

622.7(03)

С 955

Сырье для черной металлургии : справочник : в 2 т. / под ред. В.М. Чижиковой. – Москва : Машиностроение-1, 2001. – Т. 1. Производство окускованного сырья для черной металлургии (сырье, технологии, оборудование, метрология). – 895 с. : ил. – ISBN 5942750092.

## СОДЕРЖАНИЕ

### Раздел 1. СЫРЬЕВАЯ БАЗА

#### Глава 1.

Месторождения железорудного сырья.....	14
1.1.Характеристика железорудного сырья .....	14
1.2.Потребление железорудного сырья.....	30
1.3.Физические свойства железорудного сырья .....	30
1.3.1.Свойства железных руд.....	44
1.3.2.Температуры плавления руд, концентратов; шихт и агломератов.....	44
1.4.Характеристика руд черных металлов.....	47
1.4.1.Состав марганцевых руд .....	47
1.4.2.Свойства марганцевых руд .....	47
1.5.Заменители руд .....	56
1.5.1.Состав суррогатов железных и марганцевых руд .....	56
1.5.2.Окалина .....	58

#### Глава 2.

Месторождение дополнительных компонентов .....	63
2.1.Флюсы .....	63
2.1.1. Известняк.....	63
-Химический состав и свойства известняков.....	63
2.2.Доломит .....	68
-Химический состав и свойства доломитов .....	68
2.3.Известь .....	69
-Химический состав и свойства извести .....	69
2.4.Связующие материалы .....	71
2.4.1.Связующие добавки .....	71
2.4.2.Заменители бентонита.....	73

#### Глава 3.

Топливо-энергетические ресурсы .....	76
3.1.Газообразное топливо .....	76
3.1.1. Характеристики газообразных топлив.....	76
- Характеристики природных, попутных, нефтезаводских и искусственных газов .....	77
- Характеристики доменных и коксовых газов .....	88
- Характеристики сжиженных газов и газовых конденсатов .....	88
3.2.Жидкое топливо.....	100
3.2.1. Характеристики жидких топлив.....	100
- Показатели качества жидких топлив .....	100
- Элементарный состав, теплота сгорания, объемы воздуха и продуктов сгорания жидких топлив .....	102
- Вязкость и поверхностное натяжение жидких топлив .....	103
- Теплоемкость, теплопроводность и температуропроводность жидких	

топлив .....	112
- Характеристики зол и отложений при сжигании жидких топлив.....	115
3.3.Твердое топливо.....	116
3.3.1. Характеристики технологических твердых топлив .....	116
- Твердое топливо для агломерации .....	116
- Metallургический кокс.....	117
3.3.2.Теплофизические характеристики топлив .....	125
-Основные расчетные соотношения .....	125
3.3.3.Характеристики энергетических твердых топлив .....	134
- Расчетные характеристики топлив.....	134
- Плотность, теплоемкость, теплопроводность и температуропроводность топлив и их зол .....	134
3.3.4.Характеристика пылей энергетических топлив .....	134
Глава 4.	
Подготовка железорудного сырья и топлива .....	143
4.1.Подготовка железорудного сырья .....	143
-Прочностные свойства железных руд.....	143
-Дробление и измельчение .....	143
- Грохочение.....	148
- Технологические схемы дробления и измельчения .....	148
-Обогащение .....	149
- Магнитное обогащение .....	149
- Гравитационное обогащение.....	152
- Обогащение в тяжелых средах .....	156
- Флотация .....	159
- Сгущение и фильтрование .....	160
- Обогащительные фабрики для переработки железных руд .....	162
- Стабилизация качества руд и концентратов .....	170
-Краткая характеристика оборудования складов .....	173
4.1.1. Транспортные машины агломерационных и окомковательных фабрик.....	179
- Роль и назначение непрерывного транспорта .....	179
- Ленточные конвейеры .....	181
- Цепные конвейеры .....	189
- Вибрационные и винтовые конвейеры .....	190
- Пневматический и гидравлический транспорт .....	190
4.2.Подготовка топлива .....	192
4.2.1.Газообразное топливо.....	192
- Основные характеристики газов.....	192
- Схемы газоснабжения.....	196
4.2.2.Жидкое топливо .....	200
- Основные характеристики жидкого топлива.....	200
- Подготовка жидкого топлива к сжиганию.....	204
- Схема подачи мазута к агрегатам .....	208
4.2.3.Твердое топливо .....	208
- Классификация твердого топлива.....	211
- Основные свойства твердого топлива .....	211
- Схемы и способы подачи твердого топлива.....	213
Раздел 2. ПРОИЗВОДСТВО ОКУСКОВАННОГО СЫРЬЯ	
Глава 5.	
Производство окисленных окатышей.....	221
5.1.Окомкование .....	221

