

Tema n. 3

Una data linea produttiva riceve in ingresso dei componenti grezzi in acciaio C10 ottenuti tramite un processo di fusione.

- 1) *Descrivere le fasi di un ciclo di produzione di un getto mediante fusione in terra: dimensionamento del modello, dimensionamento delle materozze, dimensionamento del canale di colata, calcolo della spinta metallostatica.*

Tali componenti vengono quindi sottoposti a lavorazioni per asportazioni di truciolo: fresatura, tornitura e foratura.

Diverse sono le parti del grezzo che richiedono lavorazioni di tornitura. Tra queste un perno di diametro 50 mm e di lunghezza 100mm che tramite tornitura viene ridotto ad un diametro di 43 mm con una rugosità $Ra=1,6 \mu$.

Il tornio a disposizione ha una potenza di targa di 4 kW e un rendimento dell'80%.

La macchina può raggiungere al massimo 2000 giri/min.

Si utilizza un utensile in carburo metallico sinterizzato, con un raggio di punta pari a 0,4 mm di cui sono noti la costante $C=280$ e gli esponenti $n=0.28$, $r=0.55$, $s=0.12$ dell'equazione di Taylor generalizzata.

La lavorazione è realizzata, con lo stesso utensile, tramite due operazioni:

- sgrossatura con profondità di passata 3mm e avanzamento pari a 0,2 mm/giro.
- finitura con avanzamento scelto opportunamente.

- 2) *Calcolare il tempo minimo necessario per eseguire la sgrossatura e la finitura. Calcolare il numero di pezzi che è possibile lavorare con tale utensile. Suggestire eventuali azioni che possano permettere di migliorare i tempi ed i costi di produzione.*

Le fasi di tornitura e fresatura sono processi sotto controllo. Per quanto riguarda la foratura bisogna ancora applicare il controllo statistico della qualità alla produzione di un foro particolarmente critico per il successivo assemblaggio.

- 3) *Si richiede quindi di eseguire le seguenti analisi partendo dai valori della media e del range del diametro di 24 campioni di numerosità $n=5$ prelevati a valle del processo e riportati nella tabella 1:*

- *Costruire la carta di controllo $\bar{X} - R$ per analizzare il processo e verificare se il processo è in controllo.*
- *Se i limiti di specifica sono 22.5030 ± 0.0010 , calcolare la tolleranza naturale del processo e il valore di cp e cpk . Commentare i valori ottenuti.*
- *Assumendo che le misure dei diametri abbiano una distribuzione normale, calcolare la percentuale di prodotti non conformi.*
- *Ipotizzando di continuare a controllare il particolare basandoci su una numerosità campionaria $n=3$, calcolare i nuovi limiti della carta di controllo.*
- *Quale è l'impatto dell'utilizzo della nuova numerosità campionaria sulla capacità della carta \bar{X} di controllare il processo?*

\bar{X}	R
34,5	3
34,2	4
31,6	4
31,5	4
35	5
34,1	6

32,6	4
33,8	3
34,8	7
33,6	8
31,9	3
38,6	9
35,4	8

34	6
37,1	5
34,9	7
33,5	4
31,7	3
34	8
35,1	4

33,7	2
32,8	1
33,5	3
34,2	2

Tabella 1: sono riportati per i dati sperimentali solo le ultime 3 cifre decimali (esempio: il valore 34.5 corrisponde al valore misurato 22.50345).

Dopo le lavorazioni per asportazione di truciolo i componenti vengono cementati e temprati e quindi rifiniti con lavorazioni di rettifica.

I trattamenti di indurimento superficiale inducono delle deformazioni geometriche, quindi la fase di rettifica deve essere preceduta da un adeguato centraggio (operazione di setup) del pezzo.

La rettifica di per sè richiede esattamente 20 minuti, ma il centraggio preliminare è altamente variabile, infatti quest'ultimo richiede in media 11 minuti con una deviazione standard di 20 minuti. Inoltre il sistema che permette il centraggio essendo nuovo non risulta completamente prevedibile in termini di comportamento, infatti si verifica un guasto in media ogni 2 ore e per ogni guasto occorrono in media 7 minuti per la riparazione con deviazione standard pari a 15 minuti.

