

Rullatura delle filettature esterne

Vengono illustrate le nozioni fondamentali sull'operazione di rullatura delle filettature, con una particolare attenzione agli utensili impiegati nei vari sistemi di rullatura ed alla preparazione dei pezzi. Si include anche un elenco dei più comuni difetti riscontrabili sui pezzi dopo questa operazione e delle relative cause.

Le fotografie sono state gentilmente fornite dalla REFIL SpA (Rivoli – Torino), leader nel costruzione di rulli, pettini e cremagliere per rullatura.

Generalità

Uno dei più efficienti sistemi per la generazione dei filetti esterni è appunto quello della rullatura; questa operazione consiste in una laminazione a freddo che sfrutta la proprietà di alcuni materiali a deformarsi plasticamente.

Le macchine che eseguono queste lavorazioni sono appositamente studiate per eseguire elevatissime produzioni in breve tempo e sono, perciò, quasi sempre completamente automatizzate.

La rullatura può essere eseguita con rulli circolari o con pettini piani. In ogni caso, il pezzo da filettare, avente il diametro di poco superiore al diametro medio della filettatura da generare, viene costretto a rotolare fra cuscinetti opportunamente filettati o rigati, i quali, sotto la pressione esercitata dalla macchina, penetrano nel pezzo imprimendo progressivamente il bassofondo del profilo e costringendo il materiale a spostarsi ed a rigonfiare radicalmente verso l'esterno generando la cresta. Non si ha quindi asportazione di trucioli contrariamente a quanto avviene con filiere o con altri utensili.

Vantaggi e svantaggi della rullatura

Questo tipo di lavorazione presenta dei vantaggi e degli svantaggi, per cui la sua adozione deve essere ben ponderata. I vantaggi possono essere così brevemente elencati:

- *Velocità e rendimento.* La rullatura è senza dubbio il procedimento più veloce per l'esecuzione di filettature di grande serie, ed infatti, in alcuni casi si può arrivare a produzioni di oltre mille pezzi al minuto. L'impiego di opportuni caricatori automatici permette inoltre ad un unico operatore di controllare più macchine con una notevole economia di mano d'opera.
- *Risparmio di materiale.* Poiché non si ha generazione di trucioli, si ottiene una leggera economia di materiale: più bassa nei diametri minori, maggiore nei diametri più grandi. Vengono meno anche tutti i problemi di carattere ecologico legati allo smaltimento di trucioli impregnati d'olio.
- *Miglioramento delle proprietà tecnologiche.* Poiché le fibre del materiale non vengono tagliate come nei metodi convenzionali, ma deformate plasticamente e costrette a seguire i contorni della filettatura, si ha un miglioramento generale di tutte le caratteristiche tecnologiche. La resistenza alla trazione, nei prodotti laminati in genere, è circa del 10% superiore alla normale; la resistenza alla torsione è notevolmente maggiore; infine la resistenza alla fatica, data la maggiore levigatezza delle superfici dei filetti, che assicura una maggiore aderenza, aumenta del circa il 75%.
- *Precisione.* Con il sistema di rullatura si possono ottenere delle filettature di grado preciso, idonee ad ogni impiego, a patto però che i rulli od i cuscinetti siano accuratamente costruiti e che gli sbozzati siano preparati in modo corretto.
- *Uniformità della produzione.* I cuscinetti non vengono riaffilati e mantengono il loro profilo originale fino a quando l'intera fascia non sia seriamente danneggiata (quasi sempre con scheggiature più o meno estese). Quindi le filettature prodotte mediante la rullatura risultano con dimensioni uniformi purchè gli sbozzati

abbiano diametri costanti e che il materiale abbia sempre le medesime caratteristiche. Di conseguenza il controllo dimensionali dei pezzi prodotti può essere limitato ad una piccola percentuale.

- *Levigatazza.* La brunitura dovuta alla compressione ed allo strisciamento dei cuscinetti sui pezzi, determina un leggero indurimento superficiale ed una notevole levigatura delle superfici del filetto generato, migliorandone le sue caratteristiche di resistenza e di utilizzo.

Accanto a questi vantaggi esistono però una serie di svantaggi che possono essere così elencati:

- *Costo elevato dei cuscinetti.* Questo fattore rende antieconomica la rullatura di un numero limitato di pezzi.
- *Pezzi cavi.* Essi sono facilmente deformabili sotto la pressione dei cuscinetti e quindi non possono essere rullati.
- *Materiali con scarsa duttilità.* Non possono essere rullati materiali che hanno un coefficiente di allungamento inferiore all'8%.
- *Materiali duri.* Sono estremamente difficili da rullare materiali aventi una durezza superiore a 35 HRc.
- *Rapporto profondità-diametro del filetto.* Quando la profondità del filetto supera il 15% del diametro, la rullatura è molto difficile, in quanto i pezzi, dopo la rullatura, risultano storti.
- *Preparazione dello sbozzato.* Poiché questo procedimento è basato su uno spostamento di una ben definita quantità di materiale, l'esattezza dei vari diametri della filettatura, dipende in gran parte dalla precisione con cui si è preparato il diametro di pre-rullatura. Di conseguenza è necessario che il diametro del pezzo da rullare sia contenuto entro tolleranze almeno uguali a quelle richieste dal pezzo finito. Sono richieste perciò operazioni di preparazione un po' più complesse di quelle necessarie per gli altri metodi di generazione dei filetti.

Rulli circolari

Una serie di rulli può essere costituita da due o tre pezzi secondo la macchina su cui deve essere impiegata.

