експлуатацію.

5. Впровадження в умовах заводу наскрізну технологію сумісної агломерації концентратів Нікопольських руд і вторинних марганцевмістивих матеріалів власного виробництва та виплавки силікомарганцю з його використанням.

6. Відпрацювати у промислових умовах Дніпровського металургійного комбінату ім.Держинського технологію виробництва сталі з використанням ковшових залишків, некондиційну дрібницю силікомарганцю та металоконцентрату замість стандартного силікомарганцю.

7. Удосконалити технологію дефосфорації марганцевої сировини електрометалургійним засобом і відпрацювати у напівпромислових умовах технологічну схему виробництва низькофосфористих марганцевих феросплавів, передбачуючих брикетування грануляційного ма-лофосфористого шлаку спільно з газовим вугіллям.

8. Розробити і впровадити технологічну схему фракціонування марганцевих феросплавів з використанням сучасного дробильно-сортировочного обладнання і відпрацювати у промислових умовах технологію фракціонування феросплавів методом усадочно-термічного зруйнування.

Реалізація розробок дисертації у промислове виробництво дозволила в умовах ВАТ НЗФ при постійному зниженні якості поступаючої на завод марганцевмістивої сировини забезпечити підвищення ефективності виробництва конкурентноспроможних на світовому ринку марганцевих феросплавів масового сортаменту за рахунок утилізації вторинних дрібнодисперсних марганцевмістивих матеріалів (А.с. СРСР № 999615) заощадити у 1994 р. 98 тис.базових тон (48% Мп) марганцевої сировини, а у 1995 р. 54 тис.т, що еквівалентно 9,4 і 5,2 млн. доларів США відповідно.

Апробація роботи. Основні положення дисертаційної роботи викладені і обговорені на міжнародному семінарі "Технічний прогрес у виробництві феросплавів (Чехословаччина, Істебня, 1984 р.), на Всесоюзній нараді по металургії марганцю (Москва, 1975), П Всесоюзній нараді по удосконаленню технології виробництва сплавів марганцю (Нікополь, 1980), Ш Всесоюзній нараді по металургії марганцю (Москва, 1981 р), І Республіканській конференції по ефективності реконструкції, технічного переоснащення і підвищенню техніко-економічного рівня виробництва на підприємствах чорної металургії (Дніпропетровськ, 1984 р.) на П-УП Республіканських конференціях феросплавників України (Дніпропетровськ, 1973, 1978, 1981, 1982, 1985, 1989 р.р.), на Всесоюзній нараді по металургії марганцю (Нікополь, 1991 р.), на міжнародних конференціях "Сучасний стан та перспективи розвитку електротермічного виробництва кольорових та чорних ме-

талів і неорганічних матеріалів України (м.Дніпропетровськ, 1994 р.) "Теорія і практика електротермії феросплавів" (м.Нікополь, 1996р.), на щорічних координаційних нарадах Мініпрому по проблемам феросплавів, на наукових семінарах кафедри електрометалургії ДМетАУ, науково-технічних нарадах ВАТ НЗФ.

Публікації. Основний зміст дисертації опубліковано у 15 печатних роботах, новизна розробок захищена 12 авторськими свідоцтвами на винаходи.

Структура і обсяг. Дисертаційна робота складається із вступу, п'яти глав, висновків, списків літератури та додатку. Робота викладена на 184 стор. машиннописного тексту, вміщує 36 мал. та 49 таблиць. Бібліографія налічує 172 найменування літературних джерел.

На захист виносяться наступні основні положення:

- аналіз запитань, пов'язаних з сучасним станом і перспективами розвитку світової та вітчизняної марганцеворудної сировинної бази феросплавної промисловості з метою підвищення ефективності та використання топливно-енергетичних ресурсів, утилізації відходів виробництва;

- результати дослідження фізико-хімічних і технологічних особливостей виплавки марганцевих сплавів у рудовідновлювальних печах підвищеної потужності, забезпечуючих проведення процесу у найбільш раціональних межах основних управляємих енетротехнологічних параметрів;

- отримані у ході систематичних комплексних досліджень нових даних про структуру енергетичних витрат рудовідновлювальних печей різноманітних типорозмірів, які дозволили значно скоротити витрати електроенергії і намітити шляхи підвищення надійності експлуатації плавильних агрегатів;

- результати дослідження фізико-хімічних властивостей і речового складу вторинних марганцевмісних матеріалів, розроблені технологічні схеми їх раціонального використання;

- розроблені, освоєні і впроваджені у промислову практику технології підготовки і утилізації вторинних марганцевмісних оксидних і металовмісних матеріалів у власному виробництві, при виплавці чавуну і сталі та в інших галузях промисловості;

- результати досліджень і удосконалення електрометалургійного методу дефосфорації вітчизняної марганцеворудної сировини, яка забезпечує отримання по вмісту домішних елементів конкурентноспроможних на світовому ринку марганцевих феросплавів;

- еколого-економічна оцінка результатів впровадження ресурсозберігаючої технології виробництва марганцевих феросплавів в умовах реформування промисловості.

Особистий внесок автора дисертації в розробку наукових положень і впровадження одержаних результатів вкладається у те, що усі

дослідження і промислові експерименти проведені при безпосередній участі автора або під його керівництвом. Узагальнення результатів роботи проведено автором самостійно.

Автор дисертації щиро дякує академіку НАН України, проф. докт.техн.наук Гасика М.І., пров.и.співроб., канд.техн.наук Овчаруку А.М., своїм колегам по роботі, співробітникам ДМетАУ, УкрНДіспецсталі, Механобрчермету, керівництву заводу за підтримку і допомогу при проведенні сукупних досліджень, узагальнених у дисертації.

Короткий зміст дисертації. У вступі обґрунтована актуальність теми, викладені ціль і задачі досліджень, подані результати, які виносяться на захист і перелік опублікованих робіт по темі дисертації.

ГЛАВА I. СУЧАСНИЙ СТАН ЧОРНОЇ МЕТАЛУРГІЇ УКРАЇНИ І ПЕРСПЕКТИВИ ВИРОБНИЦТВА МАРГАНЦЕВИХ ФЕРОСПЛАВІВ

Узагальнені і проаналізовані дані про сучасний стан розвитку чорної металургії на Україні. У підсумку реформування економіки набувається обвальний спад виробництва. Так, зараз випуск прокату у країні відповідає рівню 1960 р. і складає усього 39,4% від рівня 1990 р., різко скоротився обсяг виробництва сталі (табл.1) при незмінній структурі її виплавки, де як і раніше на долю мартеновської припадає 52,5%, а киснево-конверторної і електросталі відповідно 43,6 і 3,9 %.

