

ЮБИЛЕЮ
АЛЬСКОЙ
АЛТУРГИИ

Л.А. СМИРНОВ
Ю.А. ДЕРЯБИН
С.К. НОСОВ
А.Я. КУЗОВКОВ
В.И. ИЛЬИН

КОНВЕРТЕРНЫЙ ПЕРЕДЕЛ ВАНАДИЕВОГО ЧУГУНА

23

V

$3d^3 4s^2$

50,94

Л.А. СМИРНОВ
Ю.А. ДЕРЯБИН
С.К. НОСОВ
А.Я. КУЗОВКОВ
В.И. ИЛЬИН

КОНВЕРТЕРНЫЙ ПЕРЕДЕЛ ВАНАДИЕВОГО ЧУГУНА

Екатеринбург
Средне-Уральское
книжное издательство
2000

ББК 34.323: 24.125

УДК 669.052

С 50

**Смирнов Л.А., Дерябин Ю.А., Носов С.К., Кузовков А.Я.,
Ильин В.И.**

С 50 Конвертерный передел ванадиевого чугуна. – Екатеринбург: Сред.-Урал. кн. изд-во, 2000. – 528 с.

ISBN 5-7529-0025-5

В пер.: 2000 экз.

Рассмотрены основы комплексной металлургической переработки ванадийсодержащих титаномагнетитов. Описаны основные отечественные и зарубежные металлургические предприятия по производству ванадиевого чугуна и его переработке на сталь и ванадиевый шлак. Представлены история развития и современное состояние технологии передела ванадиевого чугуна в конвертерах. Обсуждены особенности переработки ванадиевых чугунов по отношению к обычным переладельным чугунам и технологические вопросы конвертерного передела ванадиевого чугуна дуплекс-процессом и монопроцессом. Выполнено сравнение экономической эффективности различных вариантов технологии дуплекс-процесса и монопроцесса. Отмечены экологические аспекты металлургической переработки ванадийсодержащих титаномагнетитов и конвертерного передела ванадиевых чугунов с точки зрения поведения ванадия.

Издание предназначено для инженерно-технических работников металлургических предприятий, проектных и научно-исследовательских институтов, для преподавателей и студентов металлургических специальностей вузов и техникумов.

Ил. 120. Табл. 111. Библиогр. список: 312 назв.

ББК 34.323: 24.125

На форзаце: в кислородно-конвертерном цехе НТМК (фото из архива комбината)

ISBN 5-7529-0025-5

© Л.А. Смирнов, Ю.А. Дерябин, С.К. Носов,
А.Я. Кузовков, В.И. Ильин, 2000

© Сред.-Урал. кн. изд-во, оформл., 2000

ОГЛАВЛЕНИЕ

Предисловие	7
Глава 1. Общие вопросы металлургической переработки ванадийсодержащих титаномагнетитов.	16
1.1. Основные используемые на практике схемы комплексной переработки ванадийсодержащих титаномагнетитов с извлечением ванадия	16
1.1.1. Гидрометаллургическая схема	16
1.1.2. Пирометаллургическая схема.	21
1.2. Технологические сложности восстановительной проплавки титаномагнетитов по отношению к обычному железорудному сырью.	28
1.3. Предприятия по переработке ванадийсодержащих титаномагнетитов с получением ванадиевого чугуна, ванадиевого шлака и стали.	39
1.3.1. Нижнетагильский металлургический комбинат	40
1.3.2. Чусовской металлургический завод	49
1.3.3. Паньчжихуанский металлургический комбинат	52
1.3.4. Мааньшаньский металлургический комбинат	55
1.3.5. Хайвелд Стил энд Ванадиум Корпорэйшн	57
1.3.6. Нью Зилэнд Стил Компани	59
1.3.7. Чэндэнский металлургический комбинат	60
1.4. Другие способы окислительной обработки ванадиевого чугуна	62
1.5. Состояние и перспективы расширения производства ванадийсодержащих низколегированных сталей.	68
Глава 2. Передел ванадиевого чугуна конвертерным дуплекс-процессом. Производство ванадиевого шлака и углеродистого полупродукта	84
2.1. Деванадация чугуна в бессемеровских конвертерах	84
2.1.1. Разработка и освоение технологии	84
2.1.2. Действующая технология деванадации чугуна на ЧМЗ.	98
2.1.3. Разработка теоретических основ конвертирования ванадиевого чугуна.	106
2.2. Деванадация чугуна в кислородных конвертерах	114
2.2.1. Предпосылки использования кислородного дутья.	114
2.2.2. Разработка и освоение технологии передела ванадиевого чугуна	118
2.2.3. Освоение технологии деванадации низкремнистых чугунов	134
2.2.4. Действующая технология передела низкремнистых ванадиевых чугунов на НТМК	163
2.3. Развитие физико-химических основ конвертирования ванадиевого чугуна.	187
2.3.1. Общие вопросы механизма и кинетики реакций	187
2.3.2. Относительные скорости окисления компонентов чугуна	193
2.3.3. Природа температурного порога скорости безуглероживания.	206
2.4. Вопросы фазового состава, микроструктуры и качества ванадиевого шлака	212
2.4.1. Особенности фазового состава ванадиевых шлаков дуплекс-процесса	213
2.4.2. Квазитройная диаграмма состояний ванадиевого шлака	223
2.4.3. Общие вопросы повышения качества ванадиевого шлака	231
2.5. Материальный и тепловой балансы конвертерной плавки	242
Глава 3. Передел ванадиевого чугуна конвертерным дуплекс-процессом. Производство стали из углеродистого полупродукта	261
3.1. Разработка и освоение технологии передела углеродистого полупродукта в кислородных конвертерах с получением стали.	263