Serie di due pezzi. E' un tipo molto diffuso e viene montato su macchine Pee Wee, Grob, Magnaghi, Escofier, Ort, Rollwalztechnik, Seny, Wagner, Reed Rolled, Fette, Tornos ecc. Il pezzo viene sostenuto da un apposito supporto, venendo poi compresso fra due rulli montati su alberi orizzontali e paralleli ruotanti nello stesso senso, vedere figura N°1 e figura N°2.

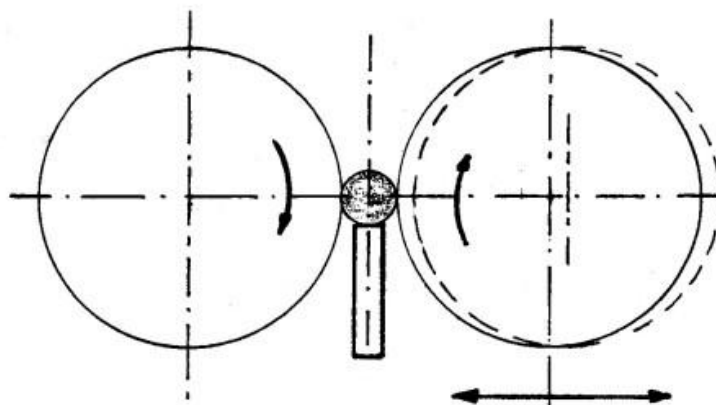


Fig. N°1



Fig. N°2

Normalmente su queste macchine uno dei due alberi portarulli è montato su una testa fissa, mentre il secondo si trova su una testa mobile in senso trasversale, in modo da permettere, mediante un dispositivo di comando idraulico, l'accostamento, la penetrazione e l'allontanamento dei rulli rispetto il pezzo. Questo non è l'unico sistema, infatti l'avanzamento può avvenire anche in senso tangenziale oppure i due rulli possono muoversi entrambi in senso radiale, come è illustrato schematicamente nelle figure N°3 a) e N°3 b).

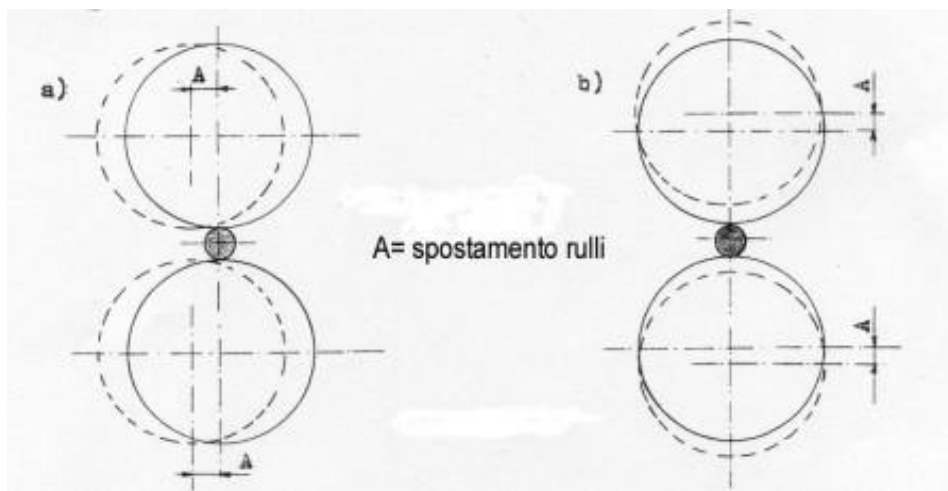


Fig.N°3 a) , b)

Serie di tre pezzi. Vengono montate su macchine del tipo Wagner, Fette, Landis, Alco, ecc. in cui i tre rulli ruotano contemporaneamente ad una velocità determinata su alberi paralleli azionati da un sistema di "cammes" che ne determinano alternativamente l'avvicinamento e l'allontanamento contemporaneo. In questo caso il pezzo da filettare non ha bisogno di alcun sostegno, poiché viene preso tra i rulli che si avvicinano radialmente e fatto ruotare in posizione fluttuante tra essi. Vedere le figure N°4, N°5 e N°6

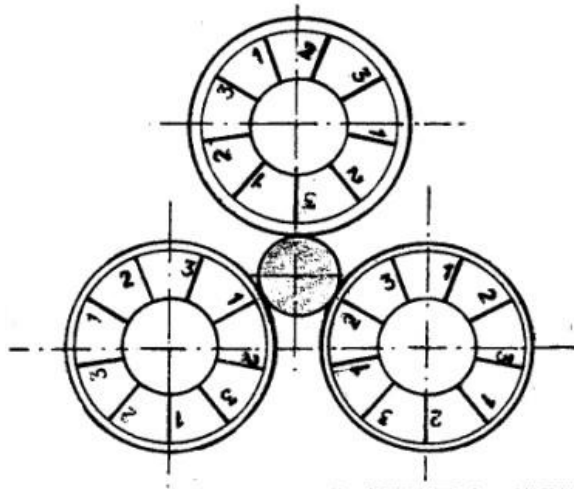


Figura N°4



Fig. N°5

Dimensionamento dei rulli

Gli elementi più importanti che devono essere determinati durante la progettazione del rullo sono il diametro e lo spessore.

Per il calcolo del diametro medio del rullo è necessario stabilire quanti giri deve fare il pezzo per ottenere il filetto completo. A tale proposito si può fare riferimento alla tabella N°1, che per i materiali più comuni e per ogni passo, dà il numero approssimato di giri necessario per finire il filetto.

Partendo da questo valore e tenendo presente che la filettatura viene finita in un giro del rullo e che l'angolo dell'elica del filetto ricavato sul rullo deve coincidere con l'angolo dell'elica del filetto da eseguire, è facile calcolare il diametro del rullo e gli altri elementi.