5.2.Обжиг .....	225
5.2.1.Технология обжига .....	225
- Физико-химические процессы при обжиге окатышей .....	225
- Материальный баланс обжига окатышей.....	237
5.2.2.Теплотехника производства окатышей.....	240
- Теплообмен в слое окатышей.....	240
- Тепловая схема обжигового агрегата (схема газоздушных потоков).....	241
-Тепловой баланс обжига окатышей.....	245
- Математическая модель процессов термообработки окатышей .....	251
5.3.Оборудование отделений для подготовки шихты .....	256
5.3.1.Оборудование для складирования шихтовых добавок (известняка и бентонита).....	256
- Одноконсольные штабелеукладчики.....	256
- Роторные заборщики .....	258
5.3.2.Оборудование для дробления, сушки и помола добавок .....	259
- Молотковые однороторные дробилки .....	259
- Двухвалковые зубчатые дробилки.....	262
- Сушилки барабанные .....	263
- Установка для сухого измельчения добавок.....	265
- Шаровые барабанные мельницы.....	265
- Воздушные (пылевые) сепараторы .....	266
5.3.3.Оборудование для дозирования и взвешивания компонентов шихты ....	267
- Весодозаторы.....	268
- Конвейерные весы .....	271
5.3.4.Оборудование для смешивания компонентов шихты .....	273
- Барабанные смесители .....	273
- Роторные смесители .....	275
- Шнековые двальковые смесители .....	277
- Барабанно-вихревые смесители .....	277
5.3.5.Оборудование для окомкования шихты .....	278
- Чашевые окомкователи .....	279
- Барабанные окомкователи.....	280
5.3.6.Оборудование для классификации сырых и обожженных окатышей .....	282
- Вибрационные грохоты для сырых окатышей .....	282
- Грохоты самобалансные для обожженных окатышей .....	283
- Роликовые грохоты для сырых окатышей.....	285
5.4.Агрегаты для обжига окатышей .....	286
5.4.1. Обжиговые конвейерные машины .....	286
-Каркас обжиговой машины.....	291
-Горн.....	291
- Колпак зоны сушки продувом.....	291
- Колпак зоны сушки прососом .....	292
- Горн зоны подогрева, обжига и рекуперации.....	292
- Колпак зоны охлаждения.....	294
- Коллектор прямого перетока.....	295
- Поперечные уплотнения.....	295
- Устройство для двухслойной укладки окатышей.....	299
- Конвейер с челноковой головной частью и конвейер-питатель сырых окатышей .....	302
- Устройство загрузки донной и бортовой постели.....	305
- Устройства для загрузки сырых окатышей на обжиговые машины .....	306
- Качающиеся укладчики .....	306

- Питатели роликовые.....	308
- Обжиговые тележки.....	312
- Привод обжиговой машины.....	314
- Разгрузочное устройство обжиговой машины.....	316
- Устройства для очистки колосникового поля.....	316
- Огнеупорная футеровка обжиговых машин.....	317
- Газовоздушные камеры и газоходы машины.....	317
- Бортовые уплотнения.....	317
- Газодинамические характеристики сети.....	318
5.4.2. Установка "решетка-трубчатая печь-кольцевой охладитель" (РТП).....	319
- Колосниковая решетка.....	319
- Расчет параметров колосниковой решетки.....	324
- Вращающаяся трубчатая печь.....	324
- Кольцевой охладитель.....	326
- Специальные грузоподъемные устройства.....	330
- Тягодутьевое оборудование обжиговых машин.....	331
- Центробежные вентиляторы (дымососы).....	334
- Осевые вентиляторы.....	335
5.5. Горелочные устройства.....	336
5.5.1. Горелочные устройства топок сушильных барабанов и трубчатых вращающихся печей.....	336
- Особенности конструкций топок и вращающихся печей.....	336
- Горелки для торцевого отопления.....	338
- Устройства для распределенного подвода топлива по длине печи.....	350
5.5.2. Горелочные устройства обжиговых конвейерных машин.....	359
- Горелки машин без переточного коллектора.....	361
- Горелки зон обжига и подогрева.....	361
- Горелки для зоны сушки.....	364
- Горелки машин с переточным коллектором.....	365
- Горелочные устройства для сжигания газа при балластировании воздуха.....	370
5.6. Автоматизация процесса производства окатышей.....	372
5.6.1. Автоматизация процессов окомкования.....	372
- Характеристики и свойства процесса грануляции как объекта автоматизации.....	374
- Оптимизация процесса грануляции.....	382
- Система транспортирования и загрузки как объекта регулирования.....	387
5.6.2. Автоматизация процесса термообработки (обжига) окатышей.....	391
- Статистические характеристики.....	392
- Динамические характеристики.....	398
- Системы управления процессом.....	400
- Автоматизация горелок обжиговых машин.....	404
5.6.3. АСУ ТП фабрики производства окатышей.....	406
- Критерии и алгоритмы управления.....	410
5.7. Эксплуатация оборудования.....	414
5.7.1. Эксплуатация оборудования для дробления, сушки и помола добавок.....	414
- Дробилка молотковая.....	414
- Дробилка молотковая самоочищающаяся.....	414
- Дробилки зубчатые.....	415
- Сушилка барабанная.....	415
- Мельница шаровая.....	416
5.7.2. Эксплуатация оборудования для взвешивания и дозирования.....	417
- Весодозаторы.....	417

