

LA DENTATURA DI MICROINGRANAGGI

LA PRODUZIONE DI INGRANAGGI DI DIMENSIONI MOLTO PICCOLE PRESENTA DELLE CARATTERISTICHE CHE SOLO AZIENDE FORTEMENTE SPECIALIZZATE, POSSONO AFFRONTARE CON SUCCESSO. LE MACCHINE DENTATRICI CHE ESEGUONO I MICROINGRANAGGI DEVONO POTER GESTIRE LE FASI DI CARICO, DENTATURA E SCARICO CON ASSOLUTA PRECISIONE.

La varietà di ingranaggi è praticamente infinita e, se parliamo di dimensioni, spazia da microingranaggi impiegati negli orologi, a particolari strumenti di misura, agli immensi ingranaggi di grandi impianti che possono raggiungere diametri di oltre dieci metri. Se si esamina a occhio nudo un piccolissimo ingranaggio di modulo inferiore a 0,1 mm è quasi impossibile distinguere nettamente le sue caratteristiche: è necessario usare una speciale lente di ingrandimento o un microscopio. Per un tecnico abituato a trattare ingranaggi "normali", per esempio quelli usati nel settore automobi-

listico, risulta facile immaginare tutte le difficoltà per dentare e finire ingranaggi così piccoli. In tutte le fasi di costruzione si incontrano difficili problemi, che solo una specializzazione spinta può risolvere. Pensiamo al solo carico e scarico sulla macchina operatrice di ingranaggi con diametro intorno al millimetro, al suo bloccaggio e trascinamento, agli utensili da utilizzare in tornitura e dentatura, agli apparecchi di controllo.

Tecnologia spinta per microingranaggi

Si tratta quindi di una tecnologia particolare, che poche aziende sono in grado di gestire in modo adeguato. Una di queste è la Affolter Technologies S.A. con sede in Svizzera e con filiali in tutte le aree del mondo con tecnologie avanzate. Questa azienda produce una serie di dentatrici a creatore specifiche per ingranaggi piccolissimi che possono avere moduli fino a 0,02 mm. Queste dentatrici sono tutte a controllo numerico di concezione Affolter e sono dotate di motori lineari e di direct drive per gli assi rotativi. In base al tipo di mac-

china e al suo allestimento, i controlli numerici possono gestire fino a 12 assi. Tutte le macchine possono essere dotate di caricatore automatico in varie versioni, secondo le esigenze dei clienti e alla forma dei pezzi. Oltre alle difficoltà tecniche relative ai dispositivi di centraggio, bloccaggio e di trascinamento, particolare attenzione deve essere posta all'accuratezza delle corse degli utensili, alla gestione dei getti di lubro-refrigerante che potrebbero facilmente impedire il corretto posizionamento dei particolari da lavorare, alla assoluta precisione dei dispositivi di presa dei caricatori automatici. Sono tutte problematiche sconosciute nel mondo degli ingranaggi di dimensioni maggiori.

Quattro versioni per maggiori possibilità

La Affolter presenta quattro modelli di dentatrici, le cui caratteristiche tecniche principali sono elencate nella tabella 1. Solo la dentatrice AF90 non è completamente automatica e ha delle limitazioni nella inclinazione del mandrino porta-creatore solo $\pm 10^\circ$. Il modulo più piccolo realizzabile è 0,02mm;

si tratta di ingranaggi estremamente difficili da maneggiare e da controllare, con un'altezza dei denti di appena 0,05 mm. Da notare il massimo di giri del mandrino porta creatore che consente velocità di taglio elevatissime, sicuramente molto oltre le reali possibilità di utilizzo, anche con creatori di piccolo diametro in metallo duro su operazioni di skiving. Le dentatrici AF100 Plus e AF110Plus sono anche adatte ad eseguire un'operazione di skiving, cioè una finitura dopo il trattamento termico con creatore in metallo duro, una operazione denominata μ -skiving, in alternativa alla rettifica. Si possono lavorare ingranaggi con durezza di 60 - 65 HRC. La cosa più interessante è il posizionamento automatico del creatore sul pezzo dentato, operazione che viene eseguita con l'ausilio di un apposito laser che ricerca la posizione ottimale del pezzo rispetto al creatore in modo da distribuire una uguale quantità di materiale da asportare sui due fianchi. Questo sistema di posizionamento non è una novità; esso viene eseguito normalmente in tutte le macchine rettificatrici per ingranaggi. Qui la difficoltà risiede nella piccolissima dimensione del vano dente. Per esempio, in un ingranaggio come quello di cui si accenna in questa sede la larghezza del vano sul primitivo è di circa 0,5 mm; non è praticamente possibile utilizzare un tastatore meccanico e si è costretti a usare un sistema laser. Come esempio di lavorazione si riportano i risultati della finitura con μ -skiving di un ingranaggio con le seguenti caratteristiche:

- modulo 0,35
- numero denti 22
- angolo di pressione 20°
- angolo di elica 11° 30'
- durezza HRC 61 - 63

Come si può osservare nella figura 3 la precisione ottenuta è notevole, certamente paragonabile a quella ottenibile con una operazione di rettifica. Il profilo risulta di classe 3 - 4 mentre l'elica è di classe 1 secondo DIN 3962.

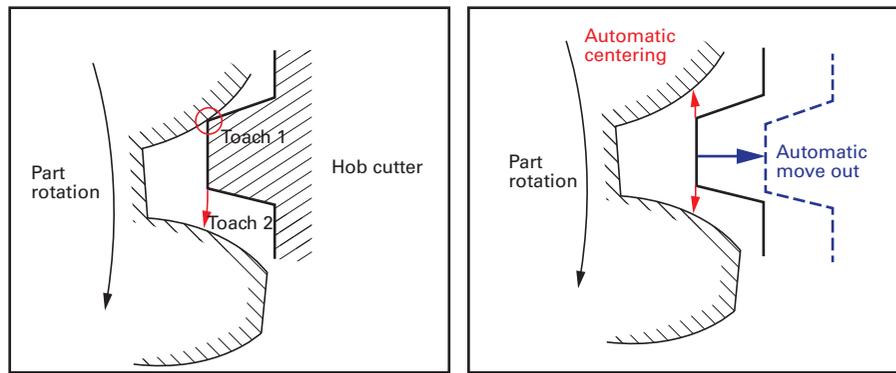


Fig. 2 - Centratrice automatica del creatore sul pezzo.

TAB.1 - CARATTERISTICHE TECNICHE DELLE DENTATRICI AFFOLTER

	AF90	AF100 Plus	AF101 Plus	AF110 Plus
Diametro max del pezzo (mm)	30	36	36	60
Lunghezza max del pezzo (mm)	40	50	50	90
Min modulo (mm)	0,02	0,02	0,02	0,02
Max modulo (mm)	0,5 - 0,8 (*)	0,5 - 0,8 (*)	0,5 - 0,8 (*)	0,5 - 1,5 (*)
Diametro max del creatore (mm)	24	24	24	38
Lunghezza max del creatore (mm)	20	20	20	50
Angolo inclinazione creatore (gradi)	± 10°(man.)	± 30°(auto)	± 30°(auto)	± 10°(auto)
Numeri giri max del creatore (min ⁻¹)	16.000	16.000	16.000	12.000
Potenza installata (KVA)	2	3	3	3
Peso netto (kg)	650	1.800	1.300	1.800

(*) In relazione al materiale lavorato

Come si è accennato, le macchine possono essere dotate di caricatori di vario tipo, secondo la dimensione e la forma dell'ingranaggio da lavorare. Si possono attrezzare le macchine con caricatori semiautomatici, con caricatori universali con pinze che posizionano il pezzo in zona lavoro, con caricatori a tamburo, e infine con caricatori speciali adatti a specifici ingranaggi. In figura 4 è rappresentato un caricatore a tamburo. La serie di macchine Affolter è in grado di eseguire dentature di ogni tipo e anche lavorare viti senza fine. La dentatura può inoltre essere finita con una operazione di sbavatura. Una delle applicazioni principali è la dentatura di ingranaggi per il settore orologeria, con una vastissima gamma di forme e dimensioni, ma anche nel settore degli apparecchi di controllo e della micro robotica le macchine Affolter trovano una vasta possibilità di impiego.