Fig. N°6

Essendo:

D_r = diametro medio del rullo

D_m = diametro medio della filettatura da eseguire

N = numero di giri del pezzo per ogni giro del rullo

si ha:

$$D_r = D_m \cdot N$$

L'angolo dell'elica del pezzo è:

$$\operatorname{tg} \alpha = \frac{P}{D_m \cdot \Pi}$$

e poiché tale inclinazione deve coincidere con quella del filetto del rullo, si ha:

$$\operatorname{tg} \alpha = \frac{P \cdot N}{D_r \cdot \Pi}$$

il che significa che il rullo dovrà avere una filettatura ad N principi.

Risulta evidente quindi che una serie di rulli può eseguire solo un tipo di filettatura e che non è possibile rullare, con una stessa serie di rulli, filetti aventi lo stesso passo e diametri diversi.

E' opportuno precisare però che quello appena illustrato è solo uno dei tanti sistemi di progettazione e di costruzione dei rulli. E' chiaro infatti che non è per niente obbligatorio che in un solo giro dei rulli si finisca la filettatura.

Molte case costruttrici di rullatrici adottano rulli molto più piccoli e li fanno girare più volte sul pezzo in modo da completare gradualmente la filettatura.

Al limite si potrebbe fare una serie di rulli uguale alla filettatura da eseguire e farla girare N volte sul pezzo.

I rulli di piccolo diametro hanno l'evidente vantaggio di costare meno, ma hanno anche una vita più corta.

Lo spessore del rullo è bene che sia almeno il 10 – 15% più grande della lunghezza del filetto da rullare; naturalmente con rulli di un determinato spessore si possono rullare tutti i filetti aventi lunghezza inferiore allo spessore stesso.

Tab.N°1: Giri approssimativi del pezzo per formare il filetto

Filetti per pollice	Passo in mm	Ottone Alluminio	Acc. al C o legato HRc=15	Acc. al C o Cr o inoss. HRc=20
32	0,75	10 – 15	11 – 18	14 – 23
24	1,00	11 – 17	13 – 20	16 – 25
18	1,50	12 – 19	15 – 22	18 – 28
14	2,00	14 – 21	17 – 25	20 – 31
10	2,50	17 – 24	21 – 28	25 – 34
8	3,00	21 - 27	25 - 31	29 - 37

La generazione dei filetti con rulli, può avvenire anche con sistemi un po' meno dedicati, cioè utilizzando apparecchiature e macchine convenzionali.

Per esempio il filetto può essere eseguito su un tornio parallelo normale, o anche su semplici filettatrici, impiegando un solo rullo. Esso viene premuto contro il pezzo da filettare fino che è penetrato alla profondità voluta. Si possono rullare, con questo metodo, pezzi con diametri fino a circa 100 mm con una velocità di rullatura di 16 - 20 m/min.

Lubrificando in modo appropriato si possono ottenere superfici lisce, però la precisione è inferiore a quella ottenuta con altri sistemi. Questo metodo può essere impiegato per produzioni di piccole serie.

Questo sistema inoltre è poco adatto a pezzi di piccolo diametro che hanno tendenza a flettersi. Vedere figura N°7.

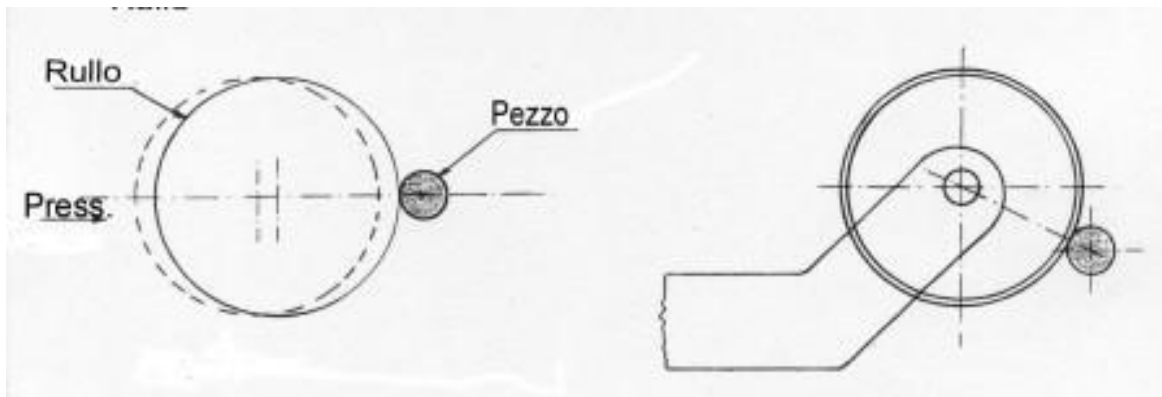


Fig.N°7

Nota sulla rullatura con avanzamento tangenziale dei rulli.

L'avanzamento dei rulli, del tipo illustrato nella figura N°2 a) è generato da una *camme* circolare il cui sviluppo è indicato nella figura N°5.

Parliamo di *camme*, ma nelle macchine moderne lo stesso movimento può essere dato anche da un Controllo Numerico che gestisce la progressione dell'avanzamento più o meno con la stessa legge.

Per determinare la successione degli avanzamenti è necessario fissare l'avanzamento del rullo per ogni giro del pezzo.

Essendo:

F = avanzamento della slitta per ogni giro del pezzo;

A = corsa utile del rullo (dal contatto iniziale alla coincidenza dell'asse dei rulli con l'asse del pezzo);

R = numero di giri del pezzo.

