



В. Ф. Коростелев

ПОВЕРХНОСТНОЕ И ОБЪЕМНОЕ УПРОЧНЕНИЕ СПЛАВОВ

В. Ф. Коростелев

**ПОВЕРХНОСТНОЕ И ОБЪЕМНОЕ
УПРОЧНЕНИЕ СПЛАВОВ**

Монография

Москва Вологда
«Инфра-Инженерия»
2021

УДК 669.716:621.78

ББК 34.65

К68

Р е ц е н з е н т ы :

Янишевская Анна Генриховна, доктор технических наук, профессор
Омского государственного технического университета;

Халатов Евгений Михайлович, доктор технических наук, профессор,
заведующий кафедрой гидропневмоавтоматики и гидропривода
Ковровской государственной технологической академии

Коростелев, В. Ф.

К68 Поверхностное и объемное упрочнение сплавов : монография /
В. Ф. Коростелев. – Москва ; Вологда : Инфра-Инженерия, 2021. – 160 с. :
ил., табл.

ISBN 978-5-9729-0721-2

Представлены результаты исследований процессов фазовых превращений и структурных изменений, протекающих в пространстве переменных состояний. Автоматизация управления данными процессами позволяет улучшить свойства металлопродукции. На примерах поверхностного упрочнения штамповых сталей и лазерного упрочнения сталей ферритно-мартенситного класса рассмотрены условия и возможности формирования аномальных структур, твердость которых заметно превышает значения, достигаемые в процессе обычных закалки и отпуска.

Для специалистов, занимающихся производством сложной металлопродукции. Может быть полезно студентам и преподавателям металлургических и машиностроительных направлений подготовки.

УДК 669.716:621.78

ББК 34.65

ISBN 978-5-9729-0721-2

© Коростелев В. Ф., 2021

© Издательство «Инфра-Инженерия», 2021

© Оформление. Издательство «Инфра-Инженерия», 2021

ОГЛАВЛЕНИЕ

ВВЕДЕНИЕ	5
ГЛАВА 1. ОЦЕНКА СОСТОЯНИЯ ИССЛЕДОВАНИЙ ТЕРМО-МЕХАНО-ВРЕМЕННОЙ ОБРАБОТКИ СПЛАВОВ НА ОСНОВЕ ЖЕЛЕЗА И АЛЮМИНИЯ	8
1.1. Термовременная обработка конструкционной стали	8
1.2. Процессы упрочнения и разупрочнения	10
1.3. Упрочнение сплавов на основе алюминия	12
1.4. Термомеханика упрочнения сталей	14
1.5. Задачи управления процессами термо-механо-временной обработки	15
Выводы	16
ГЛАВА 2. ПОВЕРХНОСТНОЕ УПРОЧНЕНИЕ СТАЛЕЙ	18
2.1. Преимущества лазерного поверхностного упрочнения	18
2.2. Исследование влияния термомеханических воздействий на процессы упрочнения и разупрочнения штамповых сталей ...	20
2.3. Сопrotивляемость сталей пластическому деформированию в условиях одноосного сжатия	24
2.4. Концентрация мощности и время энергетического воздействия.....	30
2.5. Поверхностное упрочнение с использованием концентрированных потоков энергии	32
2.5.1. Классификационная диаграмма технологий по уровню концентрации энергии	32
2.5.2. Лазерное упрочнение нержавеющей сталей	33
2.5.3. Термодинамический анализ	35
2.5.4. Методика исследований	39
2.5.5. Обсуждение результатов исследований	42
2.5.6. Выявление причин изменения твердости	48
2.5.7. Моделирование тепловых процессов	50
2.5.8. Анализ изменений структуры	56
2.5.9. Автоматизация управления лазерным упрочнением	59
Выводы	64

ГЛАВА 3. ОБЪЕМНОЕ УПРОЧНЕНИЕ СПЛАВОВ	66
3.1. Несостоятельность модельных гипотез упрочнения сплавов	66
3.2. Технологические аспекты объемного упрочнения	69
3.3. Теоретические основы объемного упрочнения	71
3.3.1. Двухфазная модель упрочнения	72
3.3.2. Управление процессом кристаллизации	74
3.3.3. Физика нестационарных процессов	78
3.4. Программирование управляющих воздействий	79
3.5. Производство литых герметичных деталей газотехнического назначения	84
3.6. Разработка способа производства деталей типа «Поршень ДВС»	88
3.7. Формирование структуры сплава с нетрадиционным сочетанием свойств	98
3.8. Исследование нестационарных тепловых процессов	110
Выводы	120
ГЛАВА 4. АВТОМАТИЗАЦИЯ УПРАВЛЕНИЯ УПРОЧНЕНИЕМ СПЛАВОВ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ НЕЙРОСЕТЕВЫХ МОДЕЛЕЙ И РЕШЕНИЙ ОБРАТНЫХ ЗАДАЧ ДИНАМИКИ	121
4.1. Управление выбором состава сплава и процессом его обработки	121
4.1.1. Теоретическая модель объекта управления	121
4.1.2. Планирование экспериментов и обучение персептрона	122
4.2. Решение обратной задачи управления динамической системой	136
4.2.1. Управление состоянием	137
4.2.2. Разработка модели управляемого процесса	138
4.2.3. Определение параметров динамической системы	143
Выводы	146
ЗАКЛЮЧЕНИЕ	148
СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ	153