4) *Valutare il tempo effettivo di rettifica con la variabilità associata.*

Il layout dello stabilimento è organizzato in funzione dei processi e non del prodotto. Ogni prodotto ha una sua sequenza di lavorazione ben definita. La schedulazione dei pezzi sui diversi centri di lavorazione è effettuata in modo da minimizzare l'entità dei ritardi nelle consegne.

5) *Come è possibile classificare il problema di schedulazione descritto? Descrivere eventuali algoritmi o metodologie utili per l'individuazione della migliore schedulazione dei vari job.*

Gli elaborati prodotti dovranno essere stilati in forma chiara ed ordinata. L'ordine e la chiarezza espositiva costituiranno elementi di valutazione.

PRESSIONE SPECIFICA DI TAGLIO

Materiale	
Acciai	0,19
Ghise	0,13
Ottoni	0,25
Leghe leggere	0,06

Materiale	Pressione specifica di taglio k (N/mm^2)	
Acciai	$R_m = 450 N/mm^2$	2300
	$R_m = 550 N/mm^2$	2500
	$R_m = 650 N/mm^2$	2750
	$R_m = 750 N/mm^2$	2900
	$R_m = 850 N/mm^2$	3100
Ghise	$HBS = 120$	1050
	$HBS = 160$	1160
	$HBS = 200$	1270
	$HBS = 240$	1350
	$HBS = 280$	1460

- Valori della **pressione specifica di taglio** (N/mm²).

Materiale	Carico rottura N/mm ² (kgf/mm ²)	Durezza Brinell HB	Sezione del truciolo mm ²		
			1 ÷ 10	10 ÷ 50	oltre 50
			Pressione specifica di taglio		
			N/mm ² (kgf/mm ²)	N/mm ² (kgf/mm ²)	N/mm ² (kgf/mm ²)
Acciaio:					
non legato.	295 ÷ 390 (30 ÷ 40)	95 ÷ 125	1570 (160)	1270 (130)	1080 (110)
debolm. leg.	390 ÷ 490 (40 ÷ 50)	125 ÷ 145	1960 (200)	1660 (170)	1370 (140)
debolm. leg.	490 ÷ 590 (50 ÷ 60)	145 ÷ 170	2450 (250)	1860 (190)	1870 (150)
legato . .	590 ÷ 690 (60 ÷ 70)	170 ÷ 195	2940 (300)	2350 (240)	1910 (195)
al Cr-Ni .	590 ÷ 720 (60 ÷ 80)	190 ÷ 230	2450 (250)	1360 (200)	1620 (165)
al Cr-Va .	1225 (125)	300 ÷ 340	3920 (400)	3430 (350)	2940 (300)
in getti . .	440 ÷ 540 (45 ÷ 55)	135 ÷ 160	1660 (170)	1320 (135)	980 (100)
Ghisa comune da meccan.	135 ÷ 195 (14 ÷ 20)	160 ÷ 200	880 (90)	640 (65)	490 (50)
Ottone barre.	295 ÷ 340 (30 ÷ 35)	80 ÷ 115	690 (70)	490 (50)	340 (35)
Alluminio . .	88 ÷ 115 (9 ÷ 12)	65 ÷ 70	540 (55)	440 (45)	390 (40)

CARTE DI CONTROLLO

Carta $\bar{X} - R$

$LIC_{\bar{x}} = \bar{x} - A_2 \bar{R}$	$LIC_R = D_3 \bar{R}$
$LSC_{\bar{x}} = \bar{x} + A_2 \bar{R}$	$LSC_R = D_4 \bar{R}$
$\hat{\sigma} = \frac{\bar{R}}{d_2}$	

Carta $\bar{X} - S$

$LIC_{\bar{x}} = \bar{x} - A_3 \bar{s}$	$LIC_s = B_3 \bar{s}$
$LSC_{\bar{x}} = \bar{x} + A_3 \bar{s}$	$LSC_s = B_4 \bar{s}$