- Конвейерные весы.....	417
5.7.3.Эксплуатация оборудования для смешивания компонентов шихты .....	418
- Барабанный смеситель.....	418
- Роторный смеситель.....	418
- Шнековый смеситель .....	418
- Барабанно-вихревой смеситель.....	419
5.7.4.Эксплуатация оборудования для окомкования шихты .....	419
- Чашевый окомкователь.....	419
- Барабанный окомкователь .....	420
5.7.5.Эксплуатация оборудования для классификации сырых и обожженных окатышей .....	420
5.7.6.Эксплуатация агрегатов для обжига окатышей.....	420
- Качающийся укладчик .....	421
- Роликовый питатель.....	421
- Обжиговая машина.....	421
5.7.7.Эксплуатация тягодутьевого оборудования .....	423
- Центробежные вентиляторы .....	424
- Осевые вентиляторы.....	424
5.7.8.Эксплуатация установки "решетка-трубчатая печь-кольцевой охладитель".....	424
Глава 6.	
Производство агломерата.....	427
6.1.Подготовка шихты .....	427
6.1.1.Технология окомкования агломерационной шихты .....	427
6.1.2.Склады и оборудование отделений окомкование агломерационных фабрик.....	435
- Оборудование складов .....	435
- Конвейерный транспорт .....	439
- Оборудование для дробления, измельчения и грохочения материалов ...	440
- Устройство для распределения материалов по бункерам.....	448
- Оборудование для смешения окомкования .....	461
6.2.Спекание агломерата .....	486
6.2.1.Материальный баланс агломерации.....	486
- Полный расчет агломерационной шихты .....	486
6.2.2.Массообмен в агломерационном слое.....	491
- Окислительно-восстановительные процессы .....	491
- Горение топлива .....	494
- Состав продуктов сгорания.....	496
- Удельный расход воздуха на агломерацию .....	498
- Удаление вредных примесей.....	499
6.2.3.Газодинамика агломерационного процесса.....	504
6.2.4.Тепломассообмен в агломерируемом слое.....	510
-Тепловой баланс процесса спекания.....	516
6.3.Агломерационные машины .....	518
6.3.1.Типы агрегатов.....	518
- Машина агломерационная АКМ 36.....	526
- Машина агломерационная АКМ 75.....	534
- Машина агломерационная АКМ 192.....	546
-Машина агломерационная АКМ 312 .....	558
6.3.2.Тепловые схемы горнов .....	572
- Горелки для сводового отопления .....	575
- Горелки для бокового отопления.....	578