È valida la relazione $F = \frac{A}{R}$ mentre la corsa utile si trova con:

$$A = \sqrt{P \cdot D_s \cdot (N + 1)} \quad \text{dove:}$$

P = profondità totale di penetrazione del rullo nello sbozzato;
 D_s = diametro dello sbozzato;
 N = numero di principi della filettatura del rullo

La scelta dell'avanzamento dei rulli è molto importante: in linea generale il movimento ideale è quello che sposta il centro dei rulli fino alla mezziera del pezzo con un avanzamento costante e predeterminato per giro e dopo una eventuale breve sosta in questa posizione, fa ritornare i rulli nella posizione iniziale con una corsa rapida. Questo è indicato nello schema di figura N°8.

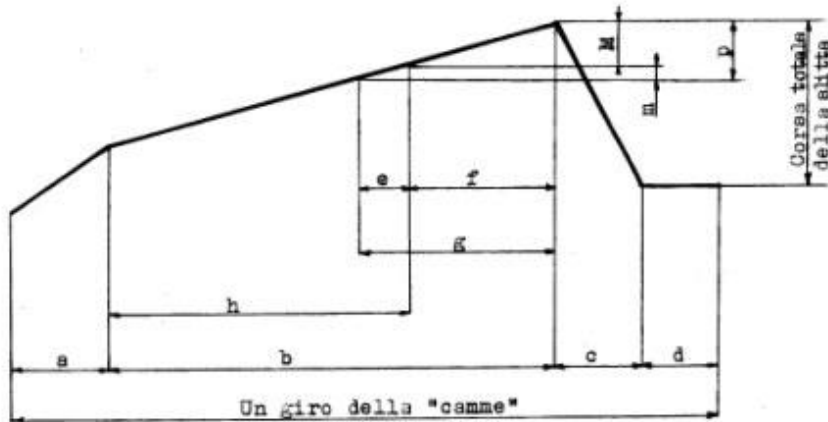


Fig. N°8

- a)- Accostamento con avanzamento rapido
- b)- Corsa di avvicinamento del rullo
- c)- Ritorno con corsa rapida
- d)- Sosta della slitta in posizione arretrata
- e)- m)- 25% di avvicinamento per attacco del rullo (posizionamento)
- f)- M)- Avvicinamento del rullo per la rullatura vera e propria
- g)- p)- Settore del ciclo richiesto per la rullatura
- h)- Corsa prima del contatto dei rulli con lo sbozzato

Pettini piani

La figura N°9 illustra in modo schematico la rullatura di un filetto con i pettini piani. Si hanno due pettini, chiamati anche cuscinetti, di cui normalmente uno, l'inferiore, è fisso e l'altro, il superiore, è mobile. Con una corsa del pettine superiore si ottiene la filettatura completa. In alcune macchine i pettini sono entrambi mobili, con direzione del moto opposta dell'uno rispetto all'altro.

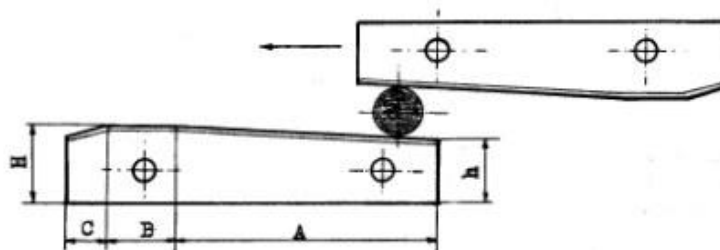


Fig. N°9

Come si può osservare nella figura N°9, la lunghezza totale del pettine è divisa in tre parti: il primo tratto A, detto sbozzatore, ha la funzione di penetrare nel pezzo e di creare il filetto e, a questo scopo, è incrementato. Il secondo tratto B, detto finitore, ha la funzione di finire il filetto correggendo eventuali imperfezioni e facendo compiere almeno un giro completo al pezzo sulla dimensione finale. Infine il terzo tratto, leggermente decrementato, scarica gradualmente la pressione dal pezzo.

La differenza tra le quote H ed h deve essere almeno uguale alla semidifferenza tra il diametro dello sbozzato ed il diametro interno della filettatura. In pratica però tale differenza è maggiore per evitare di iniziare la lavorazione sul bordo del pettine.

La determinazione dei vari tratti deve essere fatta tenendo presente i seguenti punti:

- *Il numero di giri del pezzo necessari per eseguire il filetto. Sono indicati nella tabella N°2.*
- *Il tratto di finitura deve permettere almeno un giro completo del pezzo.*
- *La lunghezza dello scarico può essere circa i due terzi di quella di finitura.*

La velocità di traslazione dei pettini, cioè la velocità periferica sul pezzo, dipende molto dal materiale lavorato, dal tipo di filettatura, dalla precisione desiderata, dal tipo di macchina, dal tipo di lubro-refrigerante, ecc. Non è quindi facile dare un valore assoluto della velocità di rullatura.

Se si considera un acciaio dolce, con $R = 50 - 60 \text{ Kg/mm}^2$, la velocità di rullatura può essere compresa tra 30 e 60 m/min. Nella tabella N°2 è indicata quale potrebbe essere la velocità di rullatura, in % del valore di cui sopra, per altri materiali.

