

Le brocche – nozioni fondamentali (parte terza)

Diametro finale della broccia

Le brocche sono utensili che servono per allargare fori cilindrici portandoli o a diametri maggiori o sagomandone variamente la sezione, in ogni caso, però, le tolleranze del foro sono sempre abbastanza ristrette.

Uno dei problemi che bisogna affrontare e risolvere in sede di progetto di una broccia è il mantenimento di queste tolleranze per il più lungo tempo possibile.

In pratica il progettista non può contare su elementi sicuri per dimensionare esattamente la broccia, però può fare ricorso a dati derivanti dall'esperienza pratica d'officina ed alle considerazioni seguenti.

1)- Ampiezza del campo di tolleranza del foro brocciato.

Più il campo di tolleranza è ristretto più il diametro finale della broccia deve avvicinarsi alla quota massima del foro da brocciare.

Si può fare riferimento alla tabella N°1 che riporta la tolleranza sul diametro finale della broccia in base all'ampiezza della tolleranza del foro. La tolleranza X deve essere applicata al diametro massimo del foro.

Tabella N°1

(dimensioni in mm)

Tolleranza del foro brocciato	Tolleranza finale X	Tolleranza del foro brocciato	Tolleranza finale X
0,01	-0,005 -0,000	0,07	-0,020 -0,010
0,02	-0,005 -0,000	0,08	-0,020 -0,010
0,03	-0,010 -0,000	0,09	-0,020 -0,010
0,04	-0,015 -0,005	0,10	-0,025 -0,015
0,05	-0,015 -0,005	0,11	-0,030 -0,020
0,06	-0,020 -0,010	0,12	-0,030 -0,020

2)- Caratteristiche del pezzo da brocciare.

Il diametro del foro dopo la brocciatura non corrisponde quasi mai al diametro finale della broccia.

A modificare il diametro finale del pezzo intervengono fenomeni di elasticità che dipendono sia dalle caratteristiche del materiale lavorato sia dalla forma e dimensione del pezzo.

Se il materiale ha un'importanza, tutto sommato, abbastanza limitata, le dimensioni del pezzo possono modificare in maniera sensibile le quote finali.

Se il pezzo, durante la brocciatura, subisce un sensibile riscaldamento, si avrà, durante il raffreddamento una riduzione di diametro, per cui sarà necessario prevedere una adeguata maggiorazione del diametro finale della broccia che compensi la contrazione del pezzo e le eventuali deformazioni rispetto al foro teorico.

Si capisce quindi quanto sia importante una abbondante e corretta refrigerazione della zona di lavoro utilizzando oli interi od emulsionati specifici per questo tipo di operazione.

Più sottile è la parete del foro, più forti saranno i cedimenti elastici con conseguente minorazione del diametro del foro.

Se la parete del foro non ha sempre lo stesso spessore, si possono verificare delle deformazioni quali ovalità, conicità ecc.

Se la brocciatura deve creare un profilo complesso, sarà necessario tener conto di tutti i piccoli errori che inevitabilmente si genereranno anche per effetto delle tolleranze costruttive della broccia (divisione, forma del profilo ecc.).

In base al diametro, al materiale da lavorare ed alla lunghezza del foro, la tabella N°2 dà le maggiorazioni da apportare al diametro finale della broccia.

Tabella N°2

Diametro finale della broccia	Materiale lavorato:		Materiale lavorato:	
	o Acc. R<75 Kg/mm ²	o Ghisa Hd<240	o Acc. R>75 Kg/mm ²	o Ghisa Hd>240
	o Bronzo tenero		o Bronzo duro	
	Lungh.< 3 Diam.	Lungh. > 3 Diam.	Lungh. < 3 Diam.	Lungh. > 3 Diam.
Fino a 10 mm	0	0,000	0,000	0,005
10 – 15 mm	0	0,005	0,005	0,005
15 – 30 mm	0	0,005	0,005	0,010
30 – 50 mm	0	0,005	0,010	0,010
50 – 80 mm	0	0,010	0,010	0,015
Oltre 80 mm	0	0,010	0,015	0,015

3)- Caratteristiche della broccia

Le condizioni della broccia influiscono molto sulle dimensioni del foro finito. Si ottiene infatti:

- foro maggiorato con broccia appena affilata: sarebbe in ogni caso opportuno rimuovere la bavatura dai taglianti;
- foro sul massimo della tolleranza o leggermente maggiorato con broccia nuova;
- foro minorato rispetto al diametro dei denti levigatori. Questi infatti lavorando per compressione aumentano il cedimento elastico del pezzo. La minorazione può andare da 1/5 dell'incremento dei denti levigatori per acciaio con R = 50 Kg/mm² a 2/3 dello stesso incremento per acciaio con R = 110 Kg/mm².

