



Foratura a secco a prova di errore per titanio e alluminio stratificati

Dr. Peter Müller-Hummel, Head of Business Unit Aerospace&Composites

Mapal ha messo a punto utensili speciali per la foratura combinata di materiali asciutti stratificati garantendone l'ideoneità anche dopo il termine della vita utile del trapano impiegato. In questo articolo si descrive come progettare un utensile di questo tipo per assicurare processi affidabili a funzionalità piena anche al termine della vita utile dell'utensile.

FORATURA DI TITANIO E ALLUMINIO STRATIFICATI

Quando si esegue la perforazione di CFRP, si considera un angolo ristretto di inclinazione della punta del trapano in modo che l'ultimo strato

di CFRP sopporti un carico limitato. Certamente questo previene la delaminazione iniziale nell'area in cui si esegue il foro. Quando si lavora il metallo solido, d'altra parte, è la temperatura ai margini del trapano e non le forze che intervengono nell'estremità a causare la formazione indesiderata di bavature. Il modello teorico messo in rilievo qui di seguito per la descrizione dei meccanismi di azione nella lavorazione dei compositi esemplifica queste osservazioni delineando le altre caratteristiche che l'utensile deve possedere per prevenire la delaminazione. I trapani che si conformano a questi principi teorici non presentano problemi di delaminazione o eventuali sfilacciate della fibra, con livelli

molto bassi di formazione di bavature. Per la foratura di CFRP/titanio stratificati, la struttura dell'utensile deve tenere conto non soltanto della formazione di bavature, ma anche della rimozione di trucioli. Questi non devono mai entrare in contatto con la superficie CFRP fuoriuscendo dal foro. La scanalatura del truciolo richiesta in questo caso è prevista con dimensioni superiori rispetto al truciolo stesso, e ciò per prevenire scalfitture del materiale composito. Se il truciolo si incunea nella fessura nell'area CFRP, vi sarà un forte attrito, causa del surriscaldamento dell'utensile e della parte interessata. Tutto questo provoca profonde scalfitture del CFRP e la formazione variabile o più accentuata

di bavature. Un altro modo per ridurre la dimensione del truciolo è l'"hiccup" o lavoro "spezzettato" o a vibrazione. Un'analisi delle fonti di calore utili e superflue sull'utensile ha dimostrato che le fonti di calore superflue possono essere evitate. Quella utile nell'estremità del trapano può essere mantenuta bassa conservando condizioni di taglio idonee al metallo. Nella lavorazione di CFRP la temperatura rimane inferiore ai 60°C. Le fonti di calore in eccesso sul trapano sono dovute all'attrito del trapano

stesso sulla parete del foro e sui trucioli incuneati nel foro stesso. Una volta che tutte le irregolarità sono state eliminate, il trapano può essere utilizzato anche senza MQL, traendo così beneficio dei seguenti vantaggi:

- i trapani sono meno costosi e più stabili perché sono progettati senza fori refrigeranti;
- si forma una quantità inferiore di bavatura perché i trapani possono essere molati con spirali graduate;
- la deviazione standard è inferiore perché la polve-

Condizioni di lavoro ottimizzate per un'alta qualità del foro
Optimised machining conditions for optimum bore quality



EQUIPMENTS

Fail save dry drilling of CFRP titanium and aluminium stacks

Dr. Peter Müller-Hummel, Head of Business Unit Aerospace&Composites

Mapal has developed special tools for drilling combinations of stacked materials under dry conditions and guaranteed consistency even beyond the end of the drill's tool life. The following article shows how a tool must be designed to ensure reliable processes and full functionality even at the end of its tool life.

DRILLING CFRP ALUMINIUM/TITANIUM STACKS

When drilling in CFRP, a small tip angle is used on the drill so that the last layer of CFRP is only slightly loaded. This surly prevents initial delamination at the bore outlet. When drilling from the solid in metal, on

the other hand, it is the temperatures on the edges of the drill rather than forces on the drill tip that cause unwanted burr formation.

