

СОДЕРЖАНИЕ

Предисловие	12
Г12. Износостойкие стали	17
Г12.1. Требования к свойствам	17
Г12.2. Оценка свойств	17
Г12.3. Химический состав и структура	17
Г12.3.1. Влияние структуры стали на износостойкость	17
Г12.3.2. Влияние химического состава на структурные составляющие, определяющие износостойкость	19
Г12.3.3. Влияние термической обработки	21
Г12.4. Примеры применения некоторых сталей	22
Г13. Нержавеющие стали	23
Г13.1. Требования к эксплуатационным свойствам сталей	23
Г13.1.1. Область применения нержавеющей сталей	23
Г13.1.2. Стойкость против разных видов коррозии	23
Г13.1.3. Механические и технологические свойства	24
Г13.2. Характеристика свойств по видам испытаний	25
Г13.2.1. Испытания на коррозионную стойкость	25
Г13.2.2. Параметры, описывающие механические и технологические свойства	30
Г13.3. Влияние химического состава и структуры на коррозионную стойкость	33
Г13.3.1. Хром как основной легирующий элемент	33
Г13.3.2. Влияние других легирующих элементов на коррозионную стойкость	35
Г13.4. Влияние химического состава и термической обработки на структуру	37
Г13.4.1. Зависимость типа структуры от содержания феррито-аустенитообразующих элементов. Структурная диаграмма нержавеющей сталей	37
Г13.4.2. Термическая обработка сталей различных классов	41
Г13.5. Основные марки стали и их эксплуатационные характеристики	48
Г13.5.1. Ферритные стали	48
Г13.5.2. Мартенситные стали	54
Г13.5.3. Аустенитные стали	57
Г13.5.4. Феррито-аустенитные стали	61
Г14. Стали, стойкие к водороду под давлением	62
Г14.1. Повреждения стали водородом в технике высокого давления	62
Г14.2. Металловедческие приемы достижения стойкости сталей к сжатому водороду	63
Г14.3. Основы выбора химического состава сталей	64
Г14.3.1. Стойкости сталей в среде сжатого водорода	64
Г14.3.2. Учет технологических характеристик	65
Г14.4. Выбор сталей для производства	66

Г15. Жаростойкие стали	70
Г15.1. Требования к свойствам жаростойких сталей	70
Г15.2. Нормирование свойств по результатам испытаний	71
Г15.3. Обоснования химического состава и структуры окалиностойких сталей	75
Г15.4. Промышленные жаростойкие материалы	77
Г15.4.1. Ферритные стали	77
Г15.4.2. Аустенитные стали и сплавы	78
Г15.4.3. Критерии выбора групп жаростойких материалов	82
Г16. Сплавы для нагревательных элементов	82
Г16.1. Необходимые свойства и их определение	82
Г16.2. Металловедческие обоснования выбора химического состава	83
Г16.2.1. Аустенитные сплавы для НЭ	83
Г16.2.2. Ферритные сплавы для НЭ	84
Г16.2.3. Влияние специальных легирующих добавок	85
Г16.3. Технически проверенные сплавы для НЭ	86
Г17. Стали для клапанов двигателей внутреннего сгорания	88
Г17.1. Эксплуатационные свойства клапанных материалов	88
Г17.1.1. Производственные требования	88
Г17.1.2. Требования к обрабатываемости	90
Г17.2. Определение требований по данным испытаний	91
Г17.3. Мероприятия по выполнению требований эксплуатации	93
Г17.3.1. Металловедческие основы	93
Г17.3.2. Мероприятия по формированию и защите поверхности клапана	93
Г17.4. Термическая обработка клапанных материалов	94
Г17.4.1. Улучшенные стали	94
Г17.4.2. Аустенитные стали	97
Г17.4.3. Никелевые сплавы	100
Г17.4.4. Сравнение жаропрочности трех групп материалов	100
Г18. Пружинные стали	103
Г18.1. Требуемые свойства	103
Г18.2. Металловедческие приемы достижения требуемых свойств	104
Г18.3. Проверенные в эксплуатации марки сталей	109
Г18.3.1. Стали для холоднодеформированных пружин	110
Г18.3.2. Стали для улучшаемых пружин	110
Г18.3.3. Жаропрочные стали для пружин	111
Г18.3.4. Стали для пружин	112
Г18.3.5. Нержавеющие стали для пружин	112
Г19. Автоматные стали	113
Г19.1. Основные свойства автоматных сталей	113
Г19.2. Металловедческие требования к структуре и свойствам	114
Г19.2.1. Качество структуры	114
Г19.2.2. Влияние специальных легирующих элементов на автоматные стали	115