Таблиця 1
Динаміка зміння виплавки сталі в Україні
у 1990-1995 рр., тис. т

| | Роки | | | | | |
|-----------------------|---------|---------|---------|---------|----------|---------|
| | 1990 | 1991 | 1992 | 1993 | 1994 | 1995 |
| Сталь, усього | 50321,7 | 42928,5 | 39883,6 | 31255,4 | 23350,4 | 21803,5 |
| у тому числі : | | | | | | |
| - мартенівська | 27196,3 | 23220,0 | 21559,7 | 16669,8 | 11825,6 | 11438,7 |
| - киснево-конверторна | 21272,8 | 18007,9 | 16593,9 | 13174,8 | 100661,0 | 9523,1 |
| - електросталь | 1849,5 | 1702,5 | 1729,0 | 1410,0 | 863,7 | 841,7 |

Показано, що якщо у сталеплавильному виробництві використовувати тільки киснево-конвертерний засіб та електроплавку сталі на рівні показників виробництва 1990 р., то можливо забезпечити досягнутий обсяг 1995 р. та вийти по структурі виплавки сталі к рівню розвинених країн. Зміння структури виробництва сталі відбилося на

характері споживання феросплавів. У промислово розвинених країнах проглядає тенденція до зниження питомих витрат марганцю. Так, з 1980 р. до 1992 р. він скоротився з 6,11 кг/т до 5,31 кг/т сталі. Змінюється структура споживання марганцевих феросплавів у бік збільшення долі марганцю, який вносить силікомарганець.

Середні витрати марганцю на металургійних підприємствах України декілька вищі (6,1 кг/т), ніж у розвинених країнах, 48-64% якого вноситься силікомарганцем.

За даними Міжнародного інституту марганцю світові запаси марганцевої руди оцінюються у 18 млрд.тон і розподіляються наступним чином: Україна - 21, Південна Африка - 57, Габон - 7, Австралія - 4, інший світ - 11. Склад вихідної марганцевої руди Західного світу відрізняється високим вмістом основного компоненту (49-52,2% Mn) і низьким вмістом фосфору (0,04-0,1%), за міжнародною класифікацією ці руди відносяться до високоосновних.

Україна є основним утримувачем марганцеворудних запасів і виробником марганцевих феросплавів у Європейсько-Азіатському регіоні. Щорічний обсяг здобичі сирової руди у Нікопольському басейні перевищує 80% від загальної здобичі у країнах СНД, якість марганцевої сировини, яка постачається металургійним підприємствам, погіршується. Обробка даних за 25-річний період методами математичної статистики показала, що за період з 1960 до 1980 рр. зміст марганцю у товарних концентратах щорічно знижувався на 0,47%, а з 1980 до 1995 р на 0,2%.

Відмічене зниження концентрації марганцю у вихідній сировині і обумовлений цим зріст питомого вмісту кремнезему та фосфору негативно відбилосся на ефективності і виробництві марганцевих феросплавів. Статистичною обробкою значного масива даних роботи промислових печей Нікопольського заводу феросплавів показано, що зниження вмісту марганця у сировині на 1% приводить до зменшення вилучення марганця у сплав на 1,34% і підвищенню питомої витрати електроенергії на 69 кВт.ч/баз.тону при виплавці силікомарганцю і відповідного на 1,5% і 76,4 кВт.г/баз.т при виробництві феромарганцю. Низька якість марганцевої руди обумовлює значні збитки марганцю на усіх стадіях - від здобичі, збагачення, металургійної переробки і до використання у сталеплавильному виробництві, котрі перевищують 60%.

Виконаними дослідженнями розподілу основних елементів поміж продуктами плавки (табл.2) при виробництві силікомарганцю і високовуглецевого феромарганцю у понадпотужних рудовідновлювальних печах НЗФ показано, що до 30-35% марганцю зустрічається з вторинними марганецьвмістивими матеріалами - шлаками, шламами, пилом, скрапом та іншими відходами, раціональне використання котрих і являється основною задачею теперішньої роботи.

Таблиця 2

Розподіл основних і примісних елементів між продуктами виплавки силікомарганцю (численик) і ферромарганця (знаменник), % від маси

| Продукти плавки | Марганець | Кремній | Фосфор |
|-------------------------------|---------------------------|---------------------------|---------------------------|
| Метал | $\frac{72 - 80}{70 - 73}$ | $\frac{40 - 48}{8 - 10}$ | $\frac{75 - 80}{80 - 85}$ |
| Шлак | $\frac{10 - 14}{12 - 16}$ | $\frac{50 - 60}{70 - 80}$ | $\frac{3 - 4}{2 - 3}$ |
| Відходи | $\frac{4 - 8}{5 - 8}$ | $\frac{3 - 5}{6 - 8}$ | $\frac{4 - 6}{3 - 5}$ |
| Скрап | $\frac{2 - 4}{3 - 5}$ | $\frac{1 - 3}{2 - 4}$ | $\frac{2 - 5}{2 - 4}$ |
| Шлам | $\frac{2 - 5}{4 - 6}$ | $\frac{2 - 4}{3 - 5}$ | $\frac{4 - 6}{3 - 4}$ |
| Ульот та необліковані витрати | $\frac{1 - 2}{1 - 2}$ | $\frac{0,5 - 1}{0,5 - 1}$ | $\frac{1 - 2}{2 - 3}$ |

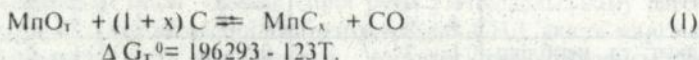
ГЛАВА 2. ФІЗИКО-ХІМІЧНІ І ЕНЕРГОТЕХНОЛОГІЧНІ ОСОБЛИВОСТІ ВИПЛАВКИ МАРГАНЦЕВИХ ФЕРОСПЛАВІВ У ПОНАДПОТУЖНИХ РУДОВІДНОВЛЮВАЛЬНИХ ЕЛЕКТРОПЕЧАХ

Цінність марганцевої сировини і ефективність його використання у електрометалургійному виробництві залежить від вмісту у ньому ведучого та шкідливих домісних елементів, а також гранулометричного складу. Більшість руд родовищ країн Західного світу використовуються при металургійній переробці практично без особливої підготовки. Вітчизняна марганцева руда підлягає збагаченню по складним технологічним схемам: промивка, дроблення, гравітація, магнітна сепарація, флотажія, обжиг - магнітна сепарація та ін., що дозволяє підвищити вміст марганцю у концентраті, але одночасно приводить до погіршення гранулометричного складу концентратів, використання яких без попереднього окискування це можливо. Крім того, усі діючі засоби механічного збагачення практично не дозволяють знизити вміст у марганцевих концентратах найбільш шкідливої домішки - фосфору. Цьому фізико-хімічні властивості, поступаючих на завод марганцевих концентратів і визначають технологічну схему їх підготовки до електрометалургійної переробки, яка передбачає агломерацію усіх марга-

нецьвмістивих матеріалів та їх часткову дефосфорацію електрометалургійним засобом.

