

Università degli Studi di Padova – Dipartimento di Ingegneria Industriale

Corso di Laurea in Ingegneria Meccanica Industriale

Relazione per la prova finale

***Caratterizzazione di una Rondella Planetario per differenziale
in S355,ottenuta da lavorazioni di asportazione***

Tutor universitario: Prof. Benato Alberto

Laureando: *Boccutto Davide*

Padova, 18/07/2023

In questa prova sperimentale viene eseguita un' **analisi dimensionale** di due lotti di una **rondella per differenziale**, realizzata con operazioni di taglio ortogonale.

A seguito della lavorazione di formatura a freddo, i lotti hanno entrambi subito un trattamento termico di carbonitrurazione.

Le due società di lavorazioni conto terzi sono **O.M.T.T** e **CARBO**.



Lo **scopo** è articolato in più obiettivi:

1. Definire le caratteristiche fisiche del componente prima e dopo il trattamento
2. Evidenziare gli effetti di differenti condizioni di ciclo di trattamento termico

Il materiale costituente i particolari è l'S355, acciaio da costruzione/strutturale.

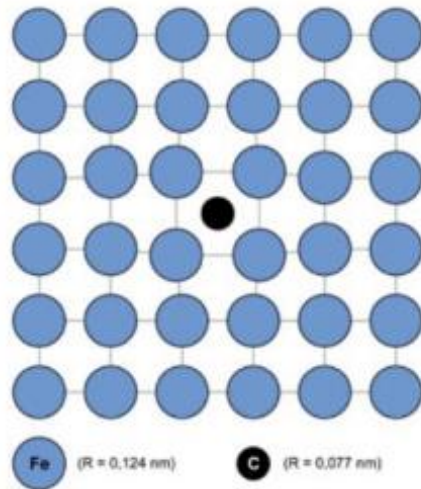


Fig. 1 Esempificazione di un atomo interstiziale nel reticolo cristallino del ferro

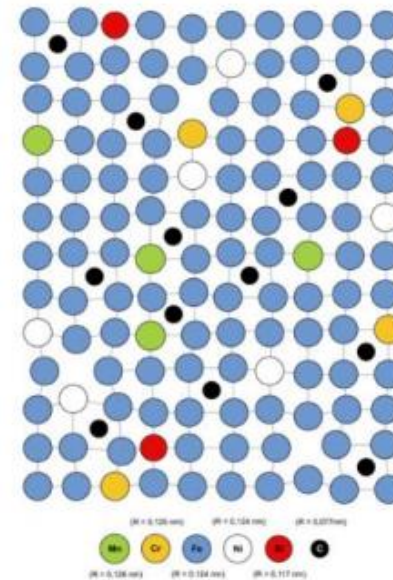
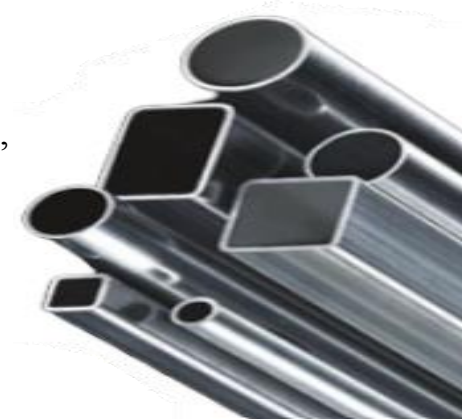


Fig. 2 Esempificazione di una soluzione solida di ferro, carbonio e altri elementi di lega (acciaio)



La rondella studiata appartiene alla categoria di prodotti ottenuti con l'impiego di **macchine utensili**.

Ra=0,5 ÷ 1 µm.

Ditta 01 F.A.T.I. S.R.L. STAMPA VALORIZZATA DISTINTA BASE/ CICLO (DTI) Data 23/02/08 Pagina 1