Lunghezza massima della broccia

La lunghezza della broccia dipende in primo luogo dalla capacità della brocciatrice, ma esistono anche dei limiti costruttivi.

Infatti il rapporto tra lunghezza e diametro del nucleo non deve superare determinati valori perché la costruzione diverrebbe molto difficile. Inoltre, anche se si riuscisse a costruire una broccia molto lunga e di piccolo diametro, in sede di impiego si verificherebbero delle deformazioni e vibrazioni molto dannose sia per il rendimento della broccia che per la qualità del foro finito.

I valori indicativi delle lunghezze massime in funzione del diametro del nucleo sono riportati nella tabella N°3.

Tabella N°3

(valori in mm)

Diametro del nucleo	Lunghezza totale	Diametro del nucleo	Lunghezza totale
5	300	30	1550
10	600	35	1650
15	900	40	1700
20	1200	45	1750
25	1450	50	1800

Soprametallo per brocciatura

Con l'operazione di foratura precedente la brocciatura si lascia normalmente un soprametallo diametrale che varia da 0,5 a 2 mm in funzione del diametro del foro, della sua lunghezza e dal modo con cui è stato preventivamente lavorato.

Nella tabella N°4 sono indicati per ogni diametro, lunghezza e tipo di lavorazione, il soprametallo diametrale di brocciatura.

E' consigliabile non scendere sotto i valori indicati, perché altrimenti potrebbero rimanere, dopo la brocciatura, dei segni prodotti dalla lavorazioni precedenti.

D'altra parte, soprametalli maggiori non sono necessari ed avrebbero il solo effetto di aumentare la lunghezza della broccia ed il tempo di brocciatura.

Tabella N°4								
Diametro del foro		10	20	40	60	80	100	120
Lunghezza del foro	Metodo preparazione	Soprametallo di brocciatura						
10	Foratura	0,50	0,60	0,90	1,20			
	Allargatura	0,40	0,45	0,55	0,65	0,75	0,85	
	Alesatura	0,15	0,15	0,20	0,25	0,30	0,35	0,35
30	Foratura	0,60	0,75	1,00	1,30			
	Allargatura	0,50	0,55	0,65	0,75	0,85	0,95	
	Alesatura	0,20	0,20	0,25	0,30	0,30	0,35	0,35
50	Foratura	0,70	0,85	1,15	1,40			
	Allargatura	0,60	0,65	0,75	0,85	0,95	1,05	
	Alesatura	0,20	0,25	0,30	0,30	0,35	0,40	0,45
70	Foratura	0,80	0,95	1,25	1,50			
	Allargatura	0,70	0,75	0,85	0,95	1,05	1,15	
	Alesatura	0,25	0,30	0,30	0,35	0,40	0,45	0,50
90	Foratura	0,90	1,05	1,25	1,50			
	Allargatura	0,80	0,85	0,95	1,05	1,15	1,25	
	Alesatura	0,30	0,30	0,35	0,40	0,45	0,50	0,50
110	Foratura	1,00	1,15	1,45	1,70			
	Allargatura	0,90	0,95	1,05	1,15	1,25	1,35	
	Alesatura	0,35	0,35	0,40	0,45	0,45	0,50	0,55
130	Foratura	1,10	1,25	1,55	1,80			
	Allargatura	1,00	1,05	1,15	1,25	1,35	1,45	
	Alesatura	0,40	0,40	0,45	0,45	0,50	0,55	0,60
150	Foratura	1,20	1,35	1,65	1,90			
	Allargatura	1,10	1,15	1,25	1,35	1,45	1,55	
	Alesatura	0,40	0,45	0,45	0,50	0,55	0,60	0,65

Appunti sulla progettazione delle brocche scanalate

La progettazione di una brocchia per fori scanalati, e più in generale di brocche che eseguono un profilo complesso, presenta delle particolarità interessanti che mi sembra utile ricordare.

Esistono innumerevoli tipi di profili scanalati: si va da quelli ad alette rettilinee, ai profili dentati ad evolvente tipo ASA o del tipo DIN, a quelli con scanalature di forma del tutto speciale, ecc.

Prendiamo in esame qui il tipo di scanalature adatto all'accoppiamento previsto dalle norme UNI 219 – 220 – 221 - 222 – 223, cioè quello a fianchi rettilinei schematizzato in figura N°1.

In primo luogo bisogna considerare che per questo tipo di profili la differenza tra il diametro minore d e quello maggiore D è molto grande e quindi il soprametallo totale da asportare è notevole tanto che nella maggioranza dei casi non sarà possibile asportarlo con una sola brocchia.

