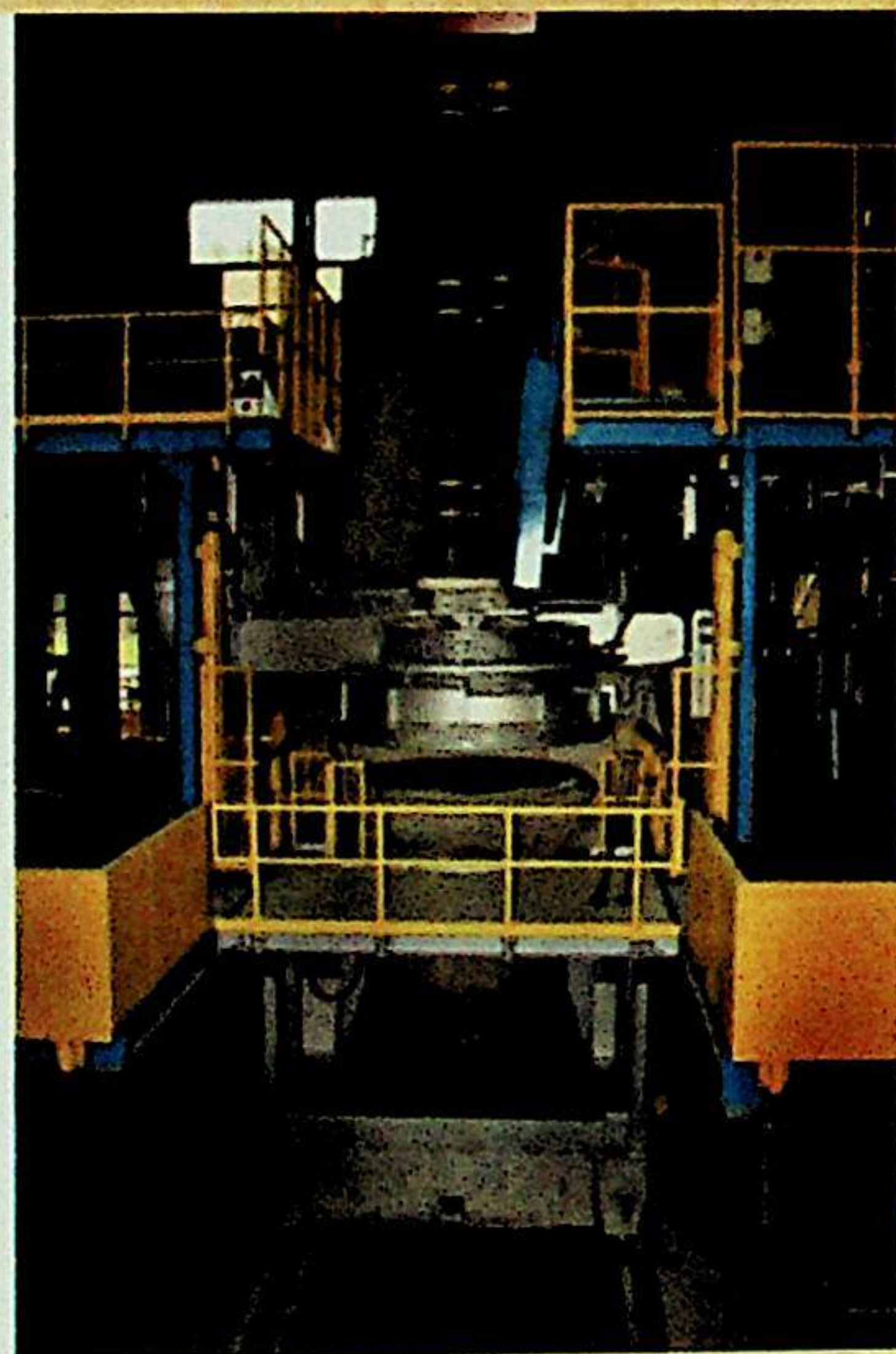
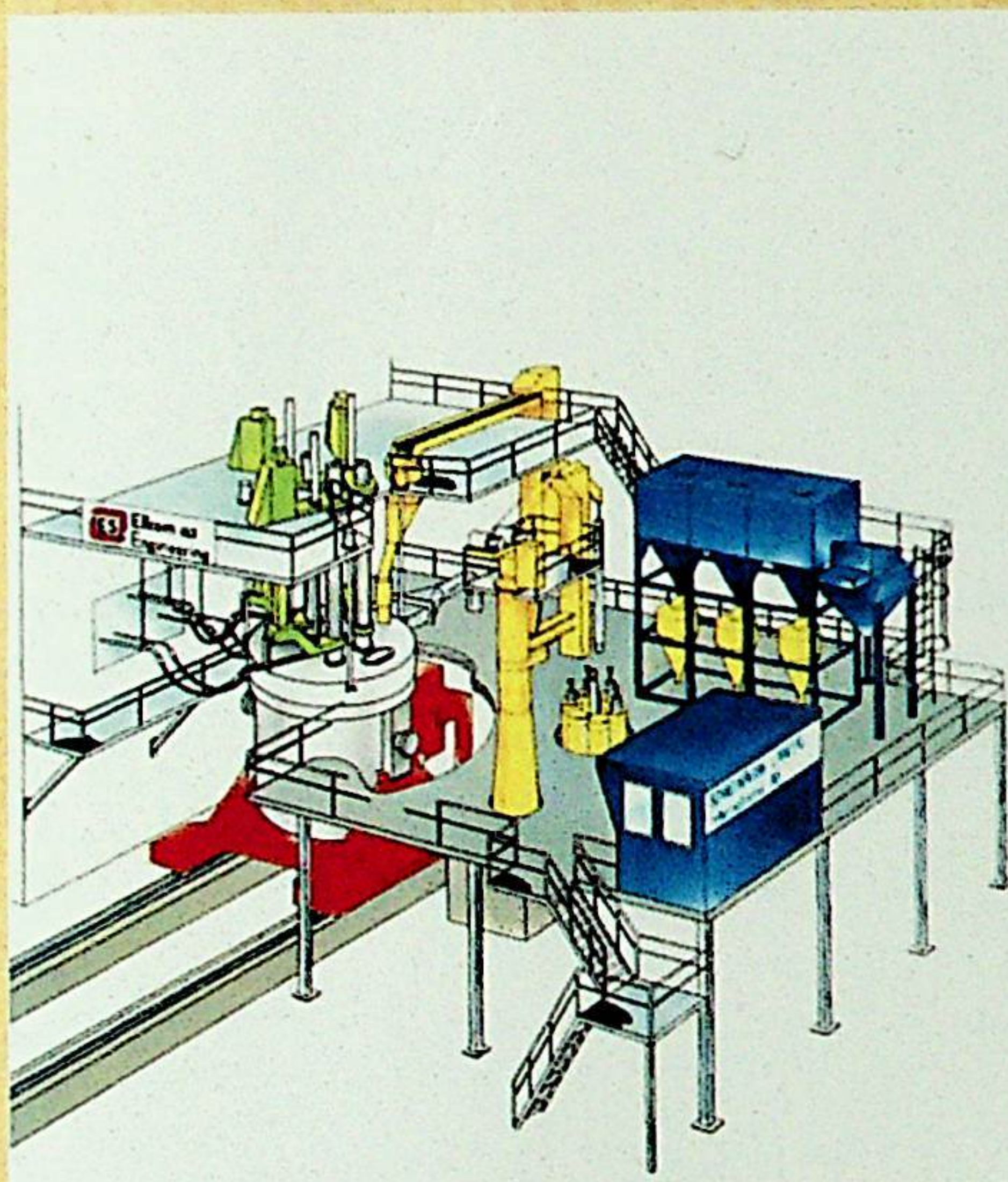


