

# СОДЕРЖАНИЕ

<b>Раздел 1. Термическая обработка и свойства сталей</b> .....	<b>7</b>
1.1. Виды термической обработки (В.П. Канев).....	7
1.1.1. Отжиг 1-го рода.....	7
1.1.1.1. Гомогенизационный (диффузионный) отжиг.....	7
1.1.1.2. Рекристаллизационный отжиг .....	10
1.1.1.3. Отжиг для снятия напряжений .....	13
1.1.2. Отжиг 2-го рода.....	13
1.1.2.1. Полный отжиг .....	13
1.1.2.2. Неполный отжиг .....	14
1.1.2.3. Изотермический отжиг.....	14
1.1.2.4. Сфероидизация.....	15
1.1.2.5. Нормализация.....	17
1.1.3. Закалка .....	18
1.1.4. Отпуск .....	23
Библиографический список .....	24
1.2. Легирование и практика термической обработки основных классов сталей.....	25
1.2.1. Легирование и термическая обработка конструкционных сталей (П.Д. Одесский, В.Н. Зикеев).....	25
1.2.1.1. Углеродистые стали.....	25
1.2.1.2. Стали для металлических конструкций .....	29
1.2.1.3. Легированные конструкционные машиностроительные стали .....	89
Библиографический список .....	126
1.2.2. Легирование и термическая обработка пружинных сталей и сплавов (А.Г. Рахштадт, Ж.П. Пастухова).....	126
1.2.2.1. Общие сведения .....	126
1.2.2.2. Классификация.....	126
Библиографический список .....	147
1.2.3. Легирование и термическая обработка инструментальных сталей и сплавов (Л.С. Кремнёв).....	148
1.2.3.1. Классификация. Особенности и технологические свойства .....	148
1.2.3.2. Особенности упрочнения .....	152
1.2.3.3. Основы легирования.....	156
1.2.3.4. Термическая обработка, структура и свойства.....	164
Библиографический список .....	173
1.2.4. Легирование и термическая обработка коррозионностойких сталей и сплавов (Е.А. Ульянин).....	173
1.2.4.1. Ферритные, мартенситные и мартенситно-ферритные хромистые стали.....	173
1.2.4.2. Аустенитные стали .....	176
1.2.4.3. Аустенитно-ферритные стали.....	181
1.2.4.4. Высокопрочные коррозионностойкие стали .....	183
1.2.4.5. Коррозионностойкие сплавы на основе никеля .....	186
Библиографический список .....	188
1.2.5. Легирование и термическая обработка жаропрочных сталей и сплавов (С.Б. Масленков) .....	188
1.2.5.1. Общие сведения .....	188
1.2.5.2. Жаропрочные стали с $\alpha \rightarrow \gamma$ -превращением .....	189
1.2.5.3. Аустенитные стали с карбидным упрочнением .....	194
1.2.5.4. Аустенитные стали и сплавы с карбидно-интерметаллидным упрочнением .....	197
1.2.5.5. Жаропрочные стали и сплавы на основе никеля .....	199
1.2.5.6. Жаростойкие стали и сплавы на основе железа и никеля .....	202
1.2.6. Поверхностное легирование сталей (химико-термическая обработка) (В.М. Зинченко) .....	205
1.2.6.1. Общие сведения .....	205
1.2.6.2. Цементация и нитроцементация.....	211
1.2.6.3. Азотирование и карбонитрование .....	241
1.2.6.4. Борирование .....	256

