

669.16

0-75

О.М. Смірнов
А.Ю. Семенко
Ю.П. Скоробагатько
М.С. Горюк

ОСНОВИ МЕТАЛУРГІЇ: ВИРОБНИЦТВО ЧАВУНУ

ПІДРУЧНИК

ОЛДІ
ПЛЮС

mip
metinvest
polytechnic

ТОВ «ТЕХНІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ "МЕТІНВЕСТ ПОЛІТЕХНІКА"»

**О. М. СМІРНОВ, А. Ю. СЕМЕНКО,
Ю. П. СКОРОБАГАТЬКО, М. С. ГОРЮК**

ОСНОВИ МЕТАЛУРГІЇ: ВИРОБНИЦТВО ЧАВУНУ

Підручник

Одеса • 2023 • Олді+

Рецензенти:

К. О. Гогасв - член-кореспондент НАН України, доктор технічних наук, завідувач відділу диспергування матеріалів та пластичної деформації прокатуванням Інституту матеріалознавства ім. І. М. Францевича НАН України (м. Київ);

О. Є. Меркулов - доктор технічних наук, старший науковий співробітник лабораторії теплотехніки та енергозберігаючих технологій відділу металургії чавуну Інституту чорної металургії ім. З. І. Некрасова НАН України (м. Дніпро);

В. В. Пашинський - доктор технічних наук, доцент, завідувач кафедри металургії, матеріалознавства та організації виробництва ТОВ «ТЕХНІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ "МЕТІНВЕСТ ПОЛІТЕХНІКА"» (м. Запоріжжя)

Рекомендовано до друку рішенням Вченої ради
ТОВ «ТЕХНІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ "МЕТІНВЕСТ ПОЛІТЕХНІКА"»
(протокол № 2 від 21.12.2023 р.)

Смірнов О. М.

C50 Основи металургії: виробництво чавуну : підручник /
О. М. Смірнов, А. Ю. Семенко, Ю. П. Скоробагатько, М. С. Горюк. -
Одеса : Олді+, 2023. - 192 с.

ISBN 978-966-289-813-2

Розглянуто технологічні процеси та обладнання для доменного виробництва чавуну, що використовується для подальшого переділу в сталь. У підручнику представлено 11 розділів, які найбільш повно описують теоретичні та практичні аспекти цих технологічних процесів.

Описані способи виробництва чавуну, починаючи з видобутку та подрібнення залізної руди. Розглянуто всі процеси, які відбуваються в доменній печі, а також її продуктивність та ефективність.

Підручник призначений для студентів-бакалаврів викладачів вищих навчальних закладів. Він може бути успішно використаний не тільки в навчальній, але і в практичній діяльності працівниками науково-дослідних і проектних інститутів, а також металургійних підприємств.

УДК 669.13(075.8)

© О. М. Смірнов, А. Ю. Семенко,

Ю. П. Скоробагатько, М. С. Горюк, 2023

ISBN 978-966-289-813-2

© ТОВ «ТУ "МЕТІНВЕСТ ПОЛІТЕХНІКА"», 2023

ЗМІСТ

ВСТУП	6
1. ОСНОВНІ ЗНАННЯ ПРО ДОМЕННИЙ ПРОЦЕС	10
1.1. Основні відомості про залізобіаглицеві сплави: сталь і чавун.....	10
1.2. Загальна схема та основне обладнання доменного цеху.....	14
1.3. Структура стовпа шихти і розподіл газу в доменній печі.....	17
1.4. Горн доменної печі.....	22
Питання для самоконтролю.....	26
2. ЗАЛІЗОРУДНА ЧАСТИНА ШИХТИ (АГЛОМЕРАТ, ОКАТИШІ, КУСКОВА РУДА)	27
2.1. Видобуток і подрібнення залізної руди.....	27
2.2. Виробництво агломерату.....	33
2.3. Виробництво залізородних окатишів.....	37
2.4. Кускова руда.....	42
Питання для самоконтролю.....	43
3. КОКС ДОМЕННИЙ	44
3.1. Призначення, хімічний склад і властивості коксу.....	44
3.2. Доменний кокс: основна сировина і підготовка до коксування.....	48
3.3. Печі для коксування.....	52
3.4. Основні продукти при коксуванні.....	54
3.5. Футеровка коксових печей.....	56
Питання для самоконтролю.....	58
4. ПЕРЕМІЩЕННЯ ШИХТИ І ГАЗІВ У ДОМЕННІЙ ПЕЧІ	59
4.1. Особливості опускання і розподілу шихти в доменній печі.....	59
4.2. Основні теплові втрати через стіни доменної печі.....	63
4.3. Управління розподілом потоків газу.....	66
Питання для самоконтролю.....	69
5. ПРОДУКТИВНІСТЬ І ЕФЕКТИВНІСТЬ РОБОТИ ДОМЕННОЇ ПЕЧІ	70
5.1. Оцінка продуктивності доменної печі.....	70