Si dovrà quindi suddividere il lavoro in due o tre brocche con gli accorgimenti che vedremo tra breve. Partendo dalle dimensioni del profilo finito, bisognerà considerare che se l'accoppiamento tra albero e foro prevede il centraggio sul diametro interno, sarà necessario rettificare il foro e quindi bisognerà prevedere un certo soprametallo per la rettifica sul diametro interno. Il valore di tale soprametallo è quasi sempre di 0,3 mm e quindi il diametro interno ottenuto con la brocciatura dovrà essere: $d' = d - 0,3$

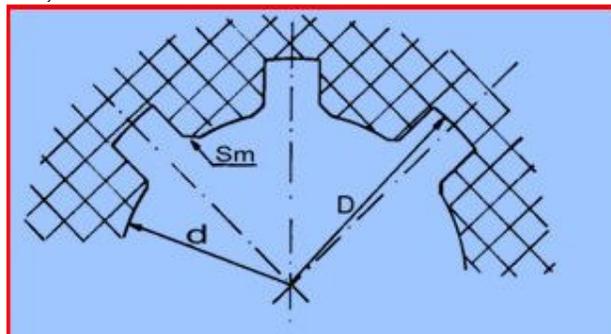


Figura N°1

In base alla lunghezza del foro ed al diametro si trova, con la tabella pubblicata nel numero precedente, il diametro della foratura preventiva.

Supponiamo ora di dover dividere il lavoro su tre brocche.

Il primo tratto della prima broccia sarà cilindrico e servirà a portare il diametro interno alla quota d' . Tutti gli elementi di questo primo tratto saranno calcolati come per una broccia cilindrica.

In particolare si noteranno i denti sgrossatori incrementati e con i rompitrucoli e i denti finitori per calibrare il foro.

Il materiale da asportare per generare le scanalature dovrà essere distribuito razionalmente ed in particolare bisognerà tener presenti i seguenti punti:

- 1)- la lunghezza delle brocche componenti una serie dovrà essere uguale; di solito le brocche di una stessa serie lavorano contemporaneamente;
- 2)- il secondo tratto della prima broccia, che inizia il profilo scanalato, deve portare il diametro esterno almeno a 2 mm sopra il diametro d' , questo per avere le scanalature profonde almeno 1 mm e quindi in grado di posizionarsi correttamente nella guida iniziale della seconda broccia;
- 3)- per evitare che rimangano tracce sul pezzo causate dalla ripartizione del lavoro fra le brocche successive, è opportuno che l'ultima broccia, detta calibratrice, o di ripassatura, riprenda il lavoro dalla quota iniziale e, con forte incremento, asporti il leggero soprametallo laterale lasciato dalle brocche di sgrossatura;

- 4)- il primo tratto della terza broccia dovrà eseguire lo smusso sulla sommità dei denti, ma molto spesso i denti smussatori sono posti subito dopo il tratto cilindrico della prima broccia.

Lo schema delle asportazioni relative ad ogni broccia è quello indicato in fig. N°2.

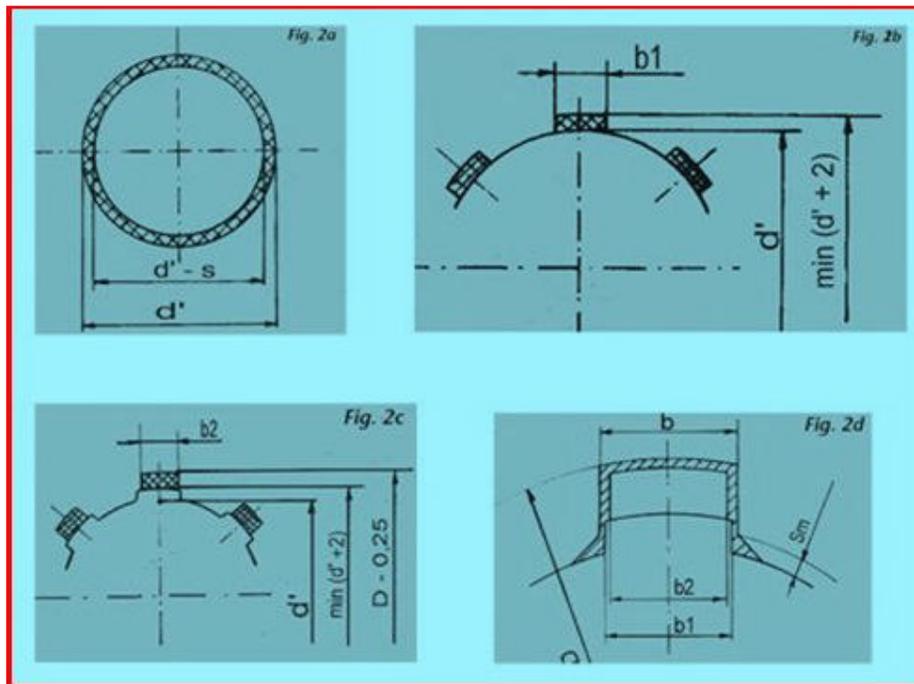


Figura N°2

Nelle brocche cilindriche, in quello per fori scanalati e striati e per tutte le brocche con profili simmetrici, le forze che agiscono sui taglienti in senso radiale, si annullano a vicenda, contribuendo a mantenere la broccia sull'asse del foro, figura N°3a.