Г19.3. Особенности изготовления автоматной стали	117
Г19.4. Используемые марки автоматных сталей и их свойства . .	120
Г19.4.1. Области применения	120
Г19.4.2. Обрабатываемость резанием	122
Г19.4.3. Механические свойства	124
Г19.4.4. Металлургический передел и термическая обработка	125
Г19.4.5. Особые свойства	125
Г20. Магнитно-мягкие материалы	127
Г20.1. Классификация магнитно-мягких материалов	127
Г20.2. Характеристики для описания магнитно-мягких материалов	127
Г20.3. Мягкое железо. Область применения, свойства, технология изготовления, марки	129
Г20.3.1. Основные требования	129
Г20.3.2. Физические и металловедческие представления о фак- торах, влияющих на магнитные свойства	130
Г20.3.3. Технология изготовления	132
Г20.3.4. Магнитные свойства наиболее важных марок мягкого железа	135
Г20.4. Листовая электротехническая сталь	137
Г20.4.1. Основные требования к листовой электротехнической стали	137
Г20.4.2. Физические свойства и структура	138
Г20.4.3. Способы производства листовой электротехнической стали	145
Г20.4.4. Марки электротехнической листовой стали и их свойства	149
Г20.4.5. Несколько слов о специальных материалах	151
Г20.5. Специальные стали с особыми магнитными свойствами . . .	153
Г20.5.1. Назначение и требования к свойствам стали	153
Г20.5.2. Взаимосвязь свойств и структуры	154
Г20.5.3. Характерные виды специальных сталей с особыми маг- нитными свойствами	154
Г20.6. Магнитно-мягкие сплавы	160
Г20.6.1. Назначение и основные требования	160
Г20.6.2. Физические и металловедческие основы	161
Г20.6.3. Общие сведения о способе изготовления	164
Г20.6.4. Наиболее распространенные магнитно-мягкие сплавы	165
Г20.7. Специальные сплавы и аморфные магнитные материалы . . .	170
Г20.7.1. Специальные легированные марки мягкого железа . . .	170
Г20.7.2. Металлические стекла	171
Г21. Материалы для постоянных магнитов	172
Г21.1. Требуемые свойства	172
Г21.2. Характеристики материалов для постоянных магнитов	176
Г21.3. Металловедческие основы и технология изготовления	177
Г21.3.1. Материалы с высокими свойствами (Г21.3.1.1. Стали. Г21.3.1.2. ESD-магниты)	177
Г21.3.2. Материалы со средним содержанием железа [Г21.3.2.1. Алюминий-никелевые и алюминий-никель-кобальтовые (алнико) сплавы. Г21.3.2.2. Сплавы железо—кобальт—	

