

А.Г. Шалимов, А.Е. Секин, М.П. Галкин, К.Л. Косырев

**ИННОВАЦИОННОЕ РАЗВИТИЕ
ЭЛЕКТРОСТАЛЕПЛАВИЛЬНОГО ПРОИЗВОДСТВА**



К 70-летию ФГУП «ЦНИИчермет им. И.П.Бардина»

А.Г.Шалимов, А.Е.Семин, М.П.Галкин, К.Л.Косырев

**ИННОВАЦИОННОЕ РАЗВИТИЕ
ЭЛЕКТРОСТАЛЕПЛАВИЛЬНОГО ПРОИЗВОДСТВА**

Москва
«Металлургиздат»
2014

УДК 669.187
ББК 34.314
Ш 28

Рецензент:

Александр Яковлевич Стомахин

профессор НИТУ «Московский институт стали и сплавов», д-р техн. наук,
лауреат премии Совета Министров СССР, Почетный металлург

Ш 28 **Инновационное развитие электросталеплавильного производства /**

Шалимов А.Г., Семин А.Е., Галкин М.П., Косырев К.Л. Монография.

М. : Металлургиздат, 2014. 308 с. Ил.

ISBN 978-5-902194-73-6

В монографии рассматривается развитие электросталеплавильного производства на базе инновационных решений, обеспечивших его широкое распространение во всем мире. Рассмотрены результаты реализации различных методов интенсификации процесса выплавки стали в дуговых сталеплавильных печах: увеличение вместимости и мощности агрегатов, использование дополнительных альтернативных видов энергии, формирование пенистых шлаков, донная продувка и др. Проанализированы эффективность эксплуатации печей новых конструкций, предварительного подогрева лома в шахтных печах и при его непрерывной загрузке, а также использования металлургического сырья и жидкого чугуна. Рассмотрена роль внепечной и вакуумной обработки стали как составной части технологического процесса электропечь – внепечная обработка – непрерывная разливка стали. Показано определяющее влияние производства стали в электропечах на формирование современных металлургических мини-заводов, обеспечивших производство не только сортовой металлопродукции, но и производства листового проката и тонкой полосы с использованием тонкослябовых МНЛЗ, станов Стекеля, двухвалковых литейно-прокатных агрегатов.

Монография предназначена для инженерно-технических работников металлургических предприятий, научно-исследовательских и инновационных подразделений. Книга может быть полезна студентам и магистрам металлургических вузов.

ISBN 978-5-902194-73-6



© Шалимов А.Г., Семин А.Е., Галкин М.П., Косырев К.Л., 2014

© ЗАО «Металлургиздат», 2014

Содержание

Введение	6
Глава 1. Современное состояние и развитие сталеплавильного производства в мире и России	8
1.1. Мировое производство стали.	8
1.2. Состояние и тенденции развития черной металлургии в Российской Федерации	14
1.3. Структура сталеплавильного производства	22
1.4. Развитие электросталеплавильного производства в России	29
Глава 2. Применение альтернативных энергоносителей при плавке стали в ДСП.	37
2.1. Работа ДСП с жидким остатком	40
2.2. Работа ДСП с использованием жидкого чугуна	40
2.3. Окисление части железа шихты газообразным кислородом для увеличения прихода тепла	41
2.4. Окисление газообразным кислородом дополнительно вводимого в печь углерода для увеличения прихода тепла.	42
2.5. Окисление углерода в потоке кислорода	44
Глава 3. Методы и способы использования кислорода и альтернативных источников энергии для интенсификации процесса электроплавки	50
Глава 4. Дожигание отходящих газов	62
Глава 5. Формирование пенистых шлаков.	69
Глава 6. Повышение электрической мощности и вместимости ДСП	76
6.1. Повышение мощности печных трансформаторов	76
6.2. Конструкции ДСП с увеличенным объемом печного пространства	79
6.3. Тенденции в конструировании новых ДСП	82
6.4. Донная продувка металла газами в ДСП	90

Глава 7. Шахтные дуговые сталеплавильные печи.	93
7.1. Технологические возможности шахтных ДСП	93
7.2. Экологические проблемы при использовании шахтных ДСП	95
7.3. Совершенствование конструкций шахтных ДСП.	98
Глава 8. ДСП с непрерывной загрузкой лома	103
8.1. Технологическая схема процесса с непрерывной подачей лома.	103
8.2. Показатели работы новых ДСП Consteel	111
8.3. Тепловая работа ДСП с непрерывной подачей лома.	114
Глава 9. Шихтовые материалы для выплавки стали в ДСП	119
9.1. Стальной лом.	119
9.2. Чугун	124
9.3. Композиционный шихтовой материал	125
9.4. Металлизированное сырье	125
9.5. Применение жидкого чугуна	138
Глава 10. Печи постоянного тока.	147
Глава 11. Внепечная обработка стали – революционное развитие электросталеплавильного производства.	152
11.1. Ковшовая обработка стали.	155
11.1.1. Агрегат ковш-печь	155
11.1.1.1. Нагрев жидкой стали	156
11.1.1.2. Продувка аргоном	158
11.1.1.3. Обработка шлаком	160
11.1.1.4. Применение порошковой проволоки	162
11.1.1.5. Совершенствование конструкции АКП	164
11.1.2. Внепечная обработка стали с химическим нагревом в ковше	165
11.2. Внепечное вакуумирование стали.	167
11.2.1. Вакуумирование в ковше.	167
11.2.2. Циркуляционное вакуумирование	170
11.3. Современные вакуумные насосы для агрегатов вакуумирования стали.	179

Глава 12. Возможности производства электростали с пониженным содержанием азота	186
Глава 13. Дуговая сталеплавильная печь – базовый элемент структуры современных мини-заводов	204
13.1. Развитие современных мини-заводов	204
13.2. Производство листового проката из электростали с применением станов Стеккеля на современных мини-заводах.	217
13.3. Производство тонких горячекатаных полос с использованием двухвалковых литейно-прокатных агрегатов.	221
13.3.1. Процесс производства горячекатаной полосы в двухвалковых литейно-прокатных агрегатах.	222
13.3.1.1. Принцип литья полосы в двухвалковом кристаллизаторе.	222
13.3.1.2. Развитие промышленных способов литья полосы в двухвалковых литейно-прокатных агрегатах	225
13.3.1.3. Состав основного оборудования двухвалкового литейно-прокатного агрегата.	231
13.3.1.4. Технологический процесс производства тонкой горячекатаной полосы на двухвалковом ЛПА	235
13.3.1.5. Особенности организации производства.	238
13.3.2. Техничко-экономические показатели процесса.	244
13.3.3. Свойства тонкой горячекатаной полосы, производимой на двухвалковых литейно-прокатных агрегатах.	254
13.3.4. Использование тонкой горячекатаной полосы и перспективы расширения сортамента	273
13.4. Создание металлургических микро-заводов	278
13.5. Возможности использования на мини-заводах жидкого чугуна.	280
13.6. Тенденции развития металлургических мини-заводов в России	282
Глава 14. Тенденции дальнейшего развития	287
Литература	293