- Система отвода отходящих газов. Вакуум-камеры.....	582
- Тягодутьевые машины .....	584
6.3.3.Механическое оборудование агломерационных машин .....	589
- Распределители шипы .....	589
- Распределитель шихты РШ 1,2х12,5 .....	590
- Распределитель шихты РШ 1,4х12,5 .....	595
- Дробилки агломерата .....	601
- Грохоты агломерата .....	602
- Грохот ГСТ 61 2000х5200 .....	602
- Грохот ГСТ 81 3000х6400 для горячего и охлажденного агломерата .....	609
- Грохот ГСТ 91 3450х8000 .....	615
- Охладители агломерата и возврата .....	620
6.4.Автоматизация агломерационного процесса .....	629
6.4.1.Автоматизация процессов дозирования шихтовых материалов .....	629
- Процесс дозирования как объект автоматизации .....	629
- Основные элементы систем автоматического дозирования .....	631
- Системы автоматического весового дозирования .....	640
- Критерии качества работы систем дозирования .....	645
- Оптимизация процессов усреднения и дозирования шихтовых материалов .....	648
6.4.2.Автоматизация процессов окомкования шихты .....	654
- Характеристики и свойства процессов как объектов автоматизации .....	654
- Автоматический контроль процесса окомкования .....	658
- Автоматическое регулирование процесса окомкования .....	660
- Оптимизация процесса окомкования .....	665
6.4.3.Автоматизация процесса загрузки агломерационных машин .....	666
- Системы транспортирования и загрузки как объекта регулирования .....	666
- Автоматический контроль процессов загрузки .....	675
- Управление поточно-транспортными системами .....	682
- Структура систем регулирования процессов транспортирования и загрузки .....	683
- Совершенствование систем управления процессами транспортирования и загрузки .....	689
6.4.4.Автоматизация процесса спекания .....	693
- Зажигание шихты .....	693
- Характеристики процесса спекания .....	696
- Динамические характеристики процесса .....	703
- Промышленные системы регулирования и оптимизация процесса .....	707
6.5.Автоматизированные системы управления технологическими процессами окускования (АСУ ТП) .....	712
- Задачи и функции АСУ ТП .....	712
- Опыт реализации АСУ ТП фабрик агломерации .....	718
- ПРИЛОЖЕНИЯ	
- П.1. Полный расчет шихты для производства агломерата .....	724
- П.2. Оперативный расчет агломерационной шихты .....	737
- П.3. Расчет массообменных процессов при агломерации .....	740
- П.4. Расчет газодинамического сопротивления агломерационного слоя .....	750
- П.5. Расчет газодинамических параметров отдельных зон агломерируемого слоя .....	756
- П.6. Газодинамические характеристики элементов сети агломерационных машин .....	777
- П.7. Метод расчета газодинамических характеристик агломерационных машин	

и газоотводящих трактов .....	795
- П.8. Расчет температурного поля в обжигаемом слое.....	804
- П.9. Расчет аэродинамического сопротивления слоя при обжиге окатышей...	807
- П.10. Расчет коэффициентов газодинамического сопротивления обжиговой машины.....	809
- П.11. Расчет параметров обжиговой машины .....	822
- П. 12. Расчет удельной производительности обжиговой машины .....	833
- П.13. Расчет параметров вращающейся трубчатой печи.....	836
- П.14. Расчет параметров барабанной сушилки.....	839
- П. 15. Методика расчета нижнего $\langle r_{и}$ и верхнего $\langle r_{т}$ концентрационных пределов распространения пламени .....	841
- П. 16. Расчет параметров штабелеукладчика .....	843
- П. 17. Расчет параметров заборщика .....	846
- П. 18. Расчет основных параметров молотковой дробилка .....	848
- П.19. Расчет основных параметров двухвалковой зубчатой дробилки.....	849
- П.20. Расчет параметров шаровой мельницы.....	850
- П.21. Расчет параметров воздушного (пылевого) сепаратора .....	852
- П.22. Расчет производительности винтового конвейера .....	853
- П.23. Расчет параметров весодозатора .....	854
- П.24. Расчет параметра барабанного смесителя .....	857
- П.25. Расчет параметров роторного смесителя.....	860
- П.26. Расчет параметров шнекового двухвалкового смесителя.....	861
- П.27. Расчет параметров барабанно-вихревого смесителя.....	863
- П.28. Расчет параметров чашевого окомкователя .....	864
- П.29. Расчет параметров барабанного окомкователя .....	866
- П.30. Расчет параметров вибрационного и самобалансного грохотов для сырых и обожженных окатышей .....	867
- П.31. Расчет параметров роликового грохота.....	870
- П.32. Расчет параметров качающегося укладчика .....	874
- П.33. Расчет параметров конвейера с челноковой головной частью .....	876
- П.34. Расчет параметров конвейера-питателя сырых окатышей .....	878
- П.35. Расчет параметров кольцевого охладителя .....	879
- П.36. Расчет параметров центробежного дымососа .....	881
- П.37. Расчет параметров осевого вентилятора .....	883
- П.38. Расчет мощности привода барабанного смесителя (окомкователя) .....	884
- П.39. Расчет мощности привода чашевого окомкователя.....	888
- П.40. Расчет мощности привода тележечного конвейера агломерационной и обжиговой машины .....	891
- БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК.....	895