Esistono però dei profili non simmetrici in cui esiste una componente normale all'asse del foro che fa deviare la broccia, figura N°3b.

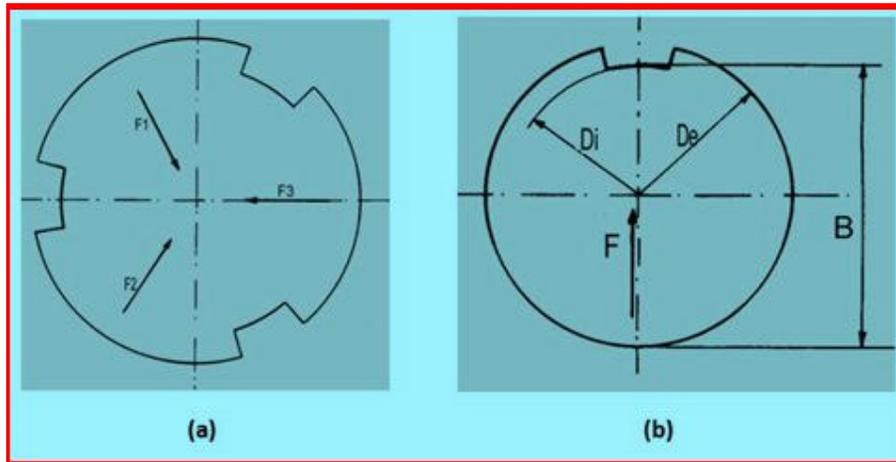


Figura N°3

Nel caso di brocciatura di profili asimmetrici, sarà perciò necessario limitare, per quanto è possibile, la deviazione della broccia, altrimenti il foro verrà ovale e la quota B non sarà rispettata. A questo scopo, nel secondo tratto della broccia, cioè quello che dovrà creare il diametro D_e , e precisamente nella scanalatura su cui scorre la chiavetta parzialmente formata, le successive quote B, relative ad ogni dente, dovranno avvicinarsi a quelle teoriche con un scarto di pochi centesimi di millimetro (0,03 – 0,05 mm).

La figura N°4 fa vedere una sezione della broccia nel secondo tratto; il diametro D_i' , uguale per tutti i denti del secondo tratto, dovrà essere inferiore appunto di 0,03 – 0,05 mm rispetto al diametro D_i .

In questo modo, se si verifica uno sbandamento della broccia, il diametro interno della chiavetta sfrega contro il fondo della scanalatura e quindi il massimo sbandamento corrisponderà alla differenza tra i diametri D_i e D_i' .

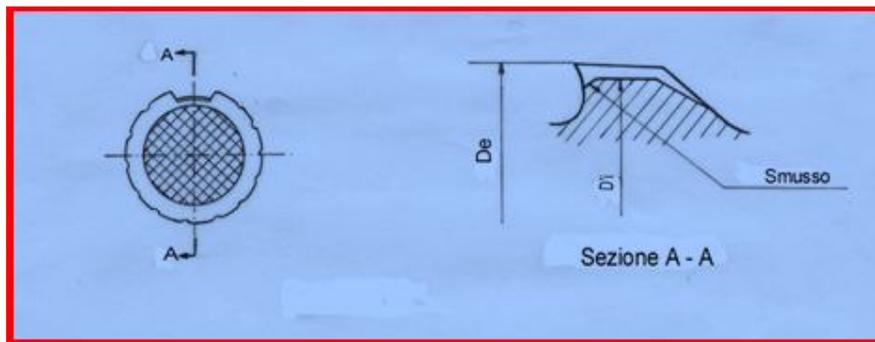


Figura N°4

Naturalmente gli spigoli del fondo della scanalatura non dovranno essere taglienti e quindi vengono smussati.

L'inconveniente dello sbandamento si verifica anche sulle brocche cilindriche se sono male affilate, se sono usurate in modo non uniforme, se il manicotto di trazione non è allineato rispetto all'asse del foro da brocciare.

Sulle brocciatrici orizzontali, il codolo posteriore deve sempre essere supportato e mai lasciato libero, perché il peso della broccia provocherebbe uno sbandamento della broccia con conseguente foro scentrato.