Valorizzazione livello	Descriz. Asieme	Gr.Var.	Ciclo	Descrizione	Pr.	Mag	Fas	Descrizione	Gen. Mac.	Quantità	Valore Mater.	Valore Temp.	Valore Lec.	Ext.
	1GAC012039		1	CICLO ARTICOLO 1GAC01189	0	100		RONDELLA FE 37 D.87,9X61,5X1		1,00				
.01				010 VIBRATURA 2#				009 320		1,00		0,00780		
.01				020 IMBALLAGGIO				009 340		1,00		0,18200		
.01				899 TRASFERIMENTO IMBALLO IN ARE				009 899		1,00		0,00003		
.01				900 CONTROLLO QUALITÀ				999 999		1,00				
.01				901 D. ESTERNO 87,9 MM (+0/-0,1)				999 999		1,00				
.01				902 D. INTERNO 61,5 MM (+/-0,1)				999 999		1,00				
.01				903 SPESSORE 14,1 MM (+0,05/0)				999 999		1,00				
.01				905 PARALLELISMO MAX 0.02 MM				999 999		1,00				
.01				907 ASSENZA SAVE				999 999		1,00				
.01				909 1 PE OGNI 100				999 999		1,00				
.01	→ SGAC012039-2		1	RONDELLA FE 37 D.87,9X61,5X1	0	100		888 888		1,00				0,32500
.02	→ SGAC012039-1		1	010 CARBONITRURAZIONE A DISEGNO	0	100				1,00				
.02				RONDELLA FE 37 D.87,9X61,5X1				009 340		1,00		0,00780		
.03	SGAC012039		1	010 VIBRATURA	0	100		021 340		1,00		3,16608		
.03				010 TORNITURA				999 999		1,00				
.03				900 CONTROLLO QUALITÀ				999 999		1,00				
.03				901 Ø 87,85/87,88 MM				999 999		1,00				
.03				902 Ø 61,5 MM (+/-0.05)				999 999		1,00				
.03				903 SPESSORE 14,1 MM (+0.01/+0.0)				999 999		1,00				
.03				904 RUGOSITÀ* RA 0,8 SUPERFICIE				999 999		1,00				
.04	ITAC01016			TUBO S355 D.88,9X16 L=6000 M	0	100				0,43				
.01	2AIM00008			SACCHI PE TRA.400X300X0,5	0	100				0,0031				
.01	2AIM90002			SCAT.CANT.30CX180 H.200 TIPO	0	100				0,00301				
Parziali Valorizzazione											0,00332	3,36371	0,32500	
Totale Valorizzazione												3,69203		

Fig. 9 Distinta base/ciclo della rondella



Lo scopo dei **trattamenti termici** è di conferire al metallo o ad una lega delle strutture cristalline che garantiscano caratteristiche meccaniche e/o tecnologiche desiderate.

La **carbonitrurazione** è un trattamento termochimico di arricchimento di carbonio e azoto sullo strato superficiale dei particolari.



Una prima considerazione sulle misure avverrà tramite la definizione di **ripetibilità e riproducibilità** di quest'ultime.

L'indice di ripetibilità può essere calcolato con: $R = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^N (x_i - \bar{x})^2}{N-1}}$

dove N è il numero di misurazioni eseguite e \bar{x} è il valore medio delle misurazioni $\bar{x} = \frac{1}{N} \sum_{i=1}^N x_i$

La ripetibilità si riduce mediante l'esecuzione di numerose misure e facendone la media

$$R_{\bar{x}} = \frac{R}{\sqrt{N}}$$



PRE

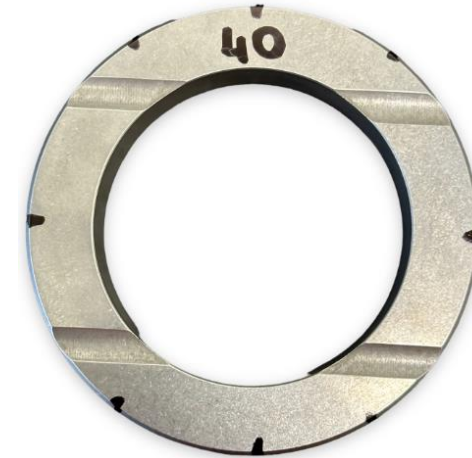
SGAC012039-1																			
	STRUM.	NOM.	TOLL.	MIN.	MAX.	PZ.11	PZ.12	PZ.13	PZ.14	PZ.15	PZ.16	PZ.17	PZ.18	PZ.19	PZ.20				
1	MICROM. 3 PUNTE 50-65	Ø 61.5	±0,05	61.45	61.55	61.500	61.510	61.450	61.435	61.425	61.500	61.475	61.495	61.510	61.490				
						61.525	61.515	61.560	61.470	61.520	61.515	61.490	61.510	61.515	61.505				
						61.530	61.545	61.570	61.475	61.530	61.540	61.520	61.530	61.540	61.515				
	CALIBR. CENT.					61.460	61.490	61.470	61.440	61.450	61.460	61.450	61.460	61.470	61.450	61.460	61.470	61.490	61.500
						61.520	61.500	61.480	61.450	61.470	61.480	61.460	61.470	61.490	61.500	61.490	61.520	61.520	
						61.520	61.540	61.480	61.450	61.500	61.490	61.460	61.490	61.520	61.520	61.520	61.520	61.520	
						61.530	61.550	61.530	61.460	61.510	61.490	61.480	61.520	61.520	61.520	61.520	61.520	61.520	
						61.540	61.550	61.540	61.480	61.510	61.550	61.490	61.520	61.540	61.540	61.540	61.540	61.540	

