

Indice

Capitolo 1 – Tensioni e deformazioni	1
1.1 Concetto di tensione.	1
1.2 Relazioni tra le componenti della tensione agente su un piano	4
1.3 Tensioni e direzioni principali	6
1.4 Stato piano di tensione.	8
1.5 Deviatore di tensione e tensione idrostatica.	11
1.6 Concetto di deformazione	12
Capitolo 2 – Stato elastico	15
2.1 Introduzione.	15
2.2 Relazioni elastiche per le componenti normali	15
2.3 Relazioni elastiche per le deformazioni cubiche	17
2.4 Relazioni elastiche per le componenti tangenziali.	18
2.5 Deformazione elastica per una tensione monoassiale	19
2.6 Interpretazione del legame elastico	21
2.7 Termoelasticità.	23
Capitolo 3 – Stato plastico	25
3.1 Introduzione.	25
3.2 Equazioni empiriche	26
3.3 Condizioni limite di plasticità	27
3.3.1 Criterio di von Mises	30
3.4 Tensioni e deformazioni equivalenti	32
Capitolo 4 – Elementi sulla struttura cristallina	33
4.1 Introduzione.	33
4.2 Reticoli cristallini.	34
4.3 Indici di Miller.	38

4.4	Difetti reticolari	40
4.4.1	Difetti puntiformi	41
4.4.2	Difetti lineari: dislocazioni	42
4.4.2.1	Forze agenti su una dislocazione	45
4.4.2.2	Sorgente di Frank-Read	46
4.4.3	Difetti di superficie	47
Capitolo 5 – Proprietà plastiche dei solidi cristallini		49
5.1	Meccanismi di scorrimento	49
5.2	Tensione di scorrimento totale	50
5.3	Snervamento	52
5.4	Incrudimento dei monocristalli	54
5.5	Effetti dei bordi dei grani sull'incrudimento	55
5.6	Effetti connessi all'incrudimento	57
5.6.1	Effetto Bauschinger	57
5.6.2	Invecchiamento	57
5.7	Ricupero e ricristallizzazione	59
5.8	La strizione	60
Capitolo 6 – La frattura fragile dei metalli		61
6.1	Introduzione	61
6.2	Tipi di frattura	62
6.3	Resistenza teorica alla decoesione	65
6.4	Teoria di Inglis	68
Capitolo 7 – Fattori che influiscono sul comportamento dei materiali metallici		71
7.1	Introduzione	71
7.2	Temperatura di esercizio	71
7.3	Velocità di applicazione del carico	72
7.4	Triassialità delle tensioni	72
7.5	Dimensioni del pezzo	74
7.6	Fragilizzazione neutronica	74
7.7	Trattamenti termici	74
Capitolo 8 – Leghe, diagrammi di stato e trattamenti termici		75
8.1	Soluzioni solide	75
8.2	Diagrammi di stato	75
8.3	Diagramma di stato ferro-carbonio	80
8.3.1	Fattori influenzanti le trasformazioni strutturali degli acciai	92
8.4	Curve a S o di Bain o diagrammi TTT	92
8.5	Trattamenti termici e termochimici	97
8.5.1	Operazioni preliminari	98
8.5.2	Tipi di forni	99

8.5.3 Esecuzione dei trattamenti	100
8.5.3.1 Trattamenti termici degli acciai	102
8.5.3.2 Trattamenti termochimici degli acciai	104
8.5.3.3 Trattamenti termici delle leghe di alluminio.	106
Capitolo 9 – Prove sui materiali metallici	109
9.1 Introduzione	109
9.2 Prove meccaniche	110
9.2.1 Prova di trazione (UNI EN ISO 6892-1)	111
9.2.2 Prova di compressione (UNI 558)	120
9.2.3 Prova di piega (UNI EN ISO 7438)	121
9.2.4 Prova di durezza	123
9.2.4.1 Prove di macrodurezza	123
9.2.4.2 Prove di microdurezza	128
9.2.5 Prova di resilienza (UNI EN ISO 148).	130
9.2.6 Prova di fatica (UNI 3964)	133
9.2.6.1 Descrizione del fenomeno della fatica	134
9.2.6.2 Rappresentazione del fenomeno.	135
9.2.7 Prova di scorrimento a caldo (UNI 5111).	140
9.3 Prove tecnologiche.	143
9.3.1 Prova di imbutitura (UNI EN ISO 20482)	143
9.3.2 Prova di temprabilità Jominy (UNI EN ISO 642)	144
Capitolo 10 – Acciai e leghe di alluminio	147
10.1 Introduzione	147
10.2 L'approccio sistematico.	147
10.3 Strumenti di selezione.	148
10.4 Gli acciai	154
10.4.1 Effetto dei principali elementi di lega sulle proprietà degli acciai	154
10.4.1.1 Influenza del nichel sulle proprietà degli acciai	159
10.4.1.2 Influenza del cromo sulle proprietà degli acciai	161
10.4.1.3 Influenza del manganese sulle proprietà degli acciai	162
10.4.1.4 Influenza del silicio sulle proprietà degli acciai	163
10.4.1.5 Influenza del molibdeno sulle proprietà degli acciai.	164
10.4.1.6 Elementi nocivi alle proprietà degli acciai	164
10.4.2 Classificazione degli acciai in base agli utilizzi	166
10.4.2.1 Acciai da trattamento termochimico	167
10.4.2.2 Acciai da bonifica e autotemperanti	168
10.4.2.3 Acciai per utensili	169
10.4.2.4 Acciai resistenti alla corrosione (inossidabili)	171
10.4.2.5 Acciai per usi particolari	178
10.5 Le leghe di alluminio	179
10.5.1 Denominazione delle leghe di alluminio.	182

