

№ 2404

А.В. Поздняков

М.Г. Хомутов

А.Н. Солонин

Теория термической обработки металлов и сплавов

Лабораторный практикум

№ 2404

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РФ

ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ АВТОНОМНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ
ВЫСШЕГО ПРОФЕССИОНАЛЬНОГО ОБРАЗОВАНИЯ
«НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ «МИСиС»

Кафедра металловедения цветных металлов

А.В. Поздняков

М.Г. Хомутов

А.Н. Солонин

Теория термической обработки металлов и сплавов

Лабораторный практикум

Допущено учебно-методическим объединением по образованию
в области металлургии в качестве учебного пособия
для студентов высших учебных заведений, обучающихся
по направлению 150400 – Металлургия



ИЗДАТЕЛЬСКИЙ ДОМ

Москва 2014

УДК 621.78

П47

Рецензент

д-р физ.-мат. наук, проф. *С.Д. Прокошкин*

Поздняков, А.В.

П47 Теория термической обработки металлов и сплавов : лаб. практикум / А.В. Поздняков, М.Г. Хомутов, А.Н. Солонин. – М. : Изд. Дом МИСиС, 2014. – 76 с.
ISBN 978-5-87623-774-3

В практикуме представлены лабораторные работы, которые прививают студентам навыки проведения термической обработки и анализа ее связи со структурой и свойствами металлов и сплавов. Рассмотрены основные виды термической и термомеханической обработки металлов и сплавов, такие как гомогенизационный, дорекристаллизационный и рекристаллизационный отжиг; отжиг, нормализация, закалка и отпуск сталей; закалка и старение цветных металлов; низкотемпературная, высокотемпературная и предварительная термомеханическая обработка стареющих сплавов.

Содержание практикума соответствует программе дисциплины «Термическая обработка металлов и сплавов».

Для студентов, обучающихся по направлению 150400 «Металлургия», профиль «Металловедение цветных и драгоценных металлов».

УДК 621.78

ISBN 978-5-87623-774-3

© А.В. Поздняков,
М.Г. Хомутов,
А.Н. Солонин, 2014

СОДЕРЖАНИЕ

Введение	4
Лабораторная работа 1. Гомогенизационный отжиг	6
Лабораторная работа 2. Дорекристаллизационный и рекристаллизационный отжиг	15
Лабораторная работа 3. Отжиг и нормализация сталей.....	32
Лабораторная работа 4. Закалка и отпуск сталей	44
Лабораторная работа 5. Закалка и старение цветных сплавов	56
Лабораторная работа 6. Термомеханическая обработка стареющих сплавов	68
Литература	75

ВВЕДЕНИЕ

Термическая обработка – это обработка заготовок и изделий из металлических материалов путем теплового воздействия для получения заданных структуры и свойств. Тепловое воздействие может сочетаться с другими – деформационным, химическим, магнитным и др.

Теория термической обработки анализирует изменения структуры и свойств металлов и сплавов при тепловом воздействии, не исчезающие после его прекращения.

Развитие теории термообработки идет по пути детального аналитического и экспериментального изучения механизмов и кинетики фазовых и структурных превращений при термообработке на атомном уровне. В экспериментах используются все более совершенные методы рентгеноструктурного анализа, электронной микроскопии и др. В рамках данного лабораторного практикума экспериментально изучается изменение микроструктуры и механических свойств на уровне световой микроскопии, измерения твердости стандартными методами и определения пластичности при испытании на изгиб, которые в достаточной степени позволяют проследить эволюцию структуры и связанные с ней изменения свойств. В практикуме также представлена работа по термомеханической обработке на современном комплексе моделирования термомеханических процессов.

Любой процесс термической обработки можно описать зависимостью изменения температуры во времени, по которой можно определить температуру нагрева, время нагрева и охлаждения, средние и истинные скорости нагрева и охлаждения, время выдержки при температуре нагрева и общую продолжительность производственного цикла. Но по форме этого графика ничего нельзя сказать о виде термообработки. Вид термообработки определяется не характером изменения температуры во времени, а типом фазовых и структурных изменений в металле. Основываясь на последнем признаке, А.А. Бочвар разработал классификацию, охватывающую многочисленные разновидности термообработки черных и цветных металлов и сплавов.

Термическая обработка подразделяется на собственно термическую, термомеханическую и химико-термическую. Собственно термическая обработка заключается только в термическом воздействии на металл или сплав, термомеханическая – в сочетании термического воздействия и пластической деформации, химико-термическая – в сочетании термического и химического воздействия.

Собственно термическая обработка включает следующие основные виды: отжиг 1-го рода, отжиг 2-го рода, закалку с полиморфным превращением, закалку без полиморфного превращения, закалку с плавлением поверхности, отпуск и старение. Эти виды термической обработки относятся и к сталям, и к цветным металлам и сплавам. Каждый из видов термообработки подразделяется на разновидности, специфические для сплавов на разных основах.

Лабораторная работа 1

ГОМОГЕНИЗАЦИОННЫЙ ОТЖИГ

(4 часа)

1.1. Цель работы

Целью работы является получение навыков проведения гомогенизационного отжига и анализа изменения микроструктуры и механических свойств при гомогенизации литых сплавов.

1.2. Теоретическое введение

Гомогенизационный отжиг – это термическая обработка, при которой главным процессом является устранение последствий дендритной ликвации.

В условиях неравновесной кристаллизации в результате дендритной ликвации возникает химическая микронеоднородность внутри кристаллов твердого раствора – основы сплава, и могут появиться неравновесные избыточные фазы.

В результате отклонения от равновесия в процессе кристаллизации литой сплав имеет перечисленные ниже основные недостатки.

1. Пластичность сплава обычно снижается, если в результате дендритной ликвации появляется избыточная хрупкая фаза. Особенно сильно снижается пластичность при образовании по границам дендритных ячеек сплошных прослоек из грубых частиц хрупких соединений (интерметаллидов, карбидов и др.).

2. Центральные участки дендритных ячеек и их границы, имеющие разный химический состав, образуют микрогальванические пары. Поэтому внутрикристаллитная ликвация твердого раствора снижает стойкость против электрохимической коррозии. Появление неравновесной избыточной фазы в твердом растворе обычно также снижает стойкость против коррозии.

3. При обработке давлением, например, прокатке и прессовании, микроучастки, имеющие разный химический состав, вытягиваются, и может возникнуть строчечная структура. Такая структура обуславливает анизотропию свойств в изделии и повышенную склонность к межкристаллитному разрушению.