1.2.6.5. Силицирование .....	261
1.2.6.6. Алитирование.....	265
1.2.6.7. Хромирование .....	268
1.2.6.8. Цинкование.....	273
1.2.6.9. Диффузионное насыщение другими металлами .....	276
1.2.6.10. Комплексное диффузионное насыщение.....	281
Библиографический список .....	282
<b>Раздел 2. Термомеханическая обработка сталей .....</b>	<b>284</b>
2.1. Структура деформированных металлов (М.Л. Бернштейн) .....	284
2.1.1. Накопленная энергия деформирования.....	284
2.1.2. Температура деформации .....	285
2.1.3. Холодная деформация .....	285
2.1.3.1. Процесс скольжения .....	285
2.1.3.2. Двойникование.....	287
2.1.3.3. Текстура.....	289
2.1.3.4. Тонкое строение холоднодеформированных металлов .....	292
2.1.3.5. Деформационное упрочнение .....	294
2.1.4. Теплая деформация .....	298
2.1.4.1. Кривые напряжение – деформация .....	298
2.1.4.2. Теплая деформация углеродистой стали .....	301
2.1.5. Горячая деформация .....	304
2.1.5.1. Основные параметры горячей деформации.....	304
2.1.5.2. Структурные изменения в ходе горячей деформации .....	306
2.1.5.3. Деформация с изменением скорости нагружения.....	310
2.1.5.4. Структурообразование в горячедеформированном аустените.....	313
Библиографический список .....	317
2.2. Возврат, полигонизация и рекристаллизация (С.С. Горелик) .....	317
2.2.1. Общие представления .....	317
2.2.2. Классификация и движущие силы процессов.....	319
2.2.3. Статическая рекристаллизация .....	322
2.2.3.1. Механизмы статической рекристаллизации .....	322
2.2.3.2. Основные закономерности первичной рекристаллизации .....	326
2.2.3.3. Влияние легирования на $t_p^H$ железа и стали .....	333
2.2.4. Динамический возврат и динамическая рекристаллизация.....	337
2.2.5. Текстуры рекристаллизации.....	344
2.2.5.1. Факторы, обуславливающие текстуры рекристаллизации .....	344
2.2.5.2. Основные типы текстурных изменений при рекристаллизации .....	345
2.2.6. Рекристаллизация и структурная неоднородность .....	347
2.2.6.1. Основные виды структурных неоднородностей .....	347
2.2.6.2. Структурные неоднородности, вызванные условиями деформации .....	350
2.2.6.3. Структурные неоднородности, вызванные неоднородностями фазового состава .....	352
2.2.7. Диаграммы рекристаллизации .....	353
2.2.8. Методы изучения рекристаллизации .....	357
Библиографический список .....	359
2.3. Фазовые превращения в термомеханически обработанных сталях (Л.М. Капуткина, С.Д. Прокошкин).....	359
2.3.1. Мартенситное превращение и отпуск мартенсита .....	359
2.3.1.1. Морфология и субструктура кристаллов мартенсита.....	359
2.3.1.2. Превращения при отпуске.....	369
2.3.2. Перлитное превращение .....	386
2.3.2.1. Превращение аустенит–феррит.....	386
2.3.2.2. Превращение при одновременном воздействии деформации .....	387
2.3.2.3. Превращение горячедеформированного аустенита в перлит ( ВТМИЗО).....	393
2.3.3. Бейнитное превращение .....	396
Библиографический список .....	403
2.4. Диаграммы высокотемпературной деформации. Структура и свойства термомеханически упрочненных сталей (С.В. Добаткин, Л.М. Капуткина, С.Д. Прокошкин).....	404
2.4.1. Низко- и среднелегированные стали .....	404
2.4.1.1. Строительные стали.....	404
2.4.1.2. Машиностроительные стали .....	471
2.4.2. Высоколегированные стали.....	515

2.4.2.1. Аустенитные стали .....	515
2.4.2.2. Аустенитно-ферритные стали.....	564
2.4.2.3. Ферритные стали.....	590
2.4.2.4. Азотсодержащие стали.....	607
Библиографический список .....	617
2.5. Общие положения и практика термомеханической обработки стали (М.Л. Бернштейн)..	621
2.5.1. Общие сведения.....	621
2.5.2. Высокотемпературная термомеханическая обработка машиностроительных сталей	630
2.5.3. Высокотемпературная термомеханическая обработка аустенитных жаропрочных сплавов .....	650
<b>Раздел 3. Термическая обработка металлопродукции в металлургии и машиностроении</b> .....	<b>686</b>
3.1. Строение, свойства и термическая обработка литой стали (А.В. Супов, В.М. Доронин) .	686
3.1.1. Общие сведения.....	686
3.1.2. Структура литой стали.....	686
3.1.3. Дефекты литого металла.....	692
3.1.3.1. Физическая неоднородность .....	692
3.1.3.2. Химическая неоднородность (ликвация) в легированной стали.....	693
3.1.3.3. Карбидная ликвация .....	695
3.1.4. Термическая обработка слитков .....	696
3.1.4.1. Диффузионный (гомогенизирующий) отжиг .....	697
3.1.4.2. Смягчающая термическая обработка слитков.....	699
3.1.5. Свойства литой и деформированной стали.....	703
3.1.6. Сталь для отливок .....	704
Библиографический список .....	712
3.2. Термическая обработка поковок (В.М. Доронин).....	713
3.2.1. Дефекты поковок и меры их предупреждения.....	713
3.2.2. Окончательная термическая обработка поковок .....	722
Библиографический список .....	726
3.3. Термическая обработка сортового проката и калиброванной стали (С.А. Голованенко, Ю.М. Брунзель).....	727
3.3.1. Общие положения .....	727
3.3.2. Цели и методы термической обработки сортового проката и калиброванной стали ..	728
3.3.3. Оборудование для термической обработки сортового проката и калиброванной стали .....	732
3.3.4. Контролируемые атмосферы для термической обработки проката.....	736
3.3.4.1. Цели применения контролируемых атмосфер.....	736
3.3.4.2. Составы контролируемых атмосфер, способы производства, области применения .....	737
3.3.5. Режимы термической обработки.....	740
3.3.5.1. Режимы термической обработки для предотвращения образования флокенов и трещин в блюмах, заготовках и крупном сорте .....	741
3.3.5.2. Режимы смягчающей термической обработки сортового проката.....	743
3.3.5.3. Режимы упрочняющей термической обработки сортового проката .....	755
3.3.6. Режимы термической обработки калиброванной стали.....	757
Библиографический список .....	758
3.4. Термическая обработка листовой стали (С.А. Голованенко, Б.А. Моисеев) .....	758
3.4.1. Общие положения .....	758
3.4.2. Оборудование для термической обработки рулонной и листовой стали .....	760
3.4.3. Термическая обработка углеродистой стали .....	765
3.4.3.1. Тонколистовая углеродистая сталь .....	765
3.4.3.2. Толстолистовая углеродистая сталь .....	771
3.4.4. Термическая обработка низколегированной стали .....	774
3.4.5. Термическая обработка легированной конструкционной листовой стали .....	779
3.4.6. Термическая обработка электротехнической стали .....	781
3.4.7. Термическая обработка коррозионностойкой, жаростойкой и жаропрочной листовой стали .....	785
Библиографический список .....	787
3.5. Термическая обработка труб (В.М. Янковский).....	787
3.5.1. Термическая обработка в технологическом процессе производства труб .....	787
3.5.2. Основные виды термической обработки труб .....	788