Carta $\bar{X} - MR$

$LIC_{\bar{x}} = \bar{x} - 3 \frac{mr}{d_2}$	$LIC_{mr} = D_3 \overline{mr}$
$LSC_{\bar{x}} = \bar{x} + 3 \frac{mr}{d_2}$	$LSC_{mr} = D_4 \overline{mr}$

Carta p	Carta np
$LIC = \bar{p} - 3\sqrt{\frac{\bar{p}(1-\bar{p})}{n}}$	$LIC = n\bar{p} - 3\sqrt{n\bar{p}(1-\bar{p})}$
$LSC = \bar{p} + 3\sqrt{\frac{\bar{p}(1-\bar{p})}{n}}$	$LSC = n\bar{p} + 3\sqrt{n\bar{p}(1-\bar{p})}$

Carta c	Carta u
$LIC = \hat{c} - 3\sqrt{\hat{c}}$	$LIC = \bar{u} - 3\sqrt{\frac{\bar{u}}{n}}$
$LSC = \hat{c} + 3\sqrt{\hat{c}}$	$LSC = \bar{u} + 3\sqrt{\frac{\bar{u}}{n}}$

Indici di capacità

$$C_{pi} = \frac{\hat{\mu} - LSI}{3\hat{\sigma}}$$

$$C_p = \frac{LSS - LSI}{6\hat{\sigma}}$$

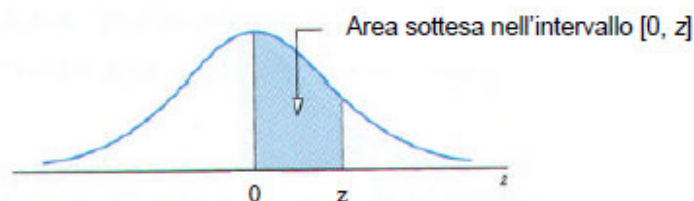
$$C_{ps} = \frac{LSS - \hat{\mu}}{3\hat{\sigma}}$$

$$C_{pk} = \text{Min}(C_{pi}, C_{ps})$$

NUMERO DI OSSERVAZIONI

NEL CAMPIONE	d_2	d_3	D_3	D_4	A_2
2	1.128	0.853	0	3.267	1.880
3	1.693	0.888	0	2.575	1.023
4	2.059	0.880	0	2.282	0.729
5	2.326	0.864	0	2.114	0.577
6	2.534	0.848	0	2.004	0.483
7	2.704	0.833	0.076	1.924	0.419
8	2.847	0.820	0.136	1.864	0.373
9	2.970	0.808	0.184	1.816	0.337
10	3.078	0.797	0.223	1.777	0.308
11	3.173	0.787	0.256	1.744	0.285
12	3.258	0.778	0.283	1.717	0.266
13	3.336	0.770	0.307	1.693	0.249
14	3.407	0.763	0.328	1.672	0.235
15	3.472	0.756	0.347	1.653	0.223
16	3.532	0.750	0.363	1.637	0.212
17	3.588	0.744	0.378	1.622	0.203
18	3.640	0.739	0.391	1.609	0.194
19	3.689	0.733	0.404	1.596	0.187
20	3.735	0.729	0.415	1.585	0.180
21	3.778	0.724	0.425	1.575	0.173
22	3.819	0.720	0.435	1.565	0.167
23	3.858	0.716	0.443	1.557	0.162
24	3.895	0.712	0.452	1.548	0.157
25	3.931	0.708	0.459	1.541	0.153

I valori della tabella riportano il valore dell'area sottesa dalla curva normale standard nell'intervallo $[0, z]$.