1571452

**Сігарьов Є. М.
Полетаєв В. П.
Похвалітій А. А.**

ПОЗААГРЕГАТНА ОБРОБКА РОЗПЛАВІВ



В навчальному посібнику викладені теоретичні основи, основні відомості щодо обладнання та технологічних варіантів позадоменного рафінування переробного чавуну перед заливанням у сталеплавильний агрегат та позаагрегатної обробки сталі.

Мета посібника надати здобувачам вищої освіти теоретичну і методичну допомогу щодо отримання та поглиблення знань в області позаагрегатної обробки металевих розливів. Для здобувачів вищої освіти спеціальності 136 «Металургія».

ЗМІСТ

ВСТУП	10
ТЕМА 1. МЕТА ТА ЗАВДАННЯ ПОЗААГРЕГАТНОЇ ОБРОБКИ ЗАЛІЗОВУГЛЕЦЕВИХ РОЗПЛАВІВ	13
1.1. Сучасні вимоги до якості металопродукції	15
1.2. Завдання позадоменного рафінування переробного чавуну	16
1.3. Завдання позаагрегатної обробки сталі	22
1.4. Гази та неметалічні включення в сталі	30
1.4.1. Кисень в сталі	30
1.4.2. Неметалічні включення в сталі	32
1.4.3. Водень в сталі	34
1.4.4. Азот в сталі	38
1.5. Домішки в сталі	41
1.5.1. Вуглець	41
1.5.2. Сірка в сталі	42
1.5.3. Фосфор в сталі	47
1.5.4. Домішки кольорових металів в сталі	48
ТЕМА 2. РАФІНУВАННЯ ПЕРЕРОБНОГО ЧАВУНУ ПЕРЕД СТАЛЕПЛАВИЛЬНИМ ПЕРЕДІЛОМ	51
2.1. Видалення кремнію із розплаву чавуну перед сталеплавильним переділом	56
2.1.1. Вплив вмісту кремнію в чавуні на показники доменної плавки та сталеплавильного процесу	58
2.1.2. Характеристика способів та обладнання для видалення кремнію із розплаву чавуну поза доменною піччю	60

2.1.3. Теоретичні основи видалення кремнію із чавуну поза доменною піччю	70
2.1.4. Технологічні варіанти позадоменного видалення кремнію із чавуну перед сталеплавильним переділом	72
2.2. Видалення фосфору із розплаву чавуну перед сталеплавильним переділом	76
2.2.1. Розподіл фосфору між шлаком та металом у доменній плавці	76
2.2.2. Теоретичні основи ковшової дефосфорації чавуну	77
2.2.3. Відновлювальна дефосфорація залізовуглецевих розплавів лужноземельними металами	82
2.2.4. Технологічні варіанти видалення фосфору із чавуну перед сталеплавильним переділом	84
2.2.5. Суміщення реакцій десульфурації і дефосфорації чавуну в одному ковші	90
2.3. Видалення сірки із переробного чавуну перед сталеплавильним переділом	97
2.3.1. Технологічні можливості основних агрегатів по видаленню сірки із рідкого чавуну	97
2.3.2. Завдання позадоменного знесірчення переробного чавуну	100
2.3.3. Загальна характеристика основних реагентів для позадоменного знесірчення чавуну	101
2.3.4. Знесірчення чавуну з застосуванням соди	103
2.3.5. Знесірчення чавуну з використанням вапна	105
2.3.6. Знесірчення чавуну з застосуванням карбїду кальцію	108
2.3.7. Позадоменне знесірчення чавуну з використанням «чистого» магнію	110
2.3.8. Технологічні варіанти знесірчення переробного чавуну перед сталеплавильним переділом	119

2.3.9. Ефективність технологічних варіантів позадоменного знесірчення чавуну	144
2.3.10. Постадійне позадоменне видалення із чавуну кремнію, фосфору і сірки	155
2.3.11. Одностадійне видалення кремнію та сірки із чавуну в ковші	158
2.3.12. Одностадійне видалення кремнію, фосфору та сірки із чавуну в ковші	164
2.3.13. Конструкції заглибних фурм для вдування реагентів в металевий розплав в ковші	169
ТЕМА 3. ОРГАНІЗАЦІЯ ВІДСІЧЕННЯ СТАЛЕПЛАВИЛЬНОГО ШЛАКУ НА ВИПУСКУ ЗАЛІЗОВУГЛЕЦЕВОГО РОЗПЛАВУ В СТАЛЕРОЗЛИВАЛЬНИЙ КІВШ	187
3.1. Виявлення сталеплавильного шлаку в потоці залізовуглецевого розплаву на випуску із сталеплавильного агрегату	189
3.2. Способи відсічення шлаку на випуску із конвертера в сталерозливальний ківш	193
3.2.1. Відсічення первинного сталеплавильного шлаку від залізовуглецевого розплаву на випуску із конвертера	195
3.2.2. Відсічення кінцевого конвертерного шлаку від залізовуглецевого розплаву на випуску	197
3.3. Відсічення кінцевого шлаку на випуску розплаву із дугової сталеплавильної печі	205
ТЕМА 4. РОЗКИСНЕННЯ ЗАЛІЗОВУГЛЕЦЕВОГО РОЗПЛАВУ	208
4.1. Теоретичні основи розкиснення залізовуглецевого розплаву	209
4.2. Способи розкиснення залізовуглецевого розплаву	214
4.2.1. Осаджуюче розкиснення	214
4.2.2. Екстракційне розкиснення	223

4.2.3. Розкиснення з застосуванням вакууму	225
4.3. Суміщення відсікання шлаку з розкисненням залізоуглецевого розплаву	228
ТЕМА 5. МОДИФІКУВАННЯ ТА ЛЕГУВАННЯ СТАЛІ	233
5.1. Основні поняття	234
5.2. Реагенти для модифікування сталі	238
5.2.1. Алюміній	238
5.2.2. Кальцій	239
5.2.3. Магній	240
5.2.4. Барій	240
5.2.5. Рідкоземельні метали	241
5.2.6. Титан	242
5.2.7. Ванадій	242
5.2.8. Ніобій	243
5.2.9. Бор	244
5.3. Методи введення модифікаторів в металевий розплав	245
5.3.1. Метод вистрілювання куль	245
5.3.2. Метод занурювальних блоків	246
5.3.3 Використання кускових модифікаторів	247
5.3.4. Введення в розплав модифікаторів у рідкому стані	249
5.3.5. Введення модифікаторів вдуванням вглиб розплаву	249
5.3.6. Введення порошкоподібних сумішей без вдування	253
5.3.7. Введення модифікаторів у складі порошкового дроту	253
5.3.8. Введення модифікаторів у ході безперервного розливання сталі	259

ТЕМА 6. ПРОДУВАННЯ ЗАЛІЗОВУГЛЕЦЕ- ВИХ РОЗПЛАВІВ У КОВШІ НЕЙТРАЛЬНИ- МИ ГАЗАМИ	268
6.1. Способи перемішування розплаву у ковші	269
6.2. Продування залізовуглецевого розплаву в ковші інертним або нейтральним газом	270
6.3. Пристрої для вдування газів у ковшову ванну	273
6.4. Зміна температури розплаву при продуванні інертним газом в ковші	281
6.5. Потужність перемішування ковшової ванни	283
ТЕМА 7. КОМПЛЕКСНЕ КОВШОВЕ ДОВЕ- ДЕННЯ СТАЛІ	293
7.1. Обробка розплаву на випуску із сталеплавильного агрегату в сталерозливальний ківш	295
7.1.1. Синтетичні шлаки	297
7.1.2. Рідкі синтетичні шлаки	298
7.1.3. Самоплавкі шлакові суміші	301
7.1.4. Тверді шлакоутворюючі суміші	302
7.2. Технології комплексної ковшової обробки сталі	305
7.2.1. Установки комплексного ковшового дове- дення сталі перед розливанням	305
7.2.2. Установа «ківш—піч» з перемінним струмом	311
7.2.3. Установа «ківш—піч» з постійним струмом	322
7.2.4. Установа «ківш—піч» з плазмотронами	323
7.3. Хімічний нагрів сталі в ковші	325
7.3.1. Теоретичні основи хімічного нагріву сталі	325
7.3.2. Процес CAS—OB	329
7.3.3. Процес HALT	331
7.3.4. Процес IR—UT	332
7.3.5. Процес REHeating	334
ТЕМА 8. ВАКУУМУВАННЯ СТАЛІ	337
8.1. Теоретичні основи вакуумування	339

8.2. Основні способи вакуумування сталі	341
8.2.1. Вакуумна обробка сталі в ковші	343
8.2.2. Термовакuumна дегазація сталі	350
8.2.3. Порційне вакуумування	352
8.2.4. Циркуляційне вакуумування	355
8.2.5. Вакуумування сталі у потоці на МБЛЗ	360
8.3. Порівняльна характеристика різних установок та технологій вакуумування сталі	361
ТЕМА 9. ЗАХИСТ СТАЛІ ВІД ВТОРИННОГО ОКИСНЕННЯ ТА ВТРАТ ТЕМПЕРАТУРИ ПРИ РОЗЛИВАННІ	368
9.1. Захист сталі від вторинного окиснення при розливанні на машині безперервного розливання заготовок (МБЛЗ)	370
9.1.1. Вторинне окиснення сталі при розливанні	370
9.1.2. Методи захисту сталі від вторинного окиснення	373
9.1.3. Захист сталі від вторинного окиснення на випуску із сталерозливального ковша	374
9.2. Рафінування сталі в проміжному ковші	376
9.3. Теплоізолюючі та шлакові суміші для розливання сталі на МБЛЗ	385
9.3.1. Шлакові суміші для сталерозливального ковша	385
9.3.2. Шлакові суміші для проміжного ковша	387
9.3.3. Шлакоутворюючі суміші для кристалізатора	390
9.4. Електромагнітне перемішування сталі в проміжному ковші	395
9.5. Електромагнітне перемішування сталі в кристалізаторі	397
ТЕМА 10. КОНТРОЛЬ ТЕМПЕРАТУРИ ТА ХІМІЧНОГО СКЛАДУ МЕТАЛЕВОГО РОЗПЛАВУ	401

10.1. Вимір температури та окисненості залізовуглецевого розплаву у ковші	402
10.2. Контроль хімічного складу переробного чавуну по ходу позадоменного рафінування	406
10.3. Контроль поточної температури та хімічного складу розплаву у конвертері	409
10.4. Контроль окисненості залізовуглецевого розплаву в сталерозливному ковші	413
10.5. Контроль вмісту водню в сталі	415
10.6. Контроль температури сталі при розливанні	416
Додаток 1	419