Tab. N°2 – Numero di giri del pezzo sui pettini

Materiale	N° di giri del pezzo		Durezza	% velocità riferita a quella per acc. C10
	minimo	da preferirsi		
Alluminio	4	5 - 6	dolce	80 %
Ottone	4	5 - 6	dolce	100 %
Acc. C10 – C30	4	5 - 6	dolce	100 %
Acc. C30 – C50 o legato	5	6 - 7	15 – 25 HRc	70 %
	6	7 - 8	26 – 32 HRc	50 %
	7	8 - 10	33 – 40 HRc	25 %
Acciaio inossidabile	6	7 - 8	al Ni-Cr	50 %
	5	6 - 7	al Cr	60 %

Per evitare che sul pezzo, nel punto in cui si stacca dai pettini, si formi un'intaccatura longitudinale che comprometterebbe la buona efficienza della filettatura, il bordo d'uscita deve essere raccordato con un raggio di 2 – 3 mm (figura N°10a).

Le striature longitudinali ricavate sulla facciata attiva dei pettini, devono avere l'inclinazione corrispondente all'elica media del filetto da generare.

Per esempio, in una serie di pettini piani per rullare un filetto MB 14x1,5 (diametro medio $D_m = 13,026$), l'inclinazione delle striature sarà:

$$\operatorname{tg} \alpha = \frac{P}{D_m \Pi} = \frac{1,5}{13,026 \cdot 3,14} = 0,03667 \Rightarrow \alpha = 2^\circ 6'$$

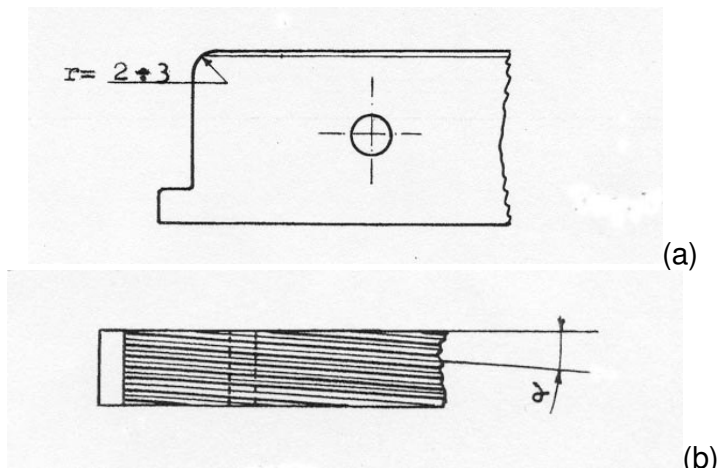


Fig. N°10-a)b)

Le striature, aventi il profilo del filetto da eseguire, devono essere sfalsate, tra un pettine e l'altro, esattamente di mezzo passo.

E' necessario quindi che i pettini siano posizionati in modo corretto sulla macchina sia nel senso della lunghezza (assiale) che nel senso della larghezza (trasversale).

A questo scopo un'estremità dei pettini e la facciata di appoggio vengono rettificate accuratamente per assicurare un perfetto posizionamento contro le relative superfici di appoggio (vedere figura N°11).

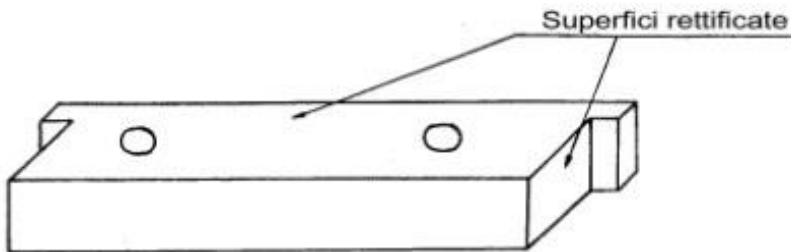


Fig. N°11

Rullatura con rullo mobile e segmento fisso (Rotary Planetary Thread Rolling)

Si è affermato, per altissime produzioni e per filettature inferiori a 12 mm di diametro, un sistema che comprende un rullo rotante ed un segmento fisso, entrambi filettati con le caratteristiche del filetto da generare.

Il metodo, illustrato schematicamente nella figura N°12, permette di ottenere produzioni elevatissime, fino a 1600 pezzi al minuto, perché sono eliminati tutti i tempi passivi e perché ad ogni giro del rullo vengono eseguite molte filettature.

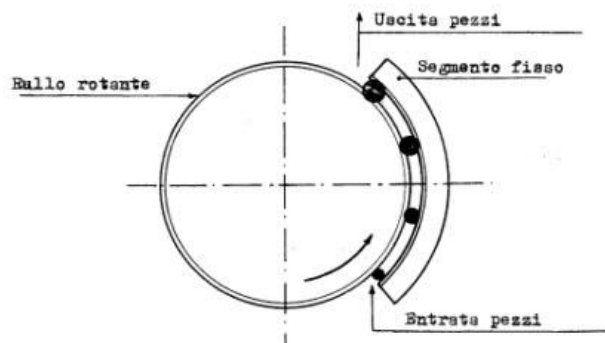


Fig. N° 12

Nella tabella N° 3 sono riportate le produzioni eseguibili con i vari sistemi di cui si è parlato finora.

Tab.N°3-Produzione eseguibile con i diversi metodi di rullatura su acciaio dolce (pezzi al minuto)

Diametro del filetto in pollici	Rotary Planetary	Pettini piani	Rulli circolari
1/8	400 - 1600	60 - 250	20 - 100
3/16		60 - 250	20 - 100
1/4		60 - 150	20 - 100
3/8	150	60 - 100	20 - 90
1/2	150	60 - 80	20 - 90
5/8	--	50 - 70	20 - 80
3/4	--	40 - 60	20 - 60
1	--	30 - 50	15 - 40
1 1/2	--	--	10 - 20
2	--	--	6 - 20
2 1/2	--	--	6 - 15
3	--	--	4 - 6
4	--	--	4 - 6

Preparazione degli sbazzati

Nella rullatura dei filetti, il risultato finale dipende in gran parte dalla precisione con cui vengono preparati gli sbazzati. E' quindi opportuno tornire, ed in alcuni casi rettificare, i pezzi anche se per certi lavori di bulloneria commerciale è sufficiente usare pezzi fucinati o estrusi.