The underlying theoretical model for describing the mechanisms in the machining of composites substantiate these observations and prescribes a few other features a tool should have to prevent

delamination. Drills that comply with these theoretical rules have no problems with delamination or fibre projections and achieve a very low level of burr formation. For drilling CFRP/titanium stacks, the tool design must take into consideration not only burr formation, but also chip removal. Chips must never touch to the

sensitive CFRP surface when exiting the bore.

The chip flute required for this purpose is therefore designed considerably larger than the chip size, which makes it possible to prevent scratches in the composite material.

If a chip becomes jammed in the slot in the CFRP area, extreme friction will occur



- re CFRP è più facilmente estraibile quando è allo stato essiccato;
- i limiti MAC sono facilmente ottenibili perché non vi è overspray MQL quando il trapano fuoriesce dal foro;
- minor rischio per l'operatore di slittamenti su rampanti e utensili perché l'attrezzatura rimane asciutta;
- costi di smaltimento inferiori perché la polvere MQL non contiene sostanze oleose;
- costi ridotti per la pulizia

- dei componenti, guarnizioni e luoghi di lavoro;
- la rimozione intensiva delle sostanze oleose non è richiesta per le fasi di verniciatura successive;
- gli operatori richiedono un numero inferiore di misure protettive delle vie respiratorie durante le operazioni di foratura nell'ala;
- nessuna esigenza di qualifiche specifiche degli addetti e del tempo richiesto per controllare e calibrare l'MQL;
- eliminazione delle spese

del serbatoio MQL, pompa e tanica;

- l'unità di alimentazione del trapano pesa meno perché il sistema di riempimento MQL viene rimosso.

Un altro requisito richiesto è il grado di diffusione a basso diametro ($CpK < 1,7$), a garanzia della sua adeguatezza anche al termine della vita utile del trapano. Normalmente, il termine della vita utile dell'utensile è caratterizzato da diametri di foratura che non rientrano più nei limiti di tolleranza richiesti.



Utensili Mapal per la lavorazione di moderni materiali leggeri
Mapal tools for machining modern lightweight materials

ONE SHOT HIGH PRECISION DRILLING DRY
FORATURA DI PRECISIONE A FASE UNICA, A SECCO
GUARANTY ON DIAMETER
GARANZIA DEL DIAMETRO



Strategia sicurezza con lo "stabilizzatore del diametro™" Mapal (forature senza sbavature)
Failsafe strategy by using Mapal "diameter stabiliser™"(drilling without scrap)

and the part and tool will be heated. This will result in deep scratches in the CFRP and fluctuating or increased burr formation. Another way to reduce chip size is with „hiccup“ feed, also called pecking or vibration. An analysis of useful and superfluous heat sources on the tool has shown that superfluous heat sources can be avoided. The useful heat source at the tip of the drill can be kept to a small amount with suitable cutting conditions in metals. In CFRP machining the temperature remains under 60°C. The excess heat source

es on the drill arise due to the friction of the drill against the bore wall and chips lodged in the hole. Since all inconsistencies have been eliminated on the drill, the tool can now be used without MQL as well. This offers the following advantages.

- The drills are less expensive and more stable because they are designed without coolant bores.
- There is less burr formation because the drills can be ground with graduated spirals.
- The standard deviation is lower because CFRP dust

is easier to extract when it is dry.

- MAC limits are easy to obtain because there is no more MQL overspray when the drill exits.
- Less risk of employees of slipping on gigs and tools because the equipment now remains dry.
- Lower disposal costs because MQL dust does not contain any oil.
- Lower costs for cleaning parts, fixtures and manufacturing halls
- Extensive oil removal is not required for subsequent paint processes.
- Employees require less

A causa di ciò, gli strumenti di precisione Mapal sono disponibili in opzione con la dotazione di uno "stabilizzatore del diametro™". Questo stabilizzatore dura circa 8 volte di più del trapano stesso, rendendo così possibile assicurare un diametro del foro adeguato anche al termine del periodo di utilizzo possibile dello strumento, con un valore CpK pari a 1,7. Una ulteriore possibilità di allungare la vita utile e