La spoglia laterale

La brocciatura dei profili striati o con dentatura ad evolvente tipo ASA presenta delle difficoltà a causa della tendenza dei trucioli a saldarsi sui fianchi e producendo in tal modo delle profonde strappature sul pezzo dentato.

Si parla in questo caso, comunemente di grippatura sui fianchi.

Per evitare questo grave inconveniente ogni singolo dente deve essere spogliato, cioè deve avere una geometria tale che il tratto tagliente venga in contatto con il profilo già eseguito solo in un piccolo tratto o in un punto.

In altre parole il profilo del dente della broccia non sarà uguale a quello teorico da eseguire sul pezzo.

Nella prassi comune la sagomatura della mola avviene con la broccia leggermente inclinata rispetto all'asse di lavoro della rettifica. Cioè si alza un po' la contropunta della rettifica in modo da produrre una successione di denti su una generatrice di un cono con il vertice dalla parte posteriore della broccia.

La broccia lavorerà per punti, come schematizzato in figura N°5.

L'ampiezza degli scalini corrisponde all'incremento radiale, mentre la profondità è molto esigua ed è l'elemento che determina poi il grado di lavoro della superficie finita.

Nelle brocche di grande diametro esiste la possibilità di riportare, nella parte finale, fissandoli meccanicamente, una serie di denti con il profilo teorico che hanno lo scopo di migliorare la finitura del pezzo assicurando un profilo più vicino a quello teorico; si parla in questo caso di brocche *full forming*.

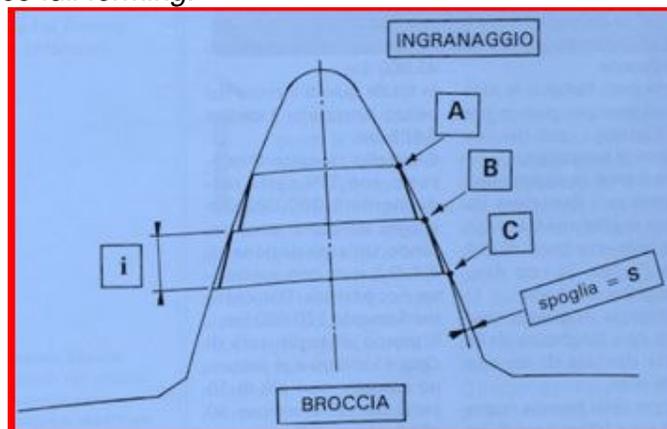


Fig. N°5

C'è anche la possibilità di spogliare un dente alla volta scaricandolo come indicato in figura N°6. Il profilo del dente sarà esatto solo per un tratto di 0,5 – 1,0 mm sulla sommità mentre la base del dente risulterà scaricata.

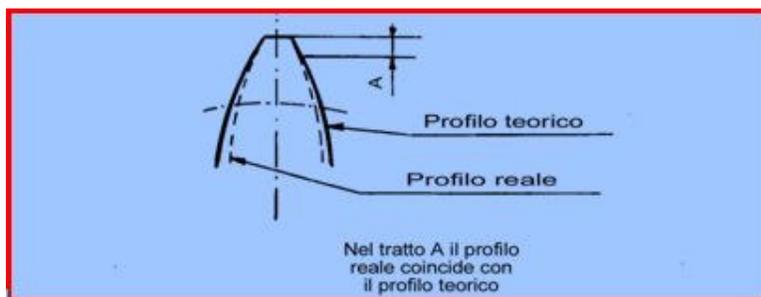


Fig. N°6

La successione dei tratti A che si troveranno su un diametro via via maggiore formeranno un vano con il profilo esatto.

Questa operazione è però molto lunga, richiede una grandissima esperienza e attenzione del rettificatore e quindi il prezzo della broccia eseguita con questo metodo è molto elevato. Non viene eseguita che in rare circostanze.

Accorgimenti particolari per migliorare la broccatura

Con questa rubrica si conclude la breve e semplice esposizione degli elementi principali che costituiscono la broccia per interni.

Naturalmente per una completa e più approfondita analisi di ogni tipo di broccia sarebbero necessarie molte più pagine di quante abbiamo utilizzato in queste rubriche.

Come si è detto all'inizio, la broccia è un utensile molto complesso ed oltre a ciò esistono innumerevoli tipi di brocche di cui non abbiamo nemmeno accennato.

Per esempio il grande settore delle brocche per esterni, che sono largamente usate nell'industria automobilistica per la produzione di grandi serie. Essa sostituisce convenientemente la fresatura ma richiede investimenti notevoli.

Ci riproponiamo di toccare eventualmente questo argomento nei prossimi numeri.