Per una buona riuscita della filettatura sono da tenere presenti e seguenti punti:

- Il diametro dello sbazzato deve essere uniforme su tutta la lunghezza da filettare.
- I pezzi non devono presentare ovalità eccessiva perché in tal caso tenderebbero a saltar via dalla posizione di rullatura, provocando la rottura dei cuscinetti.
- Le estremità dei pezzi devono presentare uno smusso a 30° per evitare le scheggiature dei filetti dei rulli.
- Le gole di scarico adiacenti agli spallamenti, normalmente necessarie nelle filettature tornite o rettificate, sono superflue nelle filettature rullate. Quando le gole siano necessarie per particolari esigenze di lavorazione, esse dovranno avere uno smusso di 30°.

Nella figura N°13 sono riportati alcuni esempi di pezzi preparati per la rullatura.

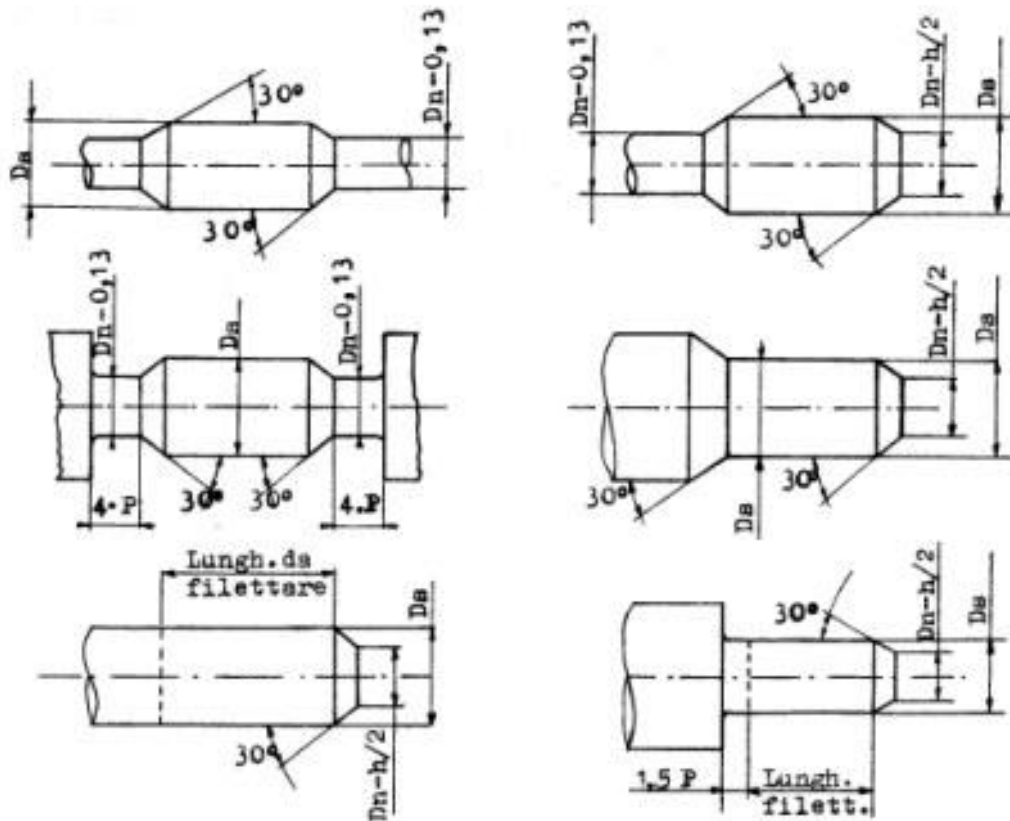


Fig. N°13 – Preparazione degli sbozzati

D_n = diametro del nucleo
 D_s = diametro dello sbozzato
 h = altezza della filettatura
 P = passo della filettatura

Diametro dello sbozzato

Il diametro di pre-rullatura ha, come si è detto, la massima importanza non solo ai fini della precisione del pezzo finito, ma anche della durata della serie di rulli.

L'esatta determinazione in sede preventiva è difficoltosa perché dipende in massima parte dalle caratteristiche del materiale da rullare.

Altri fattori secondari sono il tipo di filettatura e la velocità di accostamento.

Per il calcolo del diametro di pre-rullatura ci si può basare sulle tabelle N°4 e N°5 che si riferiscono a filettature normali, in cui l'altezza del profilo del dente è il doppio dell'addendum.

Il diametro di pre-rullatura minimo in assenza di effetti secondari, dovrebbe corrispondere al diametro medio minimo della vite. Tuttavia a questo valore è necessario apportare delle leggere correzioni in funzione del tipo di materiale lavorato.

Nella tabella N°4 sono riportate le percentuali della tolleranza del diametro medio da sommarsi al diametro medio minimo della vite per ottenere il diametro minimo di pre-rullatura.

Il diametro di pre-rullatura dipende dalla tolleranza del diametro medio della vite e dal diametro della vite stessa.

Il relazione a tali elementi si hanno dei valori che sommati al diametro minimo di pre-rullatura danno il diametro massimo. Vedere tabella N°5.