Виконані численні дослідження у промислових умовах аглофабрики заводу дозволили впровадити технологію спікання марганцевого агломерату різноманітних марок і призначення. Для виплавки високовуглецевого феромарганцю може вироблятися агломерат марок АМНВ-1, АМНЖ и АМО, для силікомарганцю - АМНВ-2 і малофосфористого шлаку АМНШ.

У роботі проведено термодинамічний аналіз перебігу процесів у рудовідновлювальних печах, які виплавляють марганцеві феросплави. Показано, що вищі оксиди марганцю MnO_2 , Mn_2O_3 и Mn_3O_4 можуть легко відновлюватися побічним шляхом у верхніх горизонтах печі з екзотермічним ефектом, а утворюючийся у ванні печі MnO , як продукт розвитку реакції побічного відновлювання вищих оксидів марганцю, може бути відновлен до металу (карбіду) тільки твердим вуглецем за схемою:



Кількісна оцінка змінення показників виробництва високовуглецевого феромарганцю при заміні залізрудних окатишів чавунною стружкою показала можливість зниження питомої витрати коксу на 29 кг і електроенергії на 185 кВт.г/баз.т.

Як один із ефективних методів підвищення техніко-економічних показників виробництва високовуглецевого феромарганцю рекомендується повне вилучення додаткового залізовмістивого матеріала із шихти з введенням необхідної кількості заліза поза пічю.

Порівняльним аналізом основних геометричних і електричних параметрів понадпотужних рудовідновлювальних печей НЗФ різних типорозмірів показано, що для виплавки високовуглецевого феромарганцю з кремнієм до 1%, найбільш доцільно використовувати печі типу РПЗ-48М2, які володіють мінімальною питомою об'єктовою потужністю плавильного простору (98,6 кВА/м³) і густиною струму (5,26 А/см²), при цьому питома витрата електроенергії на 47-84 кВт.г/баз.т нижча у порівнянні з печами РПЗ-48 і РПЗ-63.

Розроблена у роботі методика дозволила вперше виконати дослідження теплового режиму роботи усіх печей заводу, визначити структуру енергетичних витрат і тепловий КЛД (табл.3). Показано, що змінення геометричних параметрів печей і забезпечення їх роботи на оптимальних значеннях фактичної потужності дозволили підвищити коефіцієнт використання підведеної потужності на 10-11%.

Таблиця 3

Структура теплових витрат і розподіл підведеної енергії, %

| № печі | Витрати через кожух та під | Витрати з відходятьми газами | Витрати з охолодженняною водою | Тепло технологічного процесу | Фактична потужність, МВт | Вид сплаву |
|--------|----------------------------|------------------------------|--------------------------------|------------------------------|--------------------------|------------|
| 1 | 1,7 | 3,3 | 21,5 | 73,5 | 52 | СМн |
| 2 | 1,8 | 2,2 | 20,7 | 75,3 | 54 | СМн |
| 3 | 2,1 | 0,80 | 27,1 | 70,0 | 40 | ФМн |
| 4 | 1,2 | 0,9 | 26,6 | 71,3 | 42 | ФМн |
| 5 | 1,1 | 1,6 | 22,4 | 76,1 | 56 | СМн |
| 6 | 0,86 | 1,72 | 23,7 | 73,8 | 50 | СМн |
| 7 | 1,57 | 1,1 | 15,9 | 82,5 | 44 | СМн |
| 8 | 1,62 | 0,7 | 13,8 | 84,5 | 42 | СМн |
| 11 | 3,6 | 0,23 | 12,6 | 83,3 | 21 | МФШ |
| 12 | 3,9 | 0,10 | 11,3 | 84,3 | 23 | МФШ |
| 13 | 4,5 | 1,3 | 24,6 | 69,5 | 51 | СМн |
| 14 | 6,9 | 1,3 | 24,1 | 67,7 | 58 | СМн |
| 15 | 1,22 | 1,74 | 24,0 | 73,2 | 50 | СМн |
| 16 | 0,5 | 2,36 | 22,1 | 75,0 | 54 | СМн |
| 17 | 0,95 | 0,88 | 22,0 | 76,1 | 48 | СМн |
| 18 | 0,92 | 1,21 | 20,4 | 77,5 | 44 | СМн |

ГЛАВА 3. РОЗРОБКА І ВПРОВАДЖЕННЯ ТЕХНОЛОГІЧНОЇ СХЕМИ КОМПЛЕКСНОГО ВИКОРИСТАННЯ ВТОРИННИХ МАРГАНЕЦЬВМИСТИВИХ МАТЕРІАЛІВ

Методами хімічного, спектрального, диференційно-термічного, мікрорентгеноспектрального і петрографічного аналізів досліджені фізико-хімічні властивості вторинних марганецьвмістивих матеріалів виробництва марганцевих феросплавів в умовах ВАТ НЗФ. Встановлено, що масова доля марганцю у відвальних шлаках виробництва сілікомарганцю і феромарганцю коливається у межах 11-14%, а у шлаковому піску, який утворюється при дробленні і розсіву шлаку сілікомарганцю по фракціям, вище (16-18%), що обумовлено наявністю значної кількості корольків сплаву.

Відвальні шлаки та шлаковий пісок представлені силікатами марганцю, марганцево-силікатним склом, зрівняно крупними (1-3 мм) і

маленькими кульками і частками металу. Вміст металевої фази у відвальному шлаці силікомарганцю складає 2-4%, а у шлаковому піску 5-12% і складається з 70-72% марганцю, 13-17% кремнію, 0,4-0,5% фосфору, 2,1-2,3% вуглецю, решта залізо, т.е. відповідає складу силікомарганцю.

Шлаки аглофабрики і газоочисток плавильних цехів характеризуються високою вологістю (15-32%) і вміщують відповідно 25-28% і 16-20% марганцю, вони неоднорідні за мікроструктурою і поряд з гостровугольними частками діаметром 0,01-0,04 мм, представлені переважно оксидами марганцю, заліза та їх зростками з силікатами і кварцем, маються круглі частки діаметром 0,02-0,06 мм, котрі складаються з оксидів марганцю і включень вуглеця. Оксиди марганцю представлені гаусманітом та курнакітом.

Шлаки і пил представлені значною кількістю дрібнодисперсною фракцією 0,05 мм (27-87,9%), характеризуються високою питомою поверхнею (396-1913 $\text{кг}/\text{мм}^3$), порівняно близькими значеннями густини (2,75-3,5 $\text{кг}/\text{м}^3$) і температурами плавлення (1373-1403 К). Ці матеріали володіють підвищеною дрібністю до окомкування, що дозволяє їх використовувати у якості зв'язуючого при отриманні агломерату і окатишів.