Ora elenchiamo quali sono gli accorgimenti che possono migliorare l'operazione di brocciatura, un argomento che ci sembra di una certa utilità per gli utilizzatori.

Ci riferiamo qui, per semplicità, alle brocche cilindriche, ma la maggior parte delle considerazioni esposte sono valide anche per le brocche scanalate.

1)- *Si migliora la cilindricità del foro.*

- *Aumentando il numero di denti in presa. I taglienti della broccia servono anche da guida; aumentandone il numero in presa si riducono le deviazioni della broccia.*
- *Variando alternativamente il passo. Si evita così che ogni tagliente lavori nel solco generato da quello precedente, riducendo sensibilmente le oscillazioni e le ondulazioni. Le brocche a passo alterno in genere migliorano sempre la superficie, però sono più costose e più difficili da affilare.*
- *Eseguendo i denti compensatori a coppie di ugual diametro, uno con i rompitruccioli ed uno senza. Si migliora l'azione di guida e si riducono le ondulazioni.*

2)- *Si migliora la rugosità della superficie lavorata.*

- *Eseguendo alcuni denti compensatori senza rompitruccioli.*
- *Eseguendo i passi alternati.*
- *Aumentando il numero di denti compensatori e finitori.*
- *Prevedendo i denti levigatori.*
- *Riducendo l'angolo di spoglia frontale dei denti finitori.*
- *Effettuando un'affilatura accuratissima (superfinitura) per ottenere un filo tagliente netto, senza la minima dentellatura.*

3)- *Si aumenta la durata del tagliente tra due affilature.*

- *Effettuando un'affilatura accurata (superfinitura).*
- *Eseguendo l'indurimento superficiale. E' molto usato il ricoprimento con TiN (nitruro di titanio). Il film di questo materiale, di spessore di qualche micron, conferisce al tagliente una durezza molto alta ed ha inoltre una proprietà antigrippaggio. Dopo questo trattamento è consigliabile affilare la broccia per togliere il leggero arrotondamento del filo tagliente provocato dal trattamento stesso.*
- *Effettuando il riporto di alcuni denti finitori in metallo duro (carbide) quando si lavora ghisa o bronzo.*
- *Rettificando accuratamente le gole per non ostacolare la formazione dei trucioli. La gola deve essere levigata e priva di irregolarità.*

4)- *Si facilita il distacco dei trucioli.*

- *Effettuando la doppia spoglia frontale.*
- *Impiegando un refrigerante fortemente solfo-clorurato.*

5)- *Si evita la saldatura di materiale sul dorso del dente.*

- *Effettuando la doppia spoglia dorsale.*
- *Effettuando il ricoprimento TiN.*
- *Impiegando refrigerante fortemente solfo-clorurato.*

Difetti delle brocche e relative anomalie provocate sul pezzo

Difetti delle brocche	Anomalie causate
Passo troppo corto; troppi denti in presa	Ingolfamento del truciolo; maggior sforzo per la brocciatura; superficie strappata; grippature; scheggiature; rotture.
Passo troppo lungo; pochi denti in presa	Oralità e conicità eccessive del foro brocciato; sbocatura del foro; broccia più lunga e più costosa dello stretto necessario; maggior tempo di brocciatura.
Altezza delle gole insufficiente	Ingolfamento del truciolo; superficie strappata; scheggiature; grippature e rotture.
Altezza dei denti eccessiva	Indebolimento del nucleo; inceppamento di frammenti di truciolo sul fondo delle gole;

	<i>indebolimento dei denti.</i>
<i>Tratto utile del dente troppo corto</i>	<i>Minor numero di affilature eseguibili sulla broccia.</i>
<i>Tratto utile del dente troppo lungo</i>	<i>Minor capienza delle gole; tutti i difetti riscontrabili nei casi di passo troppo piccolo e altezza dente insufficiente.</i>
<i>Raggi di raccordo sul fondo delle gole troppo piccoli</i>	<i>Difficoltosa formazione della spirale del truciolo; maggior sforzo per la brocciatura; superficie strappata; ingolfamento del truciolo; rotture.</i>
<i>Incremento troppo forte</i>	<i>Superficie strappata; breve durata; carico eccessivo; rotture.</i>
<i>Guida iniziale troppo corta</i>	<i>Eccessive deviazioni; oralità e conicità del foro brocciato; superficie ondulata; sbocature; rotture.</i>
<i>Guida iniziale troppo lunga</i>	<i>Maggior lunghezza della broccia; maggior costo; maggior tempo di brocciatura.</i>
<i>Guida finale troppo corta</i>	<i>Eccessive deviazioni; sbocature; rotture.</i>
<i>Guida finale troppo lunga</i>	<i>Broccia più lunga del necessario; maggior costo; maggior tempo di brocciatura.</i>
<i>Insufficiente numero di denti compensatori e finitori</i>	<i>Maggior rugosità del foro brocciato.</i>
<i>Angolo di spoglia frontale troppo grande</i>	<i>Breve durata del filo tagliente; maggiori vibrazioni ed ondulazioni.</i>
<i>Angolo di spoglia frontale insufficiente</i>	<i>Superficie strappata; maggior sforzo per la brocciatura; difficoltosa formazione del truciolo; ingolfamenti e rotture; deformazioni del truciolo.</i>
<i>Angolo di spoglia dorsale troppo grande</i>	<i>Maggior deviazione della broccia; forte diminuzione del diametro dopo ogni affilatura; maggiori ondulazioni.</i>
<i>Angolo di spoglia dorsale insufficiente</i>	<i>Grippature sul dorso del dente; superficie strappata e rigata; deformazione del foro brocciato.</i>