Tab. N°4 – Valori per il calcolo del diametro di pre-rullatura in funzione del materiale

Materiale	Durezza	% della tolleranza sul diametro medio
Leghe d'alluminio	dolci	20 – 50
Ottone - Bronzo	dolci	20 – 40
Acciaio al 0,10 – 0,15% di C	duri	0 – 20
Acciaio al 0,30 – 0,50 di C	HRc 12 - 25	20 – 40
Acciaio al 0,30 – 0,50 di C o leghe	HRc 26 - 32	30 – 50
Acciaio al 0,30 – 0,50 di C o leghe	HRc 33 - 40	40 – 60
Acc. inossidabili- leghe al Cr-Ni	--	60 – 80
Acc. inossidabili- leghe al Cr	--	40 - 60

I valori indicati nella tabella N°5 sono validi per filettature aventi una lunghezza almeno pari al diametro (per filettature fino a diametro 25) ed ad una lunghezza di almeno 25 mm per filettature di diametro maggiore.

Nel caso di filettature corte, il diametro di pre-rullatura deve essere aumentato di percentuali maggiori rispetto a quelle indicate nella tabella, per compensare l'allungamento che si verifica durante la rullatura all'estremità dello sbizzato. Quanto più la parte filettata è corta e tanto più grande è il passo, tanto più deve essere aumentato il diametro di pre-rullatura.

Tab. N°5- valori in microns da sommarsi al diametro minimo di pre-rullatura per ottenere il diametro massimo

Tolleranza su diam. medio della vite in microns	Diametro nominale della vite (mm)				
	Fino a 12	12 - 25	25 - 38	30 – 50	50 – 80
28	8	6	5	--	--
40	13	10	8	--	--
50	18	18	15	13	--
56	18	18	18	15	13
63	20	20	20	15	13
71	25	25	25	18	15
80	25	25	25	20	15
90	30	30	30	20	20
100	33	33	33	25	20
112	35	38	38	30	30
125	38	43	43	38	38
140	43	52	52	43	43
160	52	52	52	52	52
180	57	57	57	57	57
200	63	63	63	63	63
224	--	63	75	75	75
250	--	75	75	90	90
280	--	75	90	90	100
355	--	--	--	100	100

Durata degli utensili per rullatura

La durata dei rulli e dei pettini, oltre che da fattori di ordine generale, quali le caratteristiche della rullatrice, il sistema di lubrificazione, l'accuratezza del montaggio dei rulli e dei pettini, dipende anche, ed in maniera determinante, dal tipo di materiale

lavorato e, come oramai si è detto più volte, dalla precisione del diametro dello sbozzato.

Se il diametro dello sbozzato supera il limite massimo ricavabile dalla tabella N°5, il rendimento diminuisce notevolmente e questa perdita di rendimento è tanto più accentuata quanto maggiore è la durezza del materiale lavorato.

Nella figura N°14 è indicato in maniera schematica quanto appena detto.

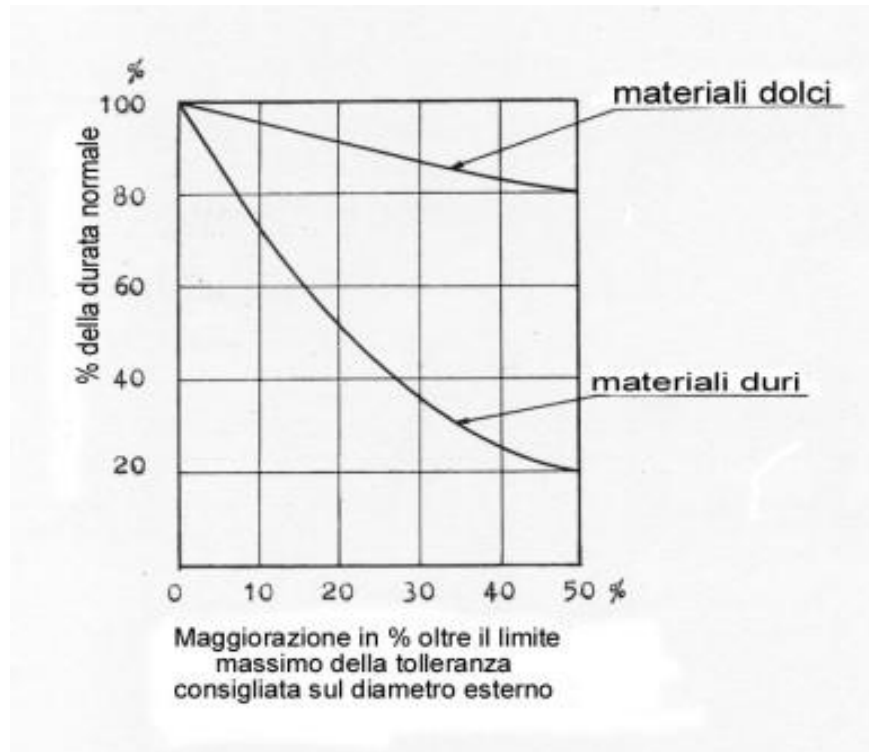


Fig. N°14- *Variazioni di rendimento in funzione del diametro di pre-rullatura*

In definitiva, i fattori più importanti che influiscono sulla durata dei rulli sono:

- *la qualità ed il tipo dei rulli;*
- *la natura del materiale da tagliare;*
- *la cura con cui i rulli vengono impiegati;*
- *l'impiego dei rulli adatto al lavoro da eseguire;*
- *una corretta lubrificazione;*
- *preparazione corretta degli sbozzati.*

La qualità dei rulli comprende l'accuratezza della finitura, la precisione delle dimensioni, le proprietà metallurgiche dell'acciaio con cui sono costruiti.

