

Indice

ADVERTENCIA	17
-----------------------	----

CAPÍTULO 1

DIAGRAMAS DE EQUILIBRIO DE LAS ALEACIONES

I. Generalidades

1.1. Definición de una aleación	19
1.2. Diagrama de equilibrio	21
1.3. Ley de las fases	22

II. Líquidos y sólidos de las aleaciones binarias

1.4. Clasificación	24
A) <i>Metales completamente miscibles en estado líquido</i>	
1.5. Aleaciones de solución sólida única	24
1.6. Aleaciones de dos soluciones sólidas con punto eutéctico	26
1.7. Aleaciones de dos soluciones sólidas con transformación peritética	29
1.8. Aleaciones que presentan más de dos soluciones sólidas	32
B) <i>Metales parcialmente miscibles en estado líquido</i>	
1.9. Interpretación del diagrama representativo	33

III. Líneas de transformación

1.10. Transformaciones alotrópicas	35
1.11. Transformaciones con reacciones	36
1.12. Reglas de interpretación de los diagramas de las aleaciones binarias	37
1.13. Determinación de los compuestos definidos	40
1.14. Interés de los diagramas	41

IV. Aleaciones ternarias

1.15. Principio de los diagramas ternarios	43
1.16. Ejemplos de las aleaciones ternarias	44

V. Heterogeneidad de las aleaciones

1.17.	Mecanismo de la solidificación de una solución sólida	44
1.18.	Heterogeneidad menor	45
1.19.	Heterogeneidad mayor	47
1.20.	Heterogeneidad estructural	48
1.21.	Purificación de un metal por el método de la zona fundida	50

CAPÍTULO 2

MÉTODOS DE DETERMINACION DE LOS DIAGRAMAS

2.1.	Principio e interés de la determinación de los diagramas	53
------	--	----

I. Análisis térmico

2.2.	Enfriamiento de un cuerpo sin anomalía en un recinto isoterma.	54
2.3.	Diferentes formas de las curvas de enfriamiento	55
2.4.	Aparatos de análisis térmico	57

II. Análisis dilatométrico

2.5.	Principio del método dilatométrico Chevenard	59
2.6.	Marcha de una curva diferencial Chevenard	60
2.7.	Aparatos Chevenard	61

III. Otros métodos

2.8.	Estudio de la resistencia eléctrica	64
2.9.	Termoelectricidad	65
2.10.	Potencial de disolución	65
2.11.	Termomagnetometría	67
2.12.	Métodos secundarios	67
2.13.	Importancia relativa de los diversos métodos	67

CAPÍTULO 3

MICROGRAFIA Y MACROGRAFIA

I. Técnica de la micrografía

3.1.	Principio de la micrografía.	69
3.2.	Toma de la muestra	69
3.3.	Pulido	70
3.4.	Ataque	71
3.5.	Examen al microscopio	72

II. Aplicaciones de la micrografía

3.6.	Relaciones entre la microestructura y el diagrama	75
3.7.	Aplicaciones de la micrografía	78

III. Macrografía

3.8.	Técnica de la macrografía	81
3.9.	Aplicaciones de la macrografía	83

IV. Microscopio electrónico

3.10.	Microscopio electrónico	86
-------	-----------------------------------	----

CAPÍTULO 4

ESTADO METALICO

I. Estructuras cristalinas metálicas

4.1.	Edificios metálicos	89
4.2.	Metales puros	90
4.3.	Imperfecciones de los cristales reales	94
4.4.	Notaciones cristalográficas	97
4.5.	Soluciones sólidas	100
4.6.	Estudio de las soluciones sólidas de sustitución de las aleaciones binarias	103
4.7.	Compuestos definidos	104
4.8.	Difusión en estado sólido	106
4.9.	Transformaciones con cambio de fase	110
4.10.	Constitución y estructura	111