10.5.2	Caratteristiche delle leghe di alluminio da lavorazione	184
	per deformazione plastica	184
10.5.2.1	Leghe della serie 1xxx	186
10.5.2.2	Leghe della serie 2xxx (Al-Cu) – Durallumini o Avional. . .	186
10.5.2.3	Leghe della serie 3xxx (Al-Mn)	187
10.5.2.4	Leghe della serie 4xxx (Al-Si)	187
10.5.2.5	Leghe della serie 5xxx (Al-Mg) - Peraluman	188
10.5.2.6	Leghe della serie 6xxx (Al-Mg-Si) - Anticorodal.	188
10.5.2.7	Leghe della serie 7xxx (Al-Zn) - Ergal.	190
10.5.2.8	Leghe della serie 8xxx (Al-altri elementi)	190
Capitolo 11	Lavorazioni per deformazione plastica	193
11.1	Introduzione	193
11.2	Lavoro di deformazione	195
11.3	Laminazione	198
11.3.1	Struttura di un laminatoio	199
11.3.2	Ciclo di laminazione	203
11.3.2.1	Decapaggio prima della laminazione a caldo	203
11.3.2.2	Laminazione a caldo	204
11.3.2.3	Decapaggio prima della laminazione a freddo	205
11.3.2.4	Laminazione a freddo	205
11.3.2.5	Pulitura elettrolitica.	206
11.3.2.6	Ricottura	206
11.3.2.7	Temper.	208
11.3.2.8	Finitura	208
11.3.3	Elementi di calcolo per la laminazione	209
11.3.3.1	Condizione di imbocco	210
11.3.3.2	Lunghezza di laminazione.	211
11.3.3.3	Velocità di laminazione	212
11.3.3.4	Forze di laminazione	213
11.3.4	Allargamento dei laminati piatti	214
11.3.5	Cenni sulla laminazione dei profilati.	214
11.3.6	Cenni sulla laminazione dei tubi.	216
11.4	Fucinatura	217
11.4.1	Forze di fucinatura	220
11.4.2	Macchine per fucinatura	221
11.4.3	Lavorazioni di finitura.	224
11.5	Estrusione	225
11.5.1	Matrici per estrusione	231
11.5.2	Forze di estrusione	231
11.6	Trafilatura	232
11.6.1	Forze di trafilatura.	235

Capitolo 12 – Fonderia	237
12.1 Introduzione	237
12.2 Tipologie di formatura	238
12.2.1 Formatura in terra	239
12.2.1.1 Terre da fonderia	243
12.2.1.2 Modelli per formatura in terra	246
12.2.2 Formatura a guscio	251
12.2.2.1 Microfusione	251
12.2.2.2 Mono-shell	252
12.2.2.3 Shell-moulding	252
12.2.3 Formatura in conchiglia	253
12.2.3.1 Colata in conchiglia a gravità	253
12.2.3.2 Colata in conchiglia a pressione	253
12.3 Tensioni di ritiro	255
Capitolo 13 – Controlli non distruttivi	261
13.1 Introduzione	261
13.2 Controllo visivo	263
13.2.1 Tipologie di strumentazione	264
13.2.1.1 Endoscopi a luce calda	264
13.2.1.2 Endoscopi a luce fredda	265
13.3 Controllo con liquidi penetranti (UNI EN 571-1)	266
13.3.1 Principio su cui si basa il controllo	270
13.3.2 Tipologie di liquidi penetranti	271
13.3.3 Tipologie di rivelatori	273
13.3.4 Metodi di ispezione	273
13.4 Controllo magnetoscopico (UNI EN ISO 9934-1)	274
13.4.1 Metodi di magnetizzazione	275
13.4.2 Tipologie di rivelatori	278
13.4.3 Smagnetizzazione finale	278
13.5 Controllo radiografico e gammagrafico (UNI EN 444)	279
13.5.1 Radiazioni ionizzanti	280
13.5.2 Apparecchiature per la produzione di raggi X	282
13.5.3 Processi d'emissione dei raggi gamma	284
13.5.4 Qualità di un controllo effettuato con raggi X o gamma	286
13.5.5 Fattori influenzanti la qualità di un controllo con raggi X o gamma	288
13.5.6 Sviluppo della pellicola radiografica e lettura delle immagini	291
13.6 Controllo ultrasonoro (UNI EN 583-1)	292
13.6.1 Strumentazione e tecniche di esame	293
13.6.2 Tipologie di onde ultrasonore	295
13.6.3 Caratteristiche di un'onda ultrasonora	297
13.6.4 Tipi di sonde	299
13.6.5 Caratteristiche di un controllo ultrasonoro	300

13.6.6 Rappresentazione del segnale	302
13.6.7 Taratura della strumentazione	304
13.6.8 Fattori che determinano la rilevabilità di un'alterazione e metodo per stabilirne le dimensioni	307
Bibliografia	309
ESERCIZI	313
Capitolo 1 – Tensioni e deformazioni	315
Capitolo 2 – Stato elastico	338
Capitolo 3 – Stato elasto-plastico	363