5.2. Повітрянагрівачі та нагрів дуття.....	73
5.3. Горіння палива.....	80
5.4. Розподіл температури та реакцій відновлення в доменній печі.....	82
5.5. Окружна рівномірність роботи печі.....	83
5.6. Вдування пиловугільного палива в доменну піч.....	85
5.7. Виплавка чавуну в доменній печі та його хімічний склад.....	90
Питання для самоконтролю.....	94
6. ОСНОВНЕ ОБЛАДНАННЯ ДОМЕННОГО ЦЕХУ	95
6.1. Подача шихти в доменну піч.....	95
6.2. Двоконусний засипний апарат.....	99
6.3. Безконусний засипний апарат.....	104
6.4. Рудний двір.....	105
Питання для самоконтролю.....	108
7. ЛИВАРНИЙ ДВІР І ЙОГО ОСНОВНЕ ОБЛАДНАННЯ	109
7.1. Призначення ливарного двору.....	109
7.2. Жолоби для чавуну і шлаку.....	110
7.3. Випуск, транспортування і розливка чавуну.....	113
7.4. Випуск і прибирання шлаку.....	118
Питання для самоконтролю.....	121
8. ОСНОВИ ПОЗАПІЧНОГО РАФІНУВАННЯ ЧАВУНУ	122
8.1. Сучасний стан технології позапічного рафінування чавуну.....	122
8.2. Десульфурація чавуну магнієм у чавуновозних ковшах.....	127
8.3. Десульфурація чавуну магнієм у великих розливних ковшах.....	133
8.4. Комплексне рафінування чавуну окисними шлакоутворюючими сумішами.....	138
Питання для самоконтролю.....	142
9. ВОГNETРИВКІ СИСТЕМИ ДЛЯ ВИРОБНИЦТВА ЧАВУНУ	143
9.1. Сучасні рішення для футеровки доменної печі.....	143
9.2. Футеровка поду доменної печі.....	146
9.3. Футеровка і вогнетриви в області заплечиків, розпару і шахти.....	151

9.4. Маса для забивання льотки доменної печі.....	155
9.5. Жолоби доменної печі (вогнетриви ливарного двору).....	158
Питання для самоконтролю.....	162
10. ВИРОБНИЦТВО ЗАЛІЗА ПРЯМОГО (ПОЗАДОМЕННОГО) ВІДНОВЛЕННЯ (DRI)	163
10.1. Загальні відомості про виробництво DRI у світі.....	163
10.2. Процес Midrex.....	167
10.3. Процес HYL.....	170
Питання для самоконтролю.....	174
11. ЗАХИСТ НАВКОЛИШНЬОГО СЕРЕДОВИЩА ВІД ШКІДЛИВИХ ВПЛИВІВ ДОМЕННОГО ВИРОБНИЦТВА	175
11.1. Захист атмосфери від шкідливих викидів доменного виробництва.....	175
11.2. Захист природних водойм від забруднення стічними водами доменного виробництва.....	183
11.3. Зменшення шкідливих викидів доменного виробництва технологічним шляхом.....	187
Питання для самоконтролю.....	188
ЛІТЕРАТУРА	190