POST

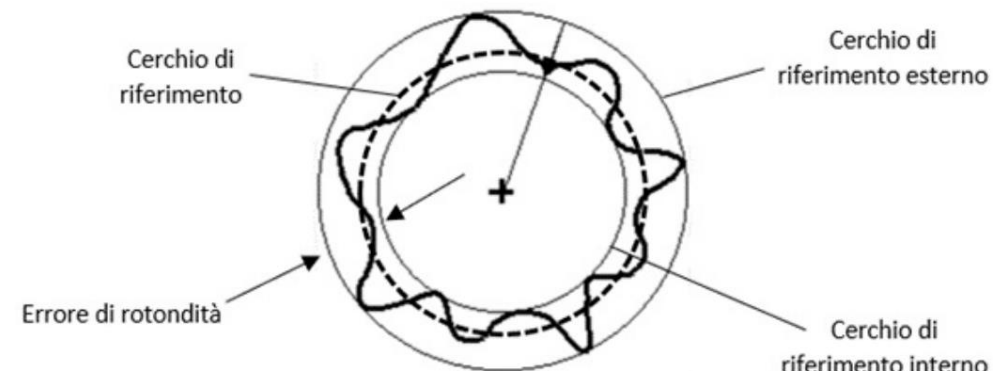
SGAC012039-2																	
	STRUM.	NOM.	TOLL.	MIN.	MAX.	PZ.11	PZ.12	PZ.13	PZ.14	PZ.15	PZ.16	PZ.17	PZ.18	PZ.19	PZ.20		
1	MICROM. 3 PUNTE 50-65	Ø 61.5	±0,1	61.40	61.60	61.445	61.470	61.485	61.405	61.445	61.480	61.425	61.450	61.455	61.440		
						61.450	61.475	61.490	61.440	61.475	61.480	61.440	61.450	61.465	61.465		
						61.485	61.495	61.490	61.440	61.480	61.515	61.475	61.475	61.500	61.475		
	CALIBR. CENT.					61.410	61.490	61.510	61.420	61.470	61.470	61.430	61.490	61.470	61.480	61.480	61.480
						61.420	61.500	61.520	61.430	61.480	61.470	61.450	61.500	61.470	61.480	61.480	61.480
						61.450	61.510	61.520	61.430	61.480	61.470	61.450	61.500	61.470	61.490	61.490	61.490
						61.450	61.510	61.530	61.430	61.490	61.480	61.450	61.500	61.510	61.490	61.490	61.490
						61.450	61.520	61.540	61.440	61.490	61.480	61.470	61.510	61.520	61.500	61.500	61.500

Punti strategici in cui sono state effettuate le misurazioni del diametro interno ed esterno.

Le misure condotte con il micrometro per interni a tre punte sono state condotte con un angolo x di sfasamento variabile. Si è cercato di garantire uno **sfasamento** di 0° , 90° e 180° .



Valutazione errore di circolarità



Tendenze delle due condizioni di ciclo

O.M.T.T.		CARBO	
CALIBRO CENTESIMALE		CALIBRO CENTESIMALE	
ESPANSIONE (3 pz) 15,78%	Range (-0,01;-0,03) $\bar{x} = -0,017$	ESPANSIONE (6 pz) 31,57%	Range (-0,01;-0,05) $\bar{x} = -0,02$
CONTRAZIONE (16 pz) 84,21%	Range (0,01;0,07) $\bar{x} = 0,043$	CONTRAZIONE (13 pz) 68,42%	Range (0,01;0,05) $\bar{x} = 0,016$



Test di ripetibilità

	STRUM.	NOM.	TOLL.	MIN.	MAX.	Pz.1
1	CALIBRO CENTESIMALE	Ø 61.5	±0,05	61.45	61.55	61.510 61.530 61.530 61.530 61.550
DEVIAZIONE STANDARD:						0,014
DEVIAZIONE STANDARD RIDOTTA:						0,006
COEFFICIENTE VARIABILITA'						0,02%

Test di riproducibilità

MEDIA DELLE MISURE	61,491
SD	0,028325282
CV	0,000460639
	0,046063886

Il requisito di **parallelismo** è conforme con la tolleranza di parallelismo di 0,02mm.

Il test di **planarità** ha rispecchiato le aspettative.

L'**ovalizzazione** ha restituito degli errori di circolarità contenuti nel campo di valori permessi dalle tolleranze.



1. In entrambi i casi, OMTT e CARBO, molti particolari presentano differenza di quote pre e post trattamento pari a 0,000.
2. Facendo un bilancio delle deformazioni avvenute, è mediamente più frequente che le **deformazioni** siano **maggiori** per **OMTT**, piuttosto che da parte di CARBO.
3. Dopo il trattamento si può dichiarare che lo **spessore aumenti** per entrambi i fornitori.
4. **CARBO** adotta condizioni di ciclo che mediamente tendono ad **espandere** il componente; mentre **OMTT** a **contrarlo**

GRAZIE PER L'ATTENZIONE