
INDICE

- XI *Premessa*
- XIII *Autori*
- XV *Notazioni e simboli*
- 3 Capitolo 1 – Introduzione alle lavorazioni non convenzionali
di Michele Monno
- 5 1.1 Lavorazioni a ultrasuoni
- 6 1.2 Lavorazioni water jet e abrasive water jet
- 8 1.3 Lavorazioni Chimiche
1.3.1 Tranciatura fotochimica, p. 10
- 11 1.4 Lavorazioni elettrochimiche
- 12 1.5 Elettroerosione
1.5.1 Elettroerosione a filo, p. 13
- 14 1.6 Lavorazioni Laser
- 16 1.7 Lavorazioni con fascio di elettroni o di ioni
- 16 1.8 Lavorazioni ad arco plasma
- 20 *Bibliografia*
- 21 Capitolo 2 – Processi termici: modellazione
di Barbara Previtali, Daniele Colombo
- 21 2.1 Meccanismi di scambio termico
2.1.1 Conduzione, p. 22 – 2.1.2 Convezione, p. 24 – 2.1.3 Irraggiamento, p. 24 – 2.1.4 Principio di conservazione dell'energia, p. 25
- 26 2.2 Equazione di Fourier
2.2.1 Sorgenti di calore, p. 27 – 2.2.2 Condizioni al contorno, p. 28
- 29 2.3 Metodi risolutivi dell'equazione di Fourier
2.3.1 Sorgente stazionaria, p. 30 – 2.3.2 Sorgente estesa: fase di spegnimento, p. 36 – 2.3.3 Il metodo delle immagini, p. 38 – 2.3.4 Sorgente in movimento, p. 41
- 48 *Bibliografia*
- 49 Capitolo 3 – Processi termici: fondamenti di laser
di Barbara Previtali, Daniele Colombo
- 49 3.1 La natura duale della luce

	3.1.1 La luce come campo elettromagnetico: le onde elettromagnetiche, p. 50 – 3.1.2 La natura corpuscolare della luce: i fotoni, p. 52
54	3.2 I fenomeni fisici alla base del processo
	3.2.1 Inversione della popolazione, p. 54 – 3.2.2 Emissione stimolata, p. 56 – 3.2.3 Risonanza, p. 57
59	3.3 Proprietà del fascio laser
	3.3.1 Monocromaticità, p. 61 – 3.3.2 Collimazione, p. 61 – 3.3.3 Coerenza, p. 62 – 3.3.4 Brillanza, p. 63 – 3.3.5 Fluenza, p. 63 – 3.3.6 Irradianza, p. 63
64	3.4 Profilo spaziale
	3.4.1 Diametro del fascio, p. 64 – 3.4.2 Modo elettromagnetico trasversale (TEM), p. 66
68	3.5 Profilo temporale
70	3.6 Polarizzazione
71	3.7 Efficienza
	3.7.1 Efficienza quantica, p. 72 – 3.7.2 Efficienza, esempi, p. 73
74	<i>Bibliografia</i>
75	Capitolo 4 – Processi termici: la tecnologia laser <i>di Barbara Previtali, Daniele Colombo</i>
76	4.1 Il processo tecnologico
	4.1.1 Il principio fisico di base, p. 77 – 4.1.2 Interazioni Laser-Materiale, p. 78 – 4.1.3 Assorbimento interno, p. 86 – 4.1.4 Effetti termici sul materiale, p. 86 – 4.1.5 Classificazione delle lavorazioni, p. 87 – 4.1.6 Parametri di processo, p. 88
89	4.2 Impianti
	4.2.1 Componenti di un sistema laser industriale, p. 89 – 4.2.2 Sorgenti laser, p. 91 – 4.2.3 Sistemi per il trasporto del laser, p. 111 – 4.2.4 Sistemi di focalizzazione del fascio, p. 114 – 4.2.5 Sistemi di movimentazione, p. 121 – 4.2.6 Sistemi ausiliari, p. 123 – 4.2.7 Sicurezza degli impianti, p. 124
128	4.3 Applicazioni
	4.3.1 Taglio, p. 129 – 4.3.2 Effetto dei parametri di processo sulla qualità di taglio, p. 139 – 4.3.3 Qualità del taglio, p. 147 – 4.3.4 Saldatura, p. 151 – 4.3.5 Effetto dei parametri di processo sulla qualità della saldatura, p. 156 – 4.3.6 Altre applicazioni, p. 164
171	<i>Bibliografia</i>
173	Capitolo 5 – Processi termici: lavorazioni ad arco plasma <i>di Michele Monno, Barbara Previtali, Matteo Strano</i>
174	5.1 Il processo tecnologico
	5.1.1 Il principio fisico di base, p. 175 – 5.1.2 Lo stato di plasma, p. 176 – 5.1.3 Funzionamento della torcia, p. 178 – 5.1.4 I parametri di processo, p. 185
191	5.2 Impianti
	5.2.1 Sistema ad alta definizione (HDP), p. 191 – 5.2.2 Componenti del sistema di taglio plasma, p. 194
200	5.3 Applicazioni
	5.3.1 Saldatura, p. 200 – 5.3.2 Deposizioni tramite plasma, p. 200 – 5.3.3 Sintesi di polveri sottili mediante plasma, p. 203 – 5.3.4 Decomposizione tramite plasma, p. 203 – 5.3.5 Applicazioni metallurgiche, p. 204 – 5.3.6 Taglio, p. 206 – 5.3.7 Qualità del taglio, p. 207
219	<i>Bibliografia</i>
221	Capitolo 6 – Processi termici: lavorazioni mediante elettroerosione (EDM) <i>di Michele Monno, Matteo Strano, Massimiliano Annoni</i>
222	6.1 Il processo tecnologico