3.5.3. Требования к химическому составу, структуре, механическим свойствам металла и технологическим испытаниям труб.....	789
3.5.4. Оборудование и технология термической обработки труб.....	791
3.5.4.1. Установки для нагрева труб.....	792
3.5.4.2. Охлаждающие устройства.....	793
3.5.4.3. Режимы термической обработки труб.....	796
3.5.5. Особенности технологии термической обработки некоторых видов труб массового производства.....	803
3.5.5.1. Трубы для добычи нефти и газа.....	803
3.5.5.2. Трубы для подшипников.....	808
3.5.5.3. Трубы для теплоэнергетики.....	809
3.5.5.4. Трубы из высоколегированной стали для химической промышленности.....	812
3.5.5.5. Трубы для магистральных газонефтепроводов.....	814
3.5.6. Термомеханическая обработка труб.....	815
3.5.6.1. Высокотемпературная термомеханическая обработка горячекатаных труб.....	815
3.5.6.2. Механотермическая обработка труб для теплоэнергетики.....	819
3.5.6.3. Локальная термомеханическая обработка сварных швов труб для магистральных газонефтепроводов.....	820
3.5.7. Контроль труб после термической и термомеханической обработок.....	822
Библиографический список.....	824
3.6. Термическая обработка рельсов (Е.А. Шур).....	825
3.6.1. Условия эксплуатации, повреждаемость и требования к рельсам.....	825
3.6.2. Рельсовые стали. Термическая обработка в технологическом процессе производства рельсов.....	829
3.6.3. Противофлокенная термическая обработка.....	831
3.6.4. Закалка концов рельсов.....	833
3.6.5. Упрочняющая термическая обработка рельсов по всей длине.....	835
3.6.5.1. Структурные основы и классификация видов термического упрочнения рельсов. Технические требования.....	836
3.6.5.2. Технология и оборудование.....	840
3.6.5.3. Структура, свойства и эксплуатационная стойкость термически упрочненных рельсов.....	842
3.6.5.4. Перспективы дальнейшего повышения работоспособности термически упрочненных рельсов.....	848
Библиографический список.....	856
3.7. Термическая обработка деталей металлургического оборудования (М.А. Тылкин).....	856
3.7.1. Материалы, применяемые для изготовления деталей металлургического оборудования.....	857
3.7.2. Термическая обработка со сквозным прогревом деталей.....	861
3.7.3. Химико-термическая обработка на металлургических заводах.....	869
3.7.4. Индукционная закалка деталей металлургического оборудования.....	872
3.7.5. Газопламенная закалка деталей металлургического оборудования.....	878
Библиографический список.....	888
<b>Раздел 4. Основные типы чугуна, их структура и свойства.....</b>	<b>889</b>
4.1. Фазовый и структурный состав чугуна (Э.Ч. Гини).....	889
4.1.1. Диаграмма состояния железо-углерод и структура чугунов.....	889
4.1.2. Влияние других компонентов.....	893
4.1.3. Расчетные методы прогнозирования структуры и свойства чугуна.....	895
4.2. Свойства основных типов чугунов.....	896
4.2.1. Физические свойства.....	896
4.2.2. Технологические свойства.....	902
4.2.3. Специальные свойства.....	905
4.2.4. Механические свойства.....	909
Библиографический список.....	919