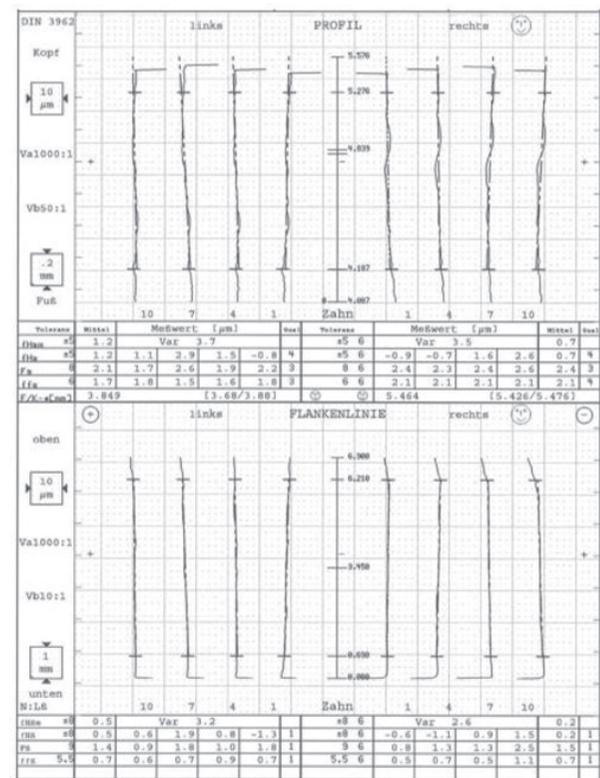


Fig. 3 - Esempio di precisione ottenibile con un'operazione di skiving su ingranaggi di modulo 0,35 mm.

Manufacturing
moving
solutions

movitec®

IMPEX TECNICHE LINEARI

1986
2018



ADV. AF-DESIGN

Sistema 3 assi PICK & PLACE

Sistema 3 assi Pick & Place con motori ed azionamenti Yaskawa Serie SIGMA7 forniti da ZF Italia.

Progetto realizzato con Unità Lineari Carropattino:

Asse X1/X2: CVP060 con vite a sfere \varnothing 12 passo 10mm

Asse Y: CVP040 con vite a sfere \varnothing 10 passo 10mm

Asse Z: CVP040 con vite a sfere \varnothing 10 passo 3mm

Progettiamo e realizziamo sistemi personalizzati chiavi in mano.

3-axis Pick & Place system with motors and drives Yaskawa SIGMA7 Series supplied by ZF Italia.

Project realized with Linear Units:

Axis X1/X2: CVP060 with ball screw \varnothing 12 pitch 10mm

Y Axis: CVP040 with ball screw \varnothing 10 pitch 10mm

Z axis: CVP040 with ball screw \varnothing 10 pitch 3mm

We design and manufacture custom solutions.



Configuratore
prodotti



movitec.it

IMPEX TECNICHE LINEARI SRL

Via Jacopone da Todì, 14 - IT-06089 Torgiano PG

T.: +39 075 98 80 100

info@movitec.it

LAVORAZIONI PER INGRANAGGI



Fig. 4 - Caricatore a tamburo per pezzi di piccole dimensioni.



Fig. 5 - Piccolo ingranaggio caricato automaticamente su mandrino ad asse verticale.



Fig. 6 - Esempi di ingranaggi eseguibili con le macchine Affolter.

I campi di impiego dei microingranaggi

I settori di impiego dei microingranaggi sono molto numerosi e comprendono, oltre a quelli citati, gli apparecchi elettromedicali, quelli per l'impiantologia, gli attuatori elettrici, modellismo dinamico, macchine di confezionamento e pesatura. In figura 6 sono indicate alcune tra le varie tipologie di ingranaggi eseguibili. Un breve cenno va fatto, infine, ai creatori che eseguono queste dentature. In genere si tratta di creatori in lega dura (carburi sinterizzati) che permettono condizioni di lavoro molto elevate e rendimenti maggiori rispetto ai creatori in HSS. Il loro co-

sto è abbastanza limitato considerando le piccole dimensioni e quindi il basso costo del materiale necessario. Le operazioni preliminari di filettatura e di esecuzione dei solchi di affilatura vengono eseguiti direttamente dal pieno con mole diamantate impiegando tempi limitati data la bassa profondità dei denti. L'esecuzione della spoglia sui denti è invece un'operazione più delicata che richiede mole di piccolo diametro. I solchi di affilatura possono essere dritti anche su creatori a più principi perché l'angolo dell'elica del filetto è basso a causa del piccolo passo tra dente e dente e ciò permette l'affilatura con mole diamantate.

© RIPRODUZIONE RISERVATA