-
- 6.1.1 Il principio fisico di base, p. 224 – 6.1.2 Circuiti per la generazione degli impulsi-circuito di Lazarenko, p. 226 – 6.1.3 Parametri di processo, p. 228
- 234 6.2 Impianti
6.2.1 Dielettrico, p. 235 – 6.2.2 Elettrodi, p. 235
- 236 6.3 Applicazioni
6.3.1 Qualità, p. 236 – 6.3.2 Elettroerosione a filo, p. 238 – 6.3.3 Confronto con altre tecnologie, p. 239
- 240 *Bibliografia*
- 241 **Capitolo 7 – Processi termici: lavorazioni mediante fascio ionico (EBM)**
di Michele Monno
- 242 7.1 Il processo tecnologico
7.1.1 Il principio fisico di base, p. 243 – 7.1.2 Parametri di processo, p. 244
- 247 7.2 Impianti
7.2.1 Sistema di generazione del fascio elettronico, p. 248 – 7.2.2 Sistema di alimentazione, p. 248
- 249 7.3 Applicazioni
- 250 7.4 Qualità
- 251 *Bibliografia*
- 253 **Capitolo 8 – Processi meccanici: la tecnologia water jet/abrasive water jet (WJ/AWJ)**
di Michele Monno, Massimiliano Annoni, Francesco Arleo, Alessandra Pighi
- 254 8.1 Il processo tecnologico
8.1.1 Il principio fisico di base, p. 255 – 8.1.2 Modellazione del solco di taglio, p. 258 – 8.1.3 I parametri di processo, p. 260 – 8.1.4 Le relazioni tra i parametri del processo WJ/AWJ, p. 262
- 279 8.2 Impianti
8.2.1 Classificazione dei getti d'acqua, p. 279 – 8.2.2 Componenti di un impianto AWJ, p. 284 – 8.2.3 L'impianto di trattamento dell'acqua, p. 285 – 8.2.4 Circuito idraulico, p. 286 – 8.2.5 Sistema di pompaggio, p. 288 – 8.2.6 Sistema di adduzione dell'abrasivo, p. 296 – 8.2.7 Testa di taglio, p. 297 – 8.2.8 Sistema di movimentazione e vasca di raccolta, p. 300
- 301 8.3 Applicazioni
8.3.1 Applicazioni speciali, p. 304 – 8.3.2 Applicazioni innovative, p. 304 – 8.3.3 Taglio, p. 305 – 8.3.4 Potenzialità e limiti dell'applicazione di taglio, p. 307 – 8.3.5 Qualità del taglio, p. 308 – 8.3.6 Modellazione del processo di taglio, p. 324
- 326 *Bibliografia*
- 329 **Capitolo 9 – Costi, usura e ottimizzazione del processo di taglio AWJ**
di Michele Monno, Matteo Strano, Massimiliano Annoni, Alessandra Pighi
- 330 9.1 Definizione dei dati tecnologici del problema
- 331 9.2 Definizione dei dati economici
9.2.1 Un modello di costo, p. 332 – 9.2.2 Ulteriori ipotesi sul modello di costo, p. 334
- 338 9.3 Modello di usura dell'ugello focalizzatore
9.3.1 Analisi del fenomeno di usura dell'ugello focalizzatore, p. 338 – 9.3.2 Parametri di influenza sull'usura dell'ugello, p. 340 – 9.3.3 Modelli di usura per la stima della vita utile dell'ugello, p. 343
- 345 9.4 Esempi di ottimizzazione
9.4.1 Minimizzazione del costo con vincolo stringente di rugosità, p. 345 – 9.4.2 Minimizzazione del costo con vincolo stringente di conicità, p. 348 – 9.4.3 Rugosità e conicità imposte, p. 349 – 9.4.4 Minimizzazione del costo con conicità e rugosità vincolate a intervalli di accettabilità, p. 350
- 351 *Bibliografia*