Розроблена і впроваджена технологія переробки феросплавних шлаків з вилученням немагнітного металу методами пневматичної сепарації. Суть методу укладається у розподілі матеріала, який знаходиться на перфорованій робочій поверхні сепаратора, під впливом сходячого пульсуючого повітряного потоку і одночасного механічного стряхування, яке забезпечує розривлення постілі, необхідний для взаємного переміщення зерен. Суттєва різниця у густині часток силікомарганцю (6,2-6,5 $\text{г}/\text{см}^3$) і шлаку (2,7-2,9 $\text{г}/\text{см}^3$) представляють можливість їх ефективного розподілу. Ступінь вилучення металу досягає 88% при вмісті металу у металоконцентраті 97%.

У промислових умовах ОГЗК відпрацьована технологія вилучення металевої фази з відвальних шлаків методом гідровідсадки. Вилучення металу при цьому засобі складає 90%.

Зараз на заводі створена установка і освоєється технологія вилучення металу із шлаку методом радіоволнової сепарації, яка дозволяє переробляти шлак фракції 40-70 мм і більш повніше вилучати метал.

Лабораторними, дослідно-промисловими і промисловими дослідженнями отпрацьована і впроваджена технологія виробництва марганцевого агломерату з використанням вторинних марганцевмісних матеріалів - шлаків, пилу, відсівів шлакопереробки, металоконцентрату і граншлаку виробництва феромарганцю. Встановлено оптимальне відношення вторинних матеріалів у аглошихті, яке забезпечує необхідну якість агломерату і потрібні механічні властивості.

Показано, що добавка у аглошихту 7,3% відсівів шлакопереробки або такої ж кількості граншлаку феромарганцю підвищує швидкість спікання агломерату на 6,9%, при цьому знижується пилочий зміст фосфору на 6,3%, а також значно підвищується електроопір агломератів марки АМНВ-1 і АМНВ-2, що позитивно відображується на веденні процесу електроплавки.

Петрографічними дослідженнями встановлено, що як звичайний агломерат, так і отриманий з використанням вторинних матеріалів складається з рудної (гаусманіт, манганозит, брауніт, якобіт) і силікатної (тефроїт, скло) фаз. В дослідному агломераті проглядається значна кількість корольків металу округлої або неправильної форми діаметром 0,01-5 мм.

Дослідженнями методом локального рентгеноспектрального аналізу на мікроаналізаторі MS-46 фірми "КАМЕКА" показано, що присутні у шлаках корольки металу захищені тонкою окисною плівкою, котра запобігає їх окисленню у процесі агломерації, а включення металу обломочної форми підлягають частковому поверхньому окисленню до утворення коло них закисної плівки.

Впроваджена на заводі технологічна схема переробки відвальних шлаків виробництва марганцевих феросплавів дозволила не тільки припинити вивіз шлаку у відвал, а й почати переробку на промажених раніше у відвалах шлаків. Отримані у результаті переробки шлаку матеріали: граншлак, шебень, відсів шлакопереробки, абразивний матеріал і металоконцентрат використовуються як у власному виробництві, так і у суміжних галузях промисловості.

Так, в умовах металургійного комбінату ім. Дзержинського, у 250-т конвертерах освоєна технологія виплавки кип'ячої і напівспокійної сталі Зкп і Знс з використанням металоконцентрату (45,7% Мп, 19,1% Si, 1,4% С, 0,23% Р, 5,1% Fe, 3,5% Al₂O₃, 7,3% CaO) і некондиційної дрібнини сілікомарганцю (66,5% Мп, 18,4% Si, 1,3% С, 0,36% Р, 11,4% Fe, 1,7% CaO).

Застосування цих матеріалів для розкислення сталі у ковші забезпечує економію 0,197-0,791 кг/т сталі стандартного сілікомарганцю. При цьому засвоєння марганцю на 1,1-1,4% вище, ніж при діючій технології.

За останній час широке застосування у виробництві сталі і ливарництва знаходить попутний метал, який утворюється при електрометалургійному методі дефосфорації марганцеворудної сировини.

ГЛАВА 4. ДОСЛІДЖЕННЯ ТА ВДОСКОНАЛЕННЯ ТЕХНОЛОГІЇ ВИРОБНИЦТВА КОНКУРЕНТОСПРОМОЖНИХ НА СВІТОВОМУ РИНКУ МАРГАНЦЕВИХ ФЕРОСПЛАВІВ

Виплавка марганцевих феросплавів масового сортаменту (сілікомарганець, феромарганець), які відповідають вимогам світових

стандартів із марганцеворудної сировини, поступаючої на НЗФ, не виявляється можливою внаслідок високого питомого змісту фосфору. Звісні багаточисленні і розробляемі у сучасний час методи дефосфорації як марганцевої сировини, так і феросплавів, не вирішують цю серйозну проблему.

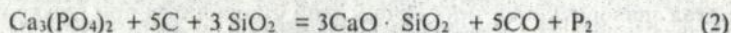
Єдиним промисловим засобом, який забезпечує вимагаємий рівень змісту фосфору у марганцевих феросплавах, є виплавка малофосфористого шлаку у рудовідновлювальних електропечах.

У роботі виконані дослідження по визначенню впливу складу вихідної марганцеворудної сировини і технологічних параметрів на показники процесу виплавки малофосфористого шлаку і його якості. Обробка результатів роботи промислових печей, які виплавляють малофосфористий шлак, методом регресійно-кореляційного аналізу дозволила встановити кількісний вплив основних змінних технологічного процесу. Основним параметром оптимізації при виплавці МФШ є його якість, яка оцінюється змістом марганцю і фосфору. Визначений вплив на цей показник виявляє якість вихідної сировини і доля відновлювача у шихті.

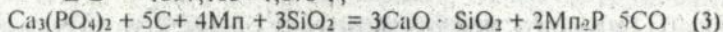
Згідно закону розподілу Нерста, коефіцієнт розподілу фосфору поміж шлаком і попутним металом при визначенні температури можливо представити виразом $L_p = \frac{(\%P)}{[\%P]}$, з якого виходить, що зміст

фосфору у шлаці пропорціонален його концентрації у попутному металі. Практично це досягається двома шляхами: або додатковим відновленням марганцю з переводом його у попутний метал і розбавленням фосфору, або за рахунок штучного розбавлення попутного металу залізом чи іншими металоосаджувачами. Виконані у роботі дослідження підтвердили ці висновки кількісними даними. Так, підвищення долі відновлювача у шихті (відношення твердого вуглецю до марганцю) на 0,01 приводить до зниження змісту марганцю у шлаці на 0,18% і фосфору на 0,00049%.