La natura del materiale da rullare è, in genere, una caratteristica invariabile del prodotto finito; si tenga presente però, come si è già accennato, che rullare materiali duri come per esempio l'acciaio inossidabile, vuol dire avere un rendimento molto inferiore rispetto a quello che si potrebbe avere rullando materiali dolci e che errori sullo sbozzato hanno effetti a volte catastrofici sul rendimento.

La cura con cui i rulli vengono impiegati è altresì un fattore molto importante ed in particolare si dovrà porre attenzione affinché i rulli vengano correttamente accoppiati. Un errato accoppiamento determina movimenti laterali e radiali dei rulli sul supporto, generando pressioni anormali che si ripercuotono considerevolmente sulla durata dei rulli.

Dove è permesso, è molto utile eseguire un ampio smusso sul margine dei rulli; in tal modo si ridurrà il carico di estremità prolungando la durata dei rulli e riducendo la possibilità di scheggiature.

Molte volte una maggiore durata dei rulli è assicurata rullando il filetto in modo incompleto, cioè lasciando le creste non finite. Dove ci si accontenti di ciò, si potrà ridurre il carico sui rulli e si potrà avere, inoltre, un margine di sicurezza contro eventuali sovraccarichi dovuti a sbozzati di diametro troppo grande.

Difetti di rullatura e loro cause

Pezzo finito spogliato e sfilacciato

- Rulli non in fase
- Alimentazione inclinata rispetto all'asse dei rulli
- Materiale non adatto alla laminatura a freddo
- Rulli sovraccarichi
- Superficie dello sbozzato non levigata.

Elica del filetto non regolare

- Rulli non in fase
- Alimentazione inclinata rispetto l'asse dei rulli
- Rulli imperfetti

Filettature fuori misura

Diametro esterno e medio entrambi maggiorati	Diametro dello sbozzato maggiorato.
Diametro medio maggiorato ed esterno a misura	Diametro dello sbozzato maggiorato. Se il filetto eseguito è completo il filetto del rullo è poco profondo.
Diametro medio maggiorato ed esterno minorato	Pressione insufficiente dei rulli. Se il filetto eseguito è completo, il filetto del rullo è poco profondo.
Diametro medio a misura ed esterno maggiorato	Diametro dello sbozzato maggiorato. Filetto del rullo più profondo del necessario.
Diametro medio a misura ed esterno minorato	Diametro dello sbozzato troppo piccolo. Se il filetto eseguito è completo il filetto del rullo è poco profondo.
Diametro medio minorato ed esterno maggiorato	Pressione eccessiva dei rulli. Filetto del rullo troppo profondo.
Diametro medio minorato ed esterno a misura	Diametro dello sbozzato troppo piccolo. Filetto del rullo troppo profondo.
Diametro medio ed esterno entrambi minorati	Diametro dello sbozzato troppo piccolo.

Pezzo eccentrico

- Sbozzato eccentrico
- Alimentazione inclinata rispetto l'asse dei rulli
- Penetrazione e distacco dei rulli con velocità troppo alta
- Materiale non sufficientemente duttile per laminazione a freddo

Pezzo conico

Diametro medio cilindrico e diametro esterno conico con filetto non completo in cresta nel lato minore del cono	Sbozzato conico.
Diametro medio ed esterno conici nello stesso senso	Sbozzato conico e rulli registrati sulla conicità dello sbozzato.
Diametro medio ed esterno conici in senso opposto e filetto non completo in cresta nel lato del diametro esterno minore	Rulli con scarsa pressione dalla parte dove il diametro medio risulta maggiorato ed il diametro esterno minorato.

Filettatura con passo maggiorato

- Rulli con passo maggiorato

Filettatura con passo minorato

- Rulli con passo minorato
- Materiale con durezza superiore al normale (HRc=18 ed oltre): si ritirano leggermente dopo la rullatura; per lavori di precisione è necessario usare rulli con passo opportunamente maggiorato.

Profilo del filetto inesatto

Rulli con profilo del filetto inesatto

Rulli mal registrati

Alimentazione inclinata rispetto all'asse dei rulli

Filetti completi al centro ed incompleti all'estremità o viceversa

- Rulli con diametro non costante su tutta la fascia
- Sbozzato con diametro non costante sul tratto da filettare

Filetti finali incompleti

- Superficie dello sbozzato non levigata
- Eccessiva pressione dei rulli

Filettatura con scadente grado di finitura

- Rulli con superfici dei filetti mal rifinite
- Rulli usurati o scheggiati
- Rulli mal registrati
- Materiale non sufficientemente duttile per laminatura a freddo

Cresta del filetto incompleta

- Diametro dello sbozzato minorato
- Filetto dei rulli troppo profondo. Il difetto può essere ridotto con un ciclo di penetrazione più lento

Cresta del filetto striata (solo nel caso di lavorazione con 2 rulli)

- Lama del porta-pezzi con superficie non levigata
- Insufficiente durezza della lama porta-pezzi
- Lubrificazione inadeguata

Pezzo cavo - (il foro si restringe)

- E' necessario un mandrino di supporto
- Velocità di penetrazione eccessiva

Pezzo cavo – (il foro si allarga)

- Mandrino di supporto troppo esatto
- Velocità di penetrazione eccessiva
- Diametro esterno dello sbozzato troppo grande

Pezzo cavo – (eccentricità del pezzo)

- Velocità di penetrazione eccessiva
- Scarso tempo di permanenza con rulli completamente accostati
- Velocità eccessiva di scostamento dei rulli

Pezzo cavo – Filettatura conica

- Mandrino di supporto inadeguato che non fornisce il dovuto sostegno dove necessario
- Velocità di penetrazione eccessiva
- Conicità dei rulli non sufficiente a compensare la tendenza del pezzo a diventare conico.
- Spessore delle pareti troppo scarso.