ванадий—хром. Г21.3.2.3. Сплавы хром—железо—кобальт. Г21.3.2.4. Сплавы кунифер (Cu—Ni—Fe). Г21.3.2.5. Оксидные материалы (магнитно-твердые ферриты). Г21.3.2.6. Материалы на основе системы неодим—железо—бор]	178
Г21.3.3. Материалы, не содержащие железа или с низким его содержанием (Г21.3.3.1. Материалы РЗМ — Со. Г21.3.3.2. Материалы на основе системы платина—кобальт. Г21.3.3.3. Сплавы марганец—алюминий)	184
Г21.4. Области применения магнитных материалов	186
Г22. Немагнитные стали	187
Г22.1. Требуемые свойства	187
Г22.2. Описание магнитных свойств с помощью результатов испытаний	188
Г22.3. Взаимосвязь химического состава и структуры	190
Г22.4. Типичные стали и их эксплуатационные характеристики	192
Г23. Стали с заданным температурным коэффициентом линейного расширения и особыми упругими свойствами	196
Г23.1. Свойства и их испытание	196
Г23.1.1. Определение ТКЛР	196
Г23.1.2. Определение модуля упругости	197
Г23.2. Металловедческие основы	197
Г23.3. Материалы, хорошо зарекомендовавшие себя в технике	202
Г23.3.1. Материалы с особым тепловым расширением	202
Г23.3.2. Материалы для термобиметаллов	204
Г23.3.3. Сплавы с постоянным модулем упругости	205
Г24. Стали с высокой электропроводностью	206
Г24.1. Области применения сталей и требуемые от них эксплуатационные свойства	206
Г24.2. Измерение электропроводности	208
Г24.3. Металлургические и металлловедческие мероприятия по обеспечению высокой проводимости	209
Г24.4. Типичные марки сталей	212
Г25. Стали для магистральных трубопроводов	213
Г25.1. Условия эксплуатации и свойства	213
Г25.2. Характеристика требуемых свойств	214
Г25.3. Металловедческие приемы получения требуемых свойств	217
Г25.4. Стали, проверенные в эксплуатации	220
Г26. Подшипниковые стали	221
Г26.1. Требуемые свойства	221
Г26.2. Основные характеристики свойств и объем испытаний	222
Г26.3. Металловедческие приемы формирования требуемых свойств материала	224
Г26.4. Проверенные практикой марки сталей	228
Г27. Стали для наземного строительства железных дорог	230
Г27.1. Требования к эксплуатационным свойствам	230
Г27.2. Специфичные свойства материала рельсов	231
Г27.3. Металловедческие приемы формирования требуемых свойств	232
Г27.4. Широко распространенные стали и их применение	237

Г28. Стали для катящихся элементов железнодорожного транспорта	239
Г28.1. Общие положения	239
Г28.2. Требования к эксплуатационным свойствам	239
Г28.3. Характеристика требуемых свойств	239
Г28.4. Металловедческие приемы формирования требуемых свойств	240
Г28.5. Типичные марки стали, проверенные в эксплуатации	243
Г29. Стали для болтов, гаек и заклепок	245
Г29.1. Требования к эксплуатационным свойствам	245
Г29.2. Уровень требуемых свойств	246
Г29.3. Металловедческие приемы достижения требуемых свойств	249
Г29.4. Типичные марки стали, проверенные в эксплуатации	252
Г30. Стали для сварных круглых цепей	258
Г30.1. Требования к эксплуатационным свойствам	258
Г30.2. Характеристики требуемых свойств	262
Г30.3. Металловедческие приемы достижения требуемых свойств	263
Г30.4. Типичные марки стали, проверенные в эксплуатации	265
Раздел Д. Влияние технологии производства на свойства стали	268
Д1. Общие замечания о значении условий производства для свойств сталей и стальных полуфабрикатов	268
Д2. Выплавка стали	271
Д2.1. Сырье для производства стали	271
Д2.2. Влияние исходных материалов на свойства стали	274
Д2.3. Получение стали	275
Д2.3.1. Выплавка и окислительное рафинирование (фришевание)	275
Д2.3.2. Раскисление и легирование	278
Д2.3.3. Внепечная (ковшовая) металлургия	280
Д3. Разливка и кристаллизация	283
Д3.1. Характеристика распространенных методов разливки	283
Д3.2. Процессы при разливке и кристаллизации стали в изложнице	285
Д3.2.1. Вторичное окисление, потоки и перегрев	285
Д3.2.2. Процесс кристаллизации	286
Д3.2.3. Теплопередача и кристаллизация	288
Д3.2.4. Возникновение ликвации	289
Д3.2.5. Образование оксидных включений	290
Д3.2.6. Образование сульфидов	292
Д3.2.7. Образование пузырей	293
Д3.2.8. Усадочная раковина	293
Д3.2.9. Обработка слитков	294
Д3.3. Процессы при непрерывной разливке	294
Д3.3.1. Вторичное окисление, потоки и перегрев	294
Д3.3.2. Теплопередача при кристаллизации	297
Д3.3.3. Возникновение сегрегаций	297
Д3.3.4. Влияние электромагнитного перемешивания на ликвацию	299
Д3.3.5. Возникновение внутренних трещин	300
Д3.3.6. Дефекты поверхности	301
Д3.3.7. Роль синтетического шлака	302
Д3.3.8. Непосредственный передел непрерывнолитых заготовок	302