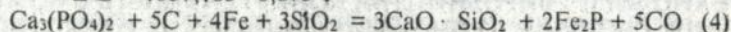
Термодинамічними розрахунками реакцій відновлення трикальційфосфату вуглецем у присутності оксиду кремнію, марганцю і заліза показано, що металододатки зміщують рівновагу у область більш низьких температур:



$$\Delta G = 1397,165 - 1,078 T;$$



$$\Delta G = 1057,185 - 0,875 T$$



$$\Delta G = 1073,965 - 0,860 T$$

Так, температура початку відновлення трикальційфосфату вуглем (2) складає 1023°C, а у присутності марганцю і заліза (3,4) вона знижується відповідно до 935°C і 975°C, що забезпечує більш повне відновлення фосфору і осадження його у попутний метал.

Проведені у промислових умовах досліді по виплавці малофосфористого шлаку з використанням у якості металоосаджувача попутного металу власного виробництва довели, що введення у шихту 50 кг на базову тону шлаку вказаного матеріала дозволяє підвищити виділення марганцю на 1%, вихід шлаку марки П1 на 3,6%, знизити витрати агломерату на 15 кг/баз.т і коксую на 5,9 кг/баз.т. Для подальшого удосконалення процесу електрометалургійного засобу дефосфорациї запропоновано (А.С. 1621522) у якості металоосаджувача використовувати металооконцентрат, відсіві феросплавів або шлаковий пісок.

Виконаними скрупульозними дослідженнями мікроструктури і фазового складу проб шлаку, відібраних на випусці і розливці показано, що концентрація фосфору у оксидній складовій шлаку, представленій магнезитом, глаукохроїтом, тефройтом і склом, знаходиться на рівні фону. Якість малофосфористого шлаку по вмісту фосфору визначається наявністю у ньому корольків попутного металу, які концентруються у нижній частині злитку. Розмір і кількість корольків а, отже, і вміст фосфору у шлаці зростає до кінця розливки у 4,4 рази.

Кількісний аналіз дрібних (3-5 мкм) корольків показав, що вони однофазні і вміщують 62,93% заліза, 28% марганцю і 15,08% фосфору, а більш крупні (1-3 мм) двофазні: світла складається із 72,56-78,96% марганцю, 22,8-26,4% заліза і 1,11-1,47% фосфору, а темна представлена марганцем (59,51-63,99%), залізом (22,54-27,19%) і фосфором (21,51-25,95%). Дослідження кількісного розподілу елементів у попутному металі підтвердили, що мікроструктура і склад попутного металу аналогічні королькам великих (1-3 мм) розмірів.

У силу особливостей фізико-хімічних властивостей малофосфористого шлаку (температура плавлення його на 100-150°C нижче порівняно з марганцевим концентратом, або агломератом) використання його у шихтовій суміші для виплавки марганцевих феросплавів у значній мірі погіршує техніко-економічні показники процесу. Виконаними у роботі дослідженнями встановлено кількісний вплив витрат малофосфористого шлаку на вміст фосфору у силікомарганці і показники його виплавки. Так, для отримання конкурентноспроможних на світовому ринку сплава (0,30-0,35% Р) витрати шлаку на базову тону сплаву складає 950-1300 кг.

Рівняння регресії, яке описує вплив вмісту фосфору у сплаві на основі показники мають вигляд:

$$Q_{уд} = 4756 - 1908 \cdot [P], R = 0,38 \quad (5)$$

$$\text{Pr} = 41,4 + 162,7 [P], \quad R = 0,42 \quad (6)$$

$$\eta_{\text{Mn}} = 73,9 + 21,75 [P], \quad R = 0,33 \quad (7)$$

де Qуд, Pr, η_{Mn} - відповідно питома витрата електроенергії, кВт.ч/баз.т, продуктивність печі, баз.т/зміну і вилучення марганцю у сплав,%. З приведених рівнянь належить, що при зниженні концентрації фосфору у сплаві на 0,1% продуктивність печі і вилучення марганцю знижується на 16,3 баз.т/зміну і 2,17% відповідно, а питома витрата електроенергії зростає на 1190 кВт.г/т. Ще більш негативний вплив виявляє введення у шихту малофосфористого шлаку на показники виплавки феромарганцю. Так, при зниженні фосфору на вказану вище величину додатково витрачається 400 кВт.ч/б.т. електроенергії.

У цей час на заводі розроблена і освоєна технологія виплавки силікомарганцю з фосфором до 0,35% із застосуванням низькофосфористого агломерату (P/Mn = 0,0031-0,0045), який одержують спіканням марганцеворудної сировини з гранульованим шлаком. Але суттєвого погіршення показників виробництва ця технологія не забезпечує.

Один із можливих варіантів підвищення ефективності виробництва низькофосфористого силікомарганцю із застосуванням малофосфористого шлаку це технологічна схема, яка передбачає брикетування гранульованого шлаку з вуглицем. Відпрацьована у напівпромислових умовах запропонована схема дозволяє підвищити вилучення марганцю до 87%, кремнію 70% і знизити питому витрату малофосфористого шлаку на 35%, при цьому собівартість продукції знижується на 30%.

З ціллю нарощування обсягу виробництва фракцієваних феросплавів на заводі розроблен і впроваджен ряд заходів, спрямованих на забезпечення випуску експортної продукції, яка відповідає вимогам споживачів по фракціонному складу. Так, у цеху № 1 введено у експлуатацію дробильно-сортировочний комплекс з використанням імпортного обладнання. Комплекс забезпечує отримання феросплавів фракції від 5 до 80 мм.

Розроблена і впроваджена технологія розливу феросплавів у осередкові мульди дозволяє одержувати сплави визначених фракцій без дроблення.

У промислових умовах відпрацьовується технологія фракціювання феросплавів методом усадочно-термічного руйнування, яке складається у створенні певного режиму циклічного нагріву і різкого охолодження злитків у процесі переміщення їх на стрічці розливочної машини. Ця технологія виключає механічне дроблення, знижує кількість дрібної і пилової фракції сплаву, підвищує продуктивність розливочної машини.

Впровадження розроблених заходів у виробництво дозволяє не тільки підвищити ефективність виробництва марганцевих феросплавів при неухильному зниженні якості використовуваної марганцевої сировини, але і значно знизити шкідливий вплив відходів виробництва у навколишню середу. Зміст важених речовин у атмосфері міста і на межі санітарної зони заводу не перевищує ПДК ($0,3 \text{ мг/м}^3$) і складає $0,13-0,35 \text{ мг/м}^3$, у межах дозволених норм знаходиться і концентрація шкідливих сполучення $\text{MnO}_2 - 0,003-0,010$ (ПДК - $0,010 \text{ мг/м}^3$); $\text{SO}_2 - 0,13-0,018$ (ПДК - $0,5 \text{ мг/м}^3$), $\text{CO} - 0,2 \text{ мг/м}^3$ (ПДК - 5 мг/м^3); $\text{NO}_2 - 0,06-0,08$ (ПДК $0,085 \text{ мг/м}^3$).