Oltre alle anomalie sopra elencate, che si possono imputare a difetti geometrici della broccia, cioè ad errori dimensionali di progetto o di costruzione, ci sono altre anomalie che sono provocate da un difetto del materiale costituente la broccia.

Per esempio, si verificano in certi casi delle rotture del dente anche se questo è progettato e costruito correttamente. La rottura può essere causata dalla durezza troppo elevata della broccia o da un errore nel ciclo del trattamento termico.

Si è già accennato che il codolo di trazione deve avere una durezza inferiore a quella del tratto attivo, normalmente 40 – 50 HRC. Succede abbastanza frequentemente che la durezza sia o troppo alta o troppo bassa.

Nel primo caso il codolo si può rompere o può rovinare la pinza di trazione della brocciatrice. Nel secondo caso il codolo, sotto lo sforzo di taglio, si deforma e si slabbra in corrispondenza dei punti di azione della pinza di trazione.

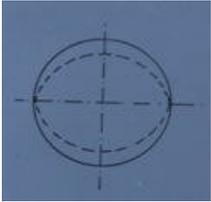
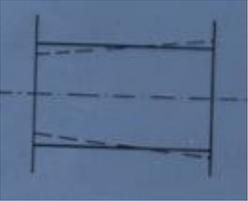
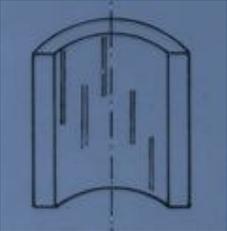
In altri casi si notano rotture, scheggiature o forti usure sono provocate da difetti del materiale che costituisce il pezzo il quale può essere troppo duro o presentare delle inclusioni di durezza elevata. Questo genere di anomalia può infine essere provocato dallo sfregamento della broccia contro l'attrezzatura di supporto del pezzo, nel caso di deviazione eccessiva della broccia.

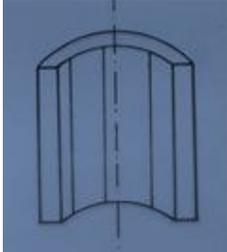
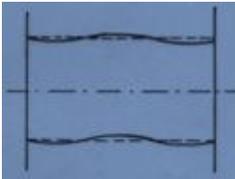
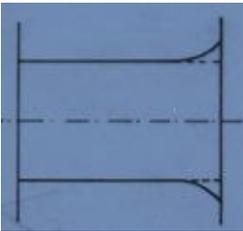
Nel prossimo numero verrà pubblicato un elenco dei difetti riscontrati sul pezzo, la loro causa ed il sistema per porvi rimedio.

Difetti in brocciatura e relativi rimedi

Nella tabella che segue sono riportati i difetti più comuni riscontrabili nell'operazione di brocciatura, le probabili cause ed i rimedi possibili.

Difetto riscontrato	Causa	Imputazione	Rimedio
----------------------------	--------------	--------------------	----------------