II. Deformaciones mecánicas de los metales

4.11.	Características mecánicas de los metales	111
4.12.	Plasticidad del monocristal: estudio geométrico	114
4.13.	Plasticidad monocristal: estudio dinámico	116
4.14.	Teoría de la plasticidad	120
4.15.	Nociones sobre el maclado	123
4.16.	Plasticidad de los policristales	124
4.17.	Significación de las características mecánicas	126

CAPÍTULO 5

ALEACIONES HIERRO-CARBONO

I. Diagramas de equilibrio

5.1.	Existencia de dos diagramas de equilibrio	129
5.2.	Diagrama con cementita	130
5.3.	Diagrama con grafito	134
5.4.	Condiciones de validez y de utilización de estos diagramas	134
5.5.	Condiciones del establecimiento de los dos equilibrios y del paso de uno al otro	134

II. Aceros ordinarios recocidos

5.6.	Variedades alotrópicas del hierro puro	135
5.7.	Constitución de los aceros recocidos	135
5.8.	Puntos de transformación de los aceros	138
5.9.	Estructura de los aceros	140

III. Fundiciones ordinarias

5.10.	Generalidades	143
5.11.	Fundiciones blancas	144
5.12.	Fundiciones grises	145

IV. Fundición maleable

5.13.	Maleabilización de la fundición	149
5.14.	Maleabilización por grafitización	150
5.15.	Maleabilización por descarburación	151
5.16.	Fundición de grafito esferoidal	152

CAPÍTULO 6

TRATAMIENTOS TERMICOS DE LOS ACEROS

6.1.	Nociones preliminares	156
------	---------------------------------	-----

I. Temple

6.2.	Estudio del mecanismo del temple	157
6.3.	Influencia de la velocidad de enfriamiento	157
6.4.	Influencia de la temperatura de temple	162
6.5.	Curvas características de temple	164
6.6.	Elementos del problema del temple de una pieza.	165
6.7.	Templabilidad	167
6.8.	Esquema del problema práctico del temple	170

II. Revenido

6.9.	Definición del revenido.	172
6.10.	Proceso del revenido	172
6.11.	Factores del revenido	174

III. Recocido

6.12.	Definición y papeles del recocido	176
6.13.	Recocido de homogeneización	177
6.14.	Recocido de regeneración	179
6.15.	Recocido de ablandamiento	181
6.16.	Recocido de atenuación	182
6.17.	Recocido de recristalización.	182
6.18.	El recocido desde el punto de vista industrial	184

CAPÍTULO 7

ACEROS ALEADOS

I. Generalidades

7.1.	Definición.	187
7.2.	Designación convencional de los aceros	188
7.3.	Diagramas de equilibrio	191

II. Tratamientos isotermos de los aceros

7.4.	Naturaleza de los productos de la descomposición isoterma de la austenita.	195
7.5.	Cinética de la descomposición isoterma de la austenita.	198
7.6.	Diagramas de transformaciones isotermas	199
7.7.	Nociones sobre el trazado de las curvas <i>TTT</i>	203
7.8.	Aplicaciones de las curvas <i>TTT</i> al temple clásico	204
7.9.	Tratamientos isotermos	207
7.10.	Limitaciones en el empleo de los diagramas <i>TTT</i>	210

III. Tratamientos térmicos clásicos

7.11.	Acción de los elementos aleados sobre los tratamientos térmicos.	211
7.12.	Microestructura de los aceros aleados	213
7.13.	Nociones sobre la práctica de los tratamientos térmicos de los aceros aleados.	214
7.13	bis. Curvas de transformación en enfriamiento continuo	218
7.14.	Clasificación industrial de los aceros	221
7.15.	Razones que justifican los principales empleos de los aceros aleados.	222

IV. Principales aceros aleados

7.16.	Aceros al níquel	226
7.17.	Aceros al manganeso	228
7.18.	Aceros al cromo	229
7.19.	Aceros al silicio	230
7.20.	Aceros al boro	231
7.21.	Otros aceros de un elemento aleado	231
7.22.	Aceros al cromoníquel	232
7.23.	Aceros de corte rápido	233
7.24.	Nociones sobre las fundiciones aleadas	235