У 1994 р. по розробкам автора роботи (А.С. 999615) утилізовано 181 тис.т шламів, 4,5 тис.т пилу і 46,7 тис.т шлакового піску, що у перерахунку на марганцевий концентрат зекономило 94 тис. базових (48% Мп) тон.

ВИСНОВКИ

Головний підсумок теперішньої дисертаційної роботи заключається у тому, що у ній поставлені і отримані конкретні рішення актуальної задачі ресурсзбереження у галузі виплавки багатотонажних марганцевих феросплавів у понадпотужених рудовідновлювальних електропечах ВАТ "Нікопольський завод феросплавів".

Рішення головної задачі стало можливим дякуючи виконаним дослідженням фізико-хімічних властивостей вихідної марганцеворудної сировини, продуктів плавки і вторинних матеріалів електротермічного виробництва, проведених у промислових умовах технологічних і дослідно-конструкторських розробок щодо удосконалення діючих і розробці нових технологічних схем і процесів виплавки марганцевих феросплавів масового сортаменту - товарного силікомарганцю і високовуглецевого феромарганцю з широким залученням вторинних матеріалів, рішенням екологічних задач і забезпеченням конкурентноспроможної продукції на світовому ринку.

У числі часткових задач, які знайшли рішення у теперішній дисертації, органічно пов'язаних між собою і котрі являються складовими загальною задачею, належить відмітити наступні:

1. Науково-узагальнені багаточисленні літературні данні про сучасний стан і основні тенденції загальносвітового розвитку чорної металургії та їх взаємозв'язок з виробництвом феросплавів на Україні. Показано, що характерною ознакою сталеплавильного виробництва промислово розвинених країн є зниження темпів росту виробництва сталі з переваженням у його структурі двох основних засобів виплавки: киснево-конвертерного і електропічного. Це обусловлює збільшення обсягів виплавки силікомарганцю, доля якого у загальних витратах

марганцю у сталеплавильному виробництві України (6,1 кг/т) складає 48-64%.

2. Виконан аналіз світових розвіданих запасів марганцю, показана роль України у виробництві марганцевої сировини і феросплавів, доля якої у випуску марганцевих феросплавів у теперішній період складає 68% від загального їх виробництва країнами СНД і близько 22% світового. Приведена динаміка змінення якості марганцевих товарних концентратів, які виробляються гірничо-збагачувальними комбінатами Нікопольського басейну і постачаються заводу. Показано, що з 1960 до 1980 рр. зміст марганцю у товарних концентратах щорічно знижувався у середньому на 0,47%, а у період з 1980 до 1995 рр. - на 0,2%. Визначен кількісний вплив змісту марганцю у вихідній сировині на основні показники виплавки марганцевих феросплавів у понадпотужних рудовідновлювальних електропечах. Складен нарізний баланс марганцю від дозбиці руди до виробництва сталі, корисне використання якого на кінцевій стадії складає 30-40%, досліджен розподіл ведучих і домішних елементів при електроплавці марганцевих феросплавів та визначені основні статті витрат марганцю на стадії електрометалургійної переробки, основна кількість якого - 12-16% втрачається із шлаками і 4-6% із шламами.

3. Термодинамічним аналізом основних реакцій електроплавки марганцевих феросплавів показана роль побічного і прямого відновлювання оксидів заліза, фосфору і марганцю, визначені умови відновлювання і його розподіл поміж газовою і металевою фазами, розраховані енергетичні параметри процесів десфратції, декарбонізації і відновлення карбонатів і оксидів основних компонентів шихтової суміші. Досліджен вплив кількості і виду залізовмісних додатків на показники виплавки високовуглецевого феромарганцю. Встановлено, що заміна залізорудних окатишів металевими додатками дозволяє знизити питомі витрати коксу на 29 кг і електроенергії на 185 кВт.г/баз.т.

4. Вперше отримані нові дані про теплоенергетичні параметри роботи рудовідновлювальних печей НЗФ. Розроблена методика, багато, кратні комплексні дослідження температурного режиму роботи діючих печей і виконані розрахунки дозволили встановити, що тепловий ККД печей різноманітних типорозмірів від 67% (РПЗ-48) до 85% (РКГ-75) і залежить, насамперед, від геометричних параметрів ванни печі, фактичної потужності і виду виплавляемого сплаву у структурі енергетичних витрат, основна доля припадає на витрати з охолодженою водою - 79,2 (РКГ-75) і 77,9 (РПЗ-48). Впровадження рекомендацій що до змінення геометричних параметрів печей (збільшення глибини ванни с 2850 до 3850-4500 мм) і забезпечення їх роботи на оптимальних межах фактичної потужності (при виплавці сілікомарганцю - 49-50 Мвт, феромарганцю - 40-42 Мвт) дозволили підвищити коефіцієнт використання

підведеної потужності для печей РПЗ-48 с 60% до 71% і печей РПЗ-63ИІ с 64% до 75%.

5. Виконаними дослідженнями із залученням сучасних методів хімічного, спектрального, диференціально-термічного, мікрорентгено-спектрального і петрографічного аналізів визначені основні фізико-хімічні властивості і речовий склад вторинних матеріалів виробництва марганцевих феросплавів. Розроблені основні напрямки комплексного використання марганцевмістивих відходів - шламів (16-28% Мп); шлаків (10-14% Мп), пилу (25-27%) і металовмістивих матеріалів у власному виробництві і суміжних галузях промисловості.

6. Досліджена, розроблена і впроваджена в умовах ВАТ "НЗФ" наскрізна технологія сумісної агломерації концентратів нікопольських руд і вторинних марганцевмістивих матеріалів феросплавного виробництва і виплавки силікомарганцю МпС17 с його використанням. Показана висока ефективність залучення шламів, пилу і відсівів шлакопереробки замість первинної сировини. Освоєна технологія виплавки силікомарганцю з використанням металоконцентрату (44-50% Мп, 0,3-0,4% Р), введення якого у кількості 3,2% від маси основної марганцевмістивої сировини дозволяє підвищити вилучення марганцю на 1,9%, продуктивність печі РПЗ-48 на 8,9%, а питомі витрати електроенергії знизити на 8,3%. У промислових умовах Дніпровського металургійного комбінату ім.Держинського відпрацьована технологія виробництва сталі з використанням ковшових залишків, некондиційної дрібнини силікомарганцю і металоконцентрату замість стандартного силікомарганцю, яка дозволяє підвищити засвоєння марганцю на 3,4-5,1% і знизити загальні витрати марганцевих феросплавів.