- 353 Capitolo 10 – Processi meccanici: idroformatura di tubi (THF)
di Matteo Strano
- 354 10.1 Processo tecnologico
10.1.1 Il principio fisico di base, p. 356 – 10.1.2 Classificazione dei processi THF, p. 358 – 10.1.3 Idroformabilità del componente, p. 361
- 364 10.2 Impianti
10.2.1 Pressa, p. 365 – 10.2.2 Sistema di intensificazione, p. 367 – 10.2.3 Utensili, p. 367
- 368 10.3 Applicazioni
10.3.1 Qualità, p. 369 – 10.3.2 Idroformatura di lamiera, p. 371
- 375 *Bibliografia*
- 377 Capitolo 11 – Processi meccanici: tecnologie di lavorazione a ultrasuoni (USM)
di Michele Monno, Matteo Strano, Massimiliano Annoni
- 378 11.1 Processo tecnologico
11.1.1 Il principio fisico di base, p. 378 – 11.1.2 Rotative Ultrasonic Machining (RUM), p. 379 – 11.1.3 Parametri di processo, p. 380
- 383 11.2 Impianti
11.2.1 Generatore, p. 384 – 11.2.2 Trasduttore, p. 384 – 11.2.3 Il booster, p. 388 – 11.2.4 Sonotrodo, p. 389 – 11.2.5 Utensili, p. 391
- 393 11.3 Applicazioni degli ultrasuoni
11.3.1 Lavaggio a ultrasuoni, p. 393 – 11.3.2 Foratura e fresatura a ultrasuoni, p. 394 – 11.3.3 Taglio a ultrasuoni, p. 394 – 11.3.4 Sinterizzazione a ultrasuoni, p. 395
- 395 11.4 La saldatura a ultrasuoni (UltraSonic Metal Welding - USMW)
11.4.1 Architettura del sistema USMW, p. 399 – 11.4.2 Parametri del processo USMW, p. 400
- 401 *Bibliografia*
- 403 Capitolo 12 – Processi meccanici: lavorazioni micro
di Barbara Previtali, Massimiliano Annoni, Lara Rebaioli
- 407 12.1 Basi fisiche delle microlavorazioni meccaniche
12.1.1 Effetto di scala, p. 409 – 12.1.2 Effetto del minimo spessore di truciolo, p. 409 – 12.1.3 Presenza di difetti nel materiale in lavorazione, p. 410 – 12.1.4 Effetti microstrutturali, p. 411 – 12.1.5 Forze di taglio in microfresatura, p. 413
- 418 12.2 Impianti per microfresatura
- 420 12.3 Applicazioni
12.3.1 Feature realizzabili dalle microlavorazioni meccaniche, p. 420
- 423 *Bibliografia*
- 427 Capitolo 13 – Processi elettrochimici: electrochemical machining (ECM)
di Michele Monno, Massimiliano Annoni
- 428 13.1 Il processo tecnologico
13.1.1 Il principio fisico di base, p. 429 – 13.1.2 Cinetica della lavorazione, p. 431 – 13.1.3 I parametri di processo, p. 437
- 440 13.2 Impianti
13.2.1 L'utensile, p. 441 – 13.2.2 L'elettrolita, p. 442
- 443 13.3 Applicazioni
13.3.1 Rimozione di bave, p. 443 – 13.3.2 Foratura, p. 444 – 13.3.3 Full-Form Shaping, p. 445 – 13.3.4 Rettificazione elettrochimica, p. 445 – 13.3.5 Qualità, p. 446 – 13.3.6 Confronto con altre tecnologie, p. 448

-
- 450 *Bibliografia*
- 451 Appendice A – Ausili alla comprensione dei modelli termici
di Barbara Previtali, Daniele Colombo
- 451 A.1 Funzione degli errori
- 452 A.2 Funzioni di Bessel
- 454 *Bibliografia*
- 455 Appendice B – Cenni di fisica dei plasmi
di Barbara Previtali, Daniele Colombo
- 455 B.1 Lo stato di plasma
- 456 B.2 La temperatura nei plasmi
- 458 B.3 Equilibrio termico locale
- 460 B.4 Classificazione dei plasmi
B.4.1 Plasmi termici, p. 461 – B.4.2 Plasmi non termici, p. 462
- 463 B.5 La neutralità elettrica
- 465 *Bibliografia*
- 467 Appendice C – Cenni di elettrochimica
di Michele Monno, Massimiliano Annoni
- 467 C.1 Celle galvaniche
C.1.1 Caratteristiche delle pile chimiche, p. 468
- 471 C.2 Termodinamica della reazione
- 473 C.3 Potenziali di cella
C.3.1 Definizione di potenziale di un semielemento, p. 473 – C.3.2 Potenziale standard: semielemento di idrogeno,
p. 475
- 477 C.4 Elettrolisi
C.4.1 Il meccanismo di elettrolisi nella cella elettrolitica, p. 478
- 480 C.5 Leggi di Faraday
- 481 C.6 Definizioni
- 482 *Bibliografia*
- 483 *Indice analitico*