Д3.4. Сравнение непрерывной разливки и разливки в изложницы	303
Д4. Специальные методы выплавки и разливки	303
Д4.1. Переплавные методы	304
Д4.2. Специальные методы выплавки для крупногабаритных поковок	308
Д4.3. Вакуумные методы	310
Д5. Горячая деформация прокаткой	310
Д5.1. Способы горячей прокатки	310
Д5.2. Нагрев	313
Д5.2.1. Условия нагрева	313
Д5.2.2. Рост окалины	314
Д5.2.3. Обезуглероживание поверхности	314
Д5.2.4. Горячеломкость	316
Д5.2.5. Структура	317
Д5.2.6. Горячий посад и прокатка горячего слитка	317
Д5.3. Деформация	318
Д5.3.1. Сопrotивление деформации	318
Д5.3.2. Деформируемость	319
Д5.3.3. Формирование структуры и свойств материала	320
Д5.3.4. Улучшение качества поверхности	321
Д5.3.5. Выход годного	322
Д5.4. Отделка	323
Д6. Горячая деформация ковкой	324
Д6.1. Целиковки	324
Д6.2. Методыковки	324
Д6.3. Материалы дляковки	324
Д6.4. Условия работы приковке	325
Д6.4.1. Нагрев	325
Д6.4.2. Условия деформации	326
Д6.4.3. Охлаждение послековки	331
Д6.5. Контроль дефектов	332
Д7. Холодная деформация прокаткой	333
Д7.1. Назначение холодной прокатки	333
Д7.2. Технологические операции при холодной прокатке	333
Д7.3. Влияние условий холодной прокатки на свойства	336
Д7.4. Термическая обработка холоднокатаной ленты	337
Д7.4.1. Общая постановка задачи	337
Д7.4.2. Отжиг в проходных печах	338
Д7.4.3. Отжиг в колпаковых печах	338
Д7.5. Дрессировка	339
Д7.6. Отделочные операции перед поставкой	340
Д8. Термическая обработка	341
Д9. Обеспечение качества продукции в металлургическом производстве	345
Д9.1. Понятие «обеспечение качества»	345

Д9.2. Мероприятия по обеспечению качества	346
Д9.2.1. Планирование качества	346
Д9.2.2. Контроль качества	347
Д9.2.3. Управление качеством	347
Д9.3. Обеспечение качества в сталеплавильном производстве	352
Д9.4. Обеспечение качества при деформации слитков	355
Д9.5. Обеспечение качества продукции при изготовлении сортовой стали	356
Д9.6. Обеспечение качества при производстве толстого листа	359
Перспектива развития металловедения стали (послесловие)	362
Послесловие к русскому изданию	366
Библиографический список	369
Предметный указатель	393
Указатель глав	397