7. Визначені напрямки удосконалення технології виробництва феросплавів з використанням низькосортної марганцеворудної сировини, яка забезпечує їх конкурентноспроможність на світовому ринку. Із залученням методів математичної статистики досліджені і встановлені кількісний вплив основних технологічних параметрів на показники виплавки і якість малофосфористого марганцевого шлаку (40-42% Мп, 0,013-0,025% Р) у промислових печах РКЗ-16,5 і РКЗ-22,5. Показано, що для забезпечення отримання шлаку з низьким вмістом фосфору необхідно працювати на відношеннях: твердого вуглеця до марганцю (Ств/Мп) - 0,19; Мп/ SiO₂ у шихті 2,65 і Мп/ SiO₂ у шлаці 1,97. Виконаними дослідженнями фазового складу шлаку і розподілу елементів по ходу його розливки встановлено, що якість малофосфористого шлаку визначається наявністю у ньому попутного металу, котрий представлений як мікрокорольками (0,001-).005 мм), так і більш крупними (3-4 мм) включеннями. Як правило, мікрокорольки, які представляють собою первинний метал, вміщують підвищену кількість заліза 55-60%, марганцю 25-30% і фосфору 13-15%, а більш крупні мають складний склад і представлені двома фазами: світла складається із марганцю

(73,4%), заліза (17,5%) і фосфору (0,14%), а темна, відповідно, 57-60%, 20-28% і 11-32%. Концентрація фосфору у оксидних фазах малофосфористого шлаку - манганозиті, глаукохроїті і склі близька до рівня фону.

8. Виконані термодинамічні розрахунки реакцій відновлювання трикальційфосфату вуглецем у присутності металевого марганцю і заліза, які котрі зсувають рівновагу у область більш низьких температур. Так, температура початку відновлення трикальційфосфату вуглецем складає 1023 °С, а у присутності марганцю і заліза вона знижується відповідно до 935 - 975 °С, що забезпечує більш повне відновлювання і осадження фосфору у попутний метал. У промислових умовах відпрацьована технологія виплавки малофосфористого шлаку з використанням у шихту у якості металоосаджувача попутного металу. Показано, що введення у шихтову суміш непідготовленого за фракційним складом попутного металу у кількості 50 кг на базову тону шлаку дозволяє підвищити виділення марганцю на 1%, вихід шлаку із зниженим змістом фосфору на 3,6%, знизити витрати агломерату на 15 кг/баз.т і коксу на 5,9 кг/баз.т. Показана перспективність залучення вторинних марганцевмістивих осаджувачей для поліпшення якості шлаку і показників його виплавки.

9. На основі обробки великого масива даних роботи промислових печей, які виплавляють марганцеві феросплави з різноманітною концентрацією фосфору, методами математичної статистики встановлен кількісний впаив витрат малофосфористого шлаку на якість сплаву і показники його виплавки. Так, для зниження концентрації фосфору у силікомарганцю на 0,1% необхідно витратити 750 кг малофосфористого шлаку на базову тону, при цьому продуктивність печі і виділення марганцю знижується на 16,3 баз.т/добу і 2,17% відповідно, а питома витрата електроенергії підвищується на 190 кВт.т/т. Відпрацьована у промислових умовах технологія виробництва низькофосфористих марганцевих феросплавів, передбачаюча брикетування гранульованого малофосфористого шлаку сумісно з газовим вуглем підвищить продуктивність печі на 18%, виділення марганцю на 14% і знизити витрати електроенергії на 24%. Розроблена і впроваджена технологічна схема фракціонування марганцевих феросплавів з використанням сучасного дробильно-сортировочного обладнання (шекової дробилки фірми KUJKEK N і вібраційного грохоту фірми SEKO) і удосконалення конструкції мульд розливочних машин. У промислових умовах відпрацьована технологія фракціонування феросплавів методом усадочно-термічного руйнування, яка виключає механічне дріблення і підвищує ефективність процесу.

10. Розроблена і впроваджена у промисловість технологічна схема комплексного використання вторинних марганцевмістивих матеріалів, яка передбачає: грануляцію вогненорідних шлаків з застосуванням будівельного матеріалу і дріблення корок шлаку на дробиль-

но-сортировочному комплексі з отриманням фракційної щебілки і абразивних матеріалів для будівельної індустрії, машинобудівництва і металургії, збагачення шлакової щебілки методами пневмосепарації, гідровідсадки і радіоволнової сепарації з одержанням металоконцентрату, вміщуючого 60-95% металевої фази, яке є цінною сировиною при виплавці сталі і феросплавів; виготовлення виробів із шлакового літвва - важелі магістральних газонефтепроводів, фундаментальних блоків, футеровки циклонів газоочистки і трубопроводів, облицювочної плитки та інш., утилізацію дрібнодисперсних марганцевмістивих матеріалів - пилу, шламів, відсівів шлакопереробки шляхом їх агломерації з основною марганцеворудною і залізорудною сировиною. Це дозволило створити практично безвідходну технологію випливної марганцевих феросплавів в умовах ВАТ "НЗФ".

11. У результаті впровадження виконаних розробок забезпечено отримання конкурентноспроможних на світовому ринку марганцевих феросплавів масового MnC17P35 і сортаменту ФМн78P55, обсяг їх експорту у зарубіжні країни доведен до 30%, підвищена ефективність виробництва марганцевих феросплавів при неухильному зниженні якості використовуємої марганцевої сировини, зменшен шкідливий вплив відходів виробництва у навколишнє середовище. Вміст шкідливих речовин у атмосфері міста і межах санітарної зони заводу не перевищує ПДК (0,5 мг/м³) і складає 0,13-0,35 мг/м³, у межах допущених норм знаходиться і концентрація шкідливих сполучень: MnO² - 0,003-0,010 (ПДК 0,010 мг/м³); SO₂ - 0,13-0,18 (ПДК 0,05 мг/м³); CO - 0,2 мг/м³ (ПДК 5 мг/м³), NO² - 0,06-0,08 (ПДК 0,085 мг/м³). Утилізація вторинних матеріалів для власних потреб заводу дозволила заощадити у 1994 р. 98 тис.т марганцевої сировини у перерахунку на базовий зміст марганцю (48%), а у 1995р. - 54 тис.т. При сучасній світовій ціні на марганцеву сировину (2 долара США за тис.процент) реальний економічний ефект складає 9,4 млн. і 5,2 млн. доларів США відповідно.