CAPÍTULO 8

ENDURECIMIENTO POR MADURACION

8.1.	Condiciones del endurecimiento por maduración	236
8.2.	Mecanismo del temple	237
8.3.	Mecanismo de la maduración	238
8.4.	Nociones sobre la práctica del tratamiento térmico de las aleaciones ligeras de aluminio	240
8.5.	Comparación entre el temple de los aceros y el endurecimiento por maduración	243
8.6.	El endurecimiento por el revenido en los aceros	244

CAPÍTULO 9

TRATAMIENTOS SUPERFICIALES DE LOS ACEROS

9.1.	Visión de conjunto	247
9.2.	Temple superficial	249
9.3.	Cementación	249
9.4.	Nitruración	254
9.5.	Cianuración	255
9.6.	Carbonitruración	256
9.7.	Cromado	257

CAPÍTULO 10

LUCHA CONTRA LA CORROSION

10.1.	Aspectos diversos de la corrosión	259
10.2.	Mecanismo de la corrosión	260
10.3.	Causas de la corrosión	262
10.4.	Lucha contra la corrosión	268
10.5.	Metales y aleaciones resistentes a la corrosión	268
10.6.	Protección por revestimientos metálicos	271
10.7.	Protección por revestimientos no metálicos	274
10.8.	Ensayos de corrosión	276
10.9.	Diagramas tensión-pH	277

CAPÍTULO 11

METALES Y ALEACIONES NO FÉRRICAS

11.1.	Razones que justifican el empleo de los metales no férricos	280
11.2.	Designación convencional de las aleaciones no férricas	281

I. El cobre y sus aleaciones

11.3.	Propiedades del cobre y aplicaciones	281
11.4.	Latones	282
11.5.	Bronces	284
11.6.	Otras aleaciones de cobre	287

II. El aluminio y sus aleaciones

11.7.	Propiedades del aluminio y aplicaciones	288
11.8.	Principales aleaciones de aluminio	290

III. Otros metales pesados

11.9.	Plomo	291
11.10.	Antifricciones	292
11.11.	Cinc	293
11.12.	Níquel	293
11.13.	Estaño	294

IV. Otros metales ligeros

11.14. Magnesio	294
11.15. Calcio	295
11.16. Berilio	295

CAPÍTULO 12

CUADRO DE LOS PROCEDIMIENTOS DE CONTROL DE LAS PIEZAS METALICAS

12.1. Generalidades	297
12.2. Ensayos químicos	298
12.3. Ensayos mecánicos	298
12.4. Ensayos físico-químicos y de estructura	299
12.5. Ensayos no destructivos	299
12.6. Ensayos especiales	300

CAPÍTULO 13

APLICACIONES DE LOS RAYOS X

I. Rayos X

13.1. Producción de los rayos X	301
13.2. Estudio sumario de los rayos X	302

II. Radiometalografía

13.3. Principio de la radiometalografía	304
13.4. Técnica de la radiometalografía	305
13.5. Aplicaciones de la radiometalografía	308
13.6. Radiografía por rayos gamma	309

III. Radiocristalografía

13.7. Difracción de los rayos X	312
13.8. Método de los polvos	313
13.9. Aplicaciones industriales de la espectrorradiografía	315
13.10. Nociones sobre la difracción de los electrones	317

BIBLIOGRAFÍA BREVE	318
EJERCICIOS	320
RESULTADOS NUMÉRICOS	360

PRACTICAS DE METALURGIA

PREÁMBULO	366
1. Análisis térmico	367
2. Dilatómetro mecánico Chevenard	367
3. Primera sesión de micrografía	368
4. Macrografía	369
5. Determinación del manganeso	370
6. Determinación del fósforo	371
7. Determinación del silicio	373
8. Dosificación del azufre	373
9. Dosificación del cromo	374
10. Análisis cualitativo de un acero aleado	375
11. Disolución del magnesio en el ácido clorhídrico	376
12. Ensayos cualitativos de corrosión	378