z	0.00	0.01	0.02	0.03	0.04	0.05	0.06	0.07	0.08	0.09
0.0	0.0000	0.0040	0.0080	0.0120	0.0160	0.0199	0.0239	0.0279	0.0319	0.0359
0.1	0.0398	0.0438	0.0478	0.0517	0.0557	0.0596	0.0636	0.0675	0.0714	0.0753
0.2	0.0793	0.0832	0.0871	0.0910	0.0948	0.0987	0.1026	0.1064	0.1103	0.1141
0.3	0.1179	0.1217	0.1255	0.1293	0.1331	0.1368	0.1406	0.1443	0.1480	0.1517
0.4	0.1554	0.1591	0.1628	0.1664	0.1700	0.1736	0.1772	0.1808	0.1844	0.1879
0.5	0.1915	0.1950	0.1985	0.2019	0.2054	0.2088	0.2123	0.2157	0.2190	0.2224
0.6	0.2257	0.2291	0.2324	0.2357	0.2389	0.2422	0.2454	0.2486	0.2517	0.2549
0.7	0.2580	0.2611	0.2642	0.2673	0.2704	0.2734	0.2764	0.2794	0.2823	0.2852
0.8	0.2881	0.2910	0.2939	0.2967	0.2995	0.3023	0.3051	0.3078	0.3106	0.3133
0.9	0.3159	0.3186	0.3212	0.3238	0.3264	0.3289	0.3315	0.3340	0.3365	0.3389
1.0	0.3413	0.3438	0.3461	0.3485	0.3508	0.3531	0.3554	0.3577	0.3599	0.3621
1.1	0.3643	0.3665	0.3686	0.3708	0.3729	0.3749	0.3770	0.3790	0.3810	0.3830
1.2	0.3849	0.3869	0.3888	0.3907	0.3925	0.3944	0.3962	0.3980	0.3997	0.4015
1.3	0.4032	0.4049	0.4066	0.4082	0.4099	0.4115	0.4131	0.4147	0.4162	0.4177
1.4	0.4192	0.4207	0.4222	0.4236	0.4251	0.4265	0.4279	0.4292	0.4306	0.4319
1.5	0.4332	0.4345	0.4357	0.4370	0.4382	0.4394	0.4406	0.4418	0.4429	0.4441
1.6	0.4452	0.4463	0.4474	0.4484	0.4495	0.4505	0.4515	0.4525	0.4535	0.4545
1.7	0.4554	0.4564	0.4573	0.4582	0.4591	0.4599	0.4608	0.4616	0.4625	0.4633
1.8	0.4641	0.4649	0.4656	0.4664	0.4671	0.4678	0.4686	0.4693	0.4699	0.4706
1.9	0.4713	0.4719	0.4726	0.4732	0.4738	0.4744	0.4750	0.4756	0.4761	0.4767
2.0	0.4772	0.4778	0.4783	0.4788	0.4793	0.4798	0.4803	0.4808	0.4812	0.4817
2.1	0.4821	0.4826	0.4830	0.4834	0.4838	0.4842	0.4846	0.4850	0.4854	0.4857
2.2	0.4861	0.4864	0.4868	0.4871	0.4875	0.4878	0.4881	0.4884	0.4887	0.4890
2.3	0.4893	0.4896	0.4898	0.4901	0.4904	0.4906	0.4909	0.4911	0.4913	0.4916
2.4	0.4918	0.4920	0.4922	0.4925	0.4927	0.4929	0.4931	0.4932	0.4934	0.4936
2.5	0.4938	0.4940	0.4941	0.4943	0.4945	0.4946	0.4948	0.4949	0.4951	0.4952
2.6	0.4953	0.4955	0.4956	0.4957	0.4959	0.4960	0.4961	0.4962	0.4963	0.4964
2.7	0.4965	0.4966	0.4967	0.4968	0.4969	0.4970	0.4971	0.4972	0.4973	0.4974
2.8	0.4974	0.4975	0.4976	0.4977	0.4977	0.4978	0.4979	0.4979	0.4980	0.4981
2.9	0.4981	0.4982	0.4982	0.4983	0.4984	0.4984	0.4985	0.4985	0.4986	0.4986
3.0	0.4987	0.4987	0.4987	0.4988	0.4988	0.4989	0.4989	0.4989	0.4990	0.4990