3.1.1. Физико-химические аспекты рафинирования железуглеродистого расплава в кислородном конвертере от фосфора и серы.	263
3.1.2. Технологические основы выплавки стали в кислородных конвертерах с использованием углеродистого полупродукта.	268
3.1.3. Передел полупродукта при различных вариантах подачи в конвертер кислородного дутья и перемешивающих газов.	276
3.1.4. Опыт применения газодинамической отсечки сталеплавильного шлака.	294
3.1.5. Отработка технологии производства различных марок стали.	300
3.1.6. Некоторые вопросы конвертерной и внепечной десульфурации углеродистого полупродукта.	312
3.1.7. Исследование равновесий кислорода с ванадием, кремнием и марганцем в расплавах на основе железа.	318
3.2. Проблемы шлакообразования при конвертерном переделе полупродукта.	322
3.2.1. Особенности формирования шлака при выплавке стали из полупродукта.	322
3.2.2. Использование различных добавочных материалов для улучшения шлакообразования при конвертировании полупродукта.	328
3.3. Вопросы материального и теплового балансов конвертерной плавки.	344
3.4. Влияние примесей цветных металлов на качество стали.	351
Глава 4. Передел ванадиевого чугуна в кислородных конвертерах с использованием стального лома.	358
4.1. Технологические особенности передела ванадиевого чугуна монопроцессом.	359
4.1.1. Основные результаты исследований по переработке ванадиевого чугуна монопроцессом в кислородных конвертерах.	367
4.1.2. Результаты промышленной практики передела ванадиевого чугуна на НТМК конвертерным монопроцессом в 1997–1998 годах.	393
4.1.3. Вопросы переработки известково-ванадиевых шлаков монопроцесса.	403
4.2. Передел ванадиевого чугуна конвертерным дуплекс-процессом с использованием стального лома (НИКОМ-процесс).	425
4.2.1. Исследование технологии дуплекс-процесса с присадкой стального лома на первой стадии.	426
4.2.2. Особенности технологии дуплекс-процесса при использовании стального лома на второй стадии.	434
4.3. Сравнительный технико-экономический анализ различных вариантов конвертерного передела ванадиевого чугуна.	448
Глава 5. Экологические аспекты переработки ванадийсодержащего титаномагнетитового сырья с извлечением ванадия.	462
5.1. Общие сведения о влиянии ванадия на организм человека.	463
5.2. Особенности технологии переработки ванадийсодержащих титаномагнетитов и передела ванадиевого чугуна с точки зрения экологии.	470
5.3. Результаты испытаний ванадийсодержащих шлаков дуплекс-процесса и монопроцесса на растворение ванадия в различных средах.	475
5.4. Сравнительная оценка экологической безопасности технологий передела ванадиевого чугуна в конвертерах дуплекс-процессом и монопроцессом.	484
Заключение.	491
Литература.	496
Краткие сведения об авторах книги.	523