ОСНОВНИЙ ЗМІСТ ДИСЕРТАЦІЇ ОПУБЛІКОВАНО У НАСТУПНИХ РОБОТАХ

1. Люборець І.І. Технічний прогрес у виробництві марганцевих феросплавів на Нікопольському заводі феросплавів. // У кн.: Технічний прогрес у виробництві феросплавів (Доповідь на міжнародному семінарі. Чехословаччина, м.Істебня), 23-25.10, 1984 р. с.219-226.
2. Ганцеровський О.Г., Чепеленко Ю.В., Овчарук А.М., Хитрик С.І., Люборець І.І. Вплив основних технологічних факторів на показники процесу виплавки феромарганцю у електропечах РПЗ-46М2. // Сталь, 1978. - № 5, - с.434-436.
3. Рогачов І.П., Овчарук А.М., Люборець І.І. До запитання комплексного використання вторинних матеріалів, які утворюються при ви-

- робництві марганцевих феросплавів. // У кн.: Комплексне використання сировини і вторинних ресурсів у електрометалургії феросплавів. Дніпропетровськ, 1982. С.21.
4. Гладких В.А., Лисенко В.Ф., Рогачов І.П., Овчарук А.М., Петров А.В., Ткач Г.Д., Люборець І.І. Дослідження технології металургійного переділу шлакового піску силікомарганцю. // *Металургія і коксохімія*. К.: Техніка, 1983.- вип.81, - С.53-56.
 5. Величко Б.Ф., Ткач Г.Д., Люборець І.І., Карманов Е.С., Чичагов А.Б. Зниження витрат металу з шлаками при виплавці марганцевих феросплавів. *Сталь*, -1983, -№ 5, - С.8-9.
 6. Кривенко В.В., Овчарук А.М., Гасик М.І., Люборець І.І., та інші. Технологія агломерації тонких марганцевих концентратів з використанням мікрогранулювання для феросплавного виробництва. // Зб. праць міжнародної науково-практичної конференції "Теорія і практика електротермії феросплавів", м. Нікополь, 1996, С.77-79.
 7. Овчарук А.М., Ганцеровський О.Г., Рогачов І.П., Карманов Е.С., Ткач Г.Д., Чепеленко Ю.В., Люборець І.І. Порівняльний аналіз структури енергетичних витрат герметичних рудовідновлювальних печей, виплавляючих силікомарганець. Тбілісі: Сабчота сакартвело, 1983, -С. 423-427.
 8. Рогачов І.П., Чуб П.І., Люборець І.І., Тарасенко В.В., Овчарук А.М., Махницький В.А. Утилізація некондиційних марганцевмістивих матеріалів у сталеплавильному виробництві. // *Металургійна і гірничорудна промисловість*. 1987, - № 3. - С.43-48.
 9. Кашкуль В.В., Гришлунт О.Г., Люборець І.І. Передовий досвід експлуатації рудовідновлювальних електропечей. // М.: *Металургія*, 1988 р. - 88с.
 10. Грищенко С.Г., Каргіна З.П., Дашевський Ю.М., Люборець І.І., Кучер І.Г., Бельченко Е.М. Виплавка високовуглецевого феромарганцю з використанням концентратів із змішаної руди. // *Сталь*, - 1991, - № 11, - С.34-36.
 11. Грищенко С.Г., Проскурін Г.П., Люборець І.І. Сучасний стан і перспективи розвитку добутку і переробки марганцевої сировини на Україні. // *Сталь*, 1992, - № 10, - с.39-41.
 12. Ганцеровський О.Г., Овчарук А.М., Рогачов І.П., Кузнецова А.А., Люборець І.І. Статистичний аналіз технологічних даних виробництва малофосфористого шлаку. // *Проблеми металургійного виробництва*. К., Техніка, 1992, - вип. 108, - с.95-100.
 13. Овчарук А.М., Рогачов І.П., Коваль А.В., Люборець І.І., Ганцеровський О.Г., Кучер І.Г. Кількісні закономірності змінення техніко-економічних показників виробництва силікомарганцю з різними концентраціями фосфору. // *Проблеми металургійного виробництва*. К., Техніка, 1993, - вип. 109, - с.49-53.

14. Овчарук А.М., Коваль А.В., Люборець І.І., Рогачов І.П., Погребняк А.І., Ляшенко В.С., Кучер І.Г., Росподіл основних і примісних елементів поміж продуктами електротермічної дефосфорації марганцевої сировини. // У кн.: Сучасний стан і перспективи розвитку електротермічного виробництва кольорових металів, феросплавів та інших неорганічних матеріалів. Дніпропетровськ, 1994, -С.75-76.
15. Овчарук А.М., Коваль А.В., Люборець І.І., Рогачов І.П., Погребняк А.І., Ганцеровський О.Г., Кучер І.Г., Кривенко В.В., Ляшенко В.С. Дослідження мінералогічного змісту марганцевої сировини. // У кн.: Сучасний стан і перспективи розвитку електротермічного виробництва кольорових металів феросплавів та інших неорганічних матеріалів. Дніпропетровськ, 1994, -С.36-38.

По темі дисертації отримані авторські свідоцтва СРСР: 999615, 973631, 998555, 1039977, 1126612, 121217, 1291619, 1485551, 1525224, 1643627, 1650749, 1621522.

Люборець І.І. Розробка та впровадження ресурсозберігаючої технології виплавки марганцевих феросплавів у понадпотужних рудовідновлювальних електропечах.

Дисертація на здобуття вченого ступеня кандидата технічних наук по спеціальності 05.16.02 - Металургія чорних металів, Державна металургійна академія України, м. Дніпропетровськ.

Робота присвячена вирішенню актуальної проблеми впровадження ресурсозберігаючої технології виробництва марганцевих феросплавів масового сортаменту у сучасних рудовідновлювальних електропечах. Досліджен розподіл марганцю поміж продуктами електроплавки і визначені основні статті його витрат, встановлен кількісний вплив вмісту марганцю у вихідній сировині на показники процесу плавки, виконан аналіз фізико-хімічних властивостей вторинних марганцевмістивих матеріалів, розроблена і впроваджена технологічна схема комплексного використання вторинних марганцевмістивих матеріалів у власному виробництві і суміжних галузях промисловості, забезпечуючих підвищення ефективності виробництва, охорону навколишнього середовища і випуск конкурентноспроможної на світовому ринку продукції.

***Ключові слова:** марганець, електротермія, обесфосфорування сировини, агломерація, ресурсозбереження, охорона навколишнього середовища, конкурентноспроможні сплави.*


Luborets I.I. Elaboration and implementation of the resource-saving technology of producing manganese ferro-alloys in high power ore-smelting electric furnaces.

Thesis for competition of technical candidates degree on the speciality 05.16.02-"Metallurgy of ferrous metals", State Metallurgical Academy of Ukraine, Dnepropetrovsk, 1996.

The dissertation is devoted to solving actual problem of implementation of the resource-saving technology in ferro-alloys production of wide-range assortment using modern ore-smelting electric furnaces.

The distribution of manganese between products of smelting has been researched. All basic points of its losses are determined as well as quantity influence of manganese in initial raw materials at the indexes of the smelting process. This work also contains : the analysis of physical-chemical properties of the recycled manganese alloys. The technological scheme of the complex utilization of the recycled manganese alloys in its own production and adjoint branches of industry is worked out and put into operation. The above said technology provides the increase of production efficiency, environmental protection and the output of the competitive produce to the world market.

Key words : *manganese, electrotreatment, dephosphorisation of raw materials, agglomeration, resource saving, environmental production, competitive alloys.*



АВТОГРАФ

430520

436540

AB 35.165

AB 35.165