<p>Ovalità del foro brocciato</p> 	<p>Deviazione della broccia</p>	<p>Angolo di spoglia dorsale</p>	<p>Creare un quadretto sul tagliente</p>
		<p>Insufficiente numero di denti in presa (passo troppo lungo)</p>	<p>Modificare il progetto</p>
		<p>Insufficiente numero di denti compensatori</p>	<p>Trasformare qualche dente finitore in compensatore</p>
		<p>Insufficiente numero di denti finitori</p>	<p>Rifare il progetto. Se è possibile e conveniente riportare un manicotto finale con un maggior numero di denti finitori</p>
<p>Conicità del foro brocciato</p> 	<p>Deviazione della broccia</p>	<p>Idem come sopra. Guida finale troppo corta. Gioco eccessivo tra denti finitori e guida finale.</p>	<p>Idem come sopra</p>
	<p>Deformazione del pezzo</p>	<p>Carico eccessivo per forte incremento o per troppi denti in presa</p>	<p>Riprendere l'incremento di alcuni denti finitori e trasformarli in sgrossatori al fine di ridurre almeno per l'ultimo tratto l'incremento per dente; in caso di risultato non soddisfacente, rifare il progetto</p>
	<p>Deformazione del pezzo</p>	<p>Riscaldamento eccessivo del pezzo per carico eccessivo o per lubrificazione inadatta o insufficiente</p>	<p>Idem come sopra; inoltre aumentare il getto di refrigerante ed impiegare refrigerante adatto.</p>
<p>Superficie rigata con tracce di rompitrucoli</p>	<p>Insufficiente capacità di taglio</p>	<p>Denti compensatori insufficienti oppure con rompitrucoli. Insufficiente numero di denti finitori</p>	<p>Riprendere l'incremento trasformando alcuni denti finitori in compensatori senza rompitrucoli. Se possibile e conveniente riportare un manicotto finale oppure rifare il progetto</p>
		<p>Diametro dei denti finitori minore dell'ultimo dente con i rompitrucoli</p>	<p>Ridurre il diametro dell'ultimo dente con rompitrucoli</p>
<p>Superficie del foro strappata</p> 	<p>Grippatura sul dorso del dente</p>	<p>Materiale da brocciare troppo pastoso. Insufficiente spoglia dorsale. Refrigerante inadatto</p>	<p>Trattare nuovamente i pezzi aumentando la durezza. Ricoprire la broccia con TiN. Rettificare con maggior spoglia. Sostituire il refrigerante.</p>
	<p>Difficoltosa formazione del truciolo</p>	<p>Spoglia frontale insufficiente. Irregolarità nella gola.</p>	<p>Aumentare l'angolo di spoglia frontale. Raccordare con cura le gole.</p>
	<p>Ingolfamento del truciolo</p>	<p>Insufficiente capacità delle gole</p>	<p>Ampliare le gole. Ridurre lo spessore del truciolo trasformando dei denti finitori in sgrossatori e riprendendo l'incremento. Se le strappature persistono modificare il progetto.</p>

<p>Rigature longitudinali del foro</p> 	<p>Imperfezione di qualche spigolo tagliente</p>	<p>Presenza di frammenti di trucioli incastrati nei rompitrucioli o nel vano dei denti</p>	<p>Estrarre i frammenti incastrati e se necessario riaffilare i taglienti imperfetti. Accertare che si tratti di un incidente occasionale e non provocato da un difetto costruttivo della broccia.</p>
		<p>Scheggiature o ammaccature di uno o più taglienti dovuto ad urto accidentale o ad un grano durissimo incluso nel pezzo da brocciare (verificare sempre il materiale lavorato)</p>	<p>Riaffilare i denti scheggiati; in caso di necessità riprendere l'incremento per alcuni denti per distribuire eventuali irregolarità. Per evitare ammaccature dovute ad urti proteggere le brocche con apposite custodie.</p>
		<p>Scheggiature di uno o più taglienti dovuto a: 1)- eccessiva fragilità della broccia; 2)- tagliente debole; 3)- imperfetto trattamento termico dei pezzi da brocciare</p>	<p>1)- Scartare al fornitore; 2)- Riaffilare la broccia con angolo di spoglia frontale minore; 3)- Ripetere il trattamento termico sui pezzi.</p>
<p>Superficie del foro ondulata</p> 	<p>Oscillazione della broccia</p>	<p>Taglienti a passo costante; insufficiente numero di denti in presa.</p>	<p>Rifare la broccia con denti a passo alternato o più corto.</p>
		<p>Angolo di spoglia frontale eccessivo specie per i denti compensatori e finitori.</p>	<p>Ridurre tali angoli con l'affilatura.</p>
		<p>Angolo di spoglia dorsale eccessivo.</p>	<p>Eseguire un quadretto con rettifica.</p>
<p>Sboccatura del pezzo brocciato</p> 	<p>Deviazione della broccia</p>	<p>Insufficiente numero di denti compensatori e finitori. Eccessivi gioco tra guida finale e diametro finale. Guida finale troppo corta.</p>	<p>Se possibile e conveniente, riportare un manicotto finale.</p>
		<p>Spoglia frontale dei denti compensatori e finitori eccessiva.</p>	<p>Ridurre l'angolo con l'affilatura.</p>
		<p>Spoglia dorsale troppo forte.</p>	<p>Eseguire un quadretto con rettifica.</p>
	<p>Cedimento del pezzo</p>	<p>Pezzo con pareti troppo sottili e sforzo richiesto per la brocciatura elevato.</p>	<p>Ridurre l'incremento nel tratto finale (riprendere tutta la broccia). Se il risultato non è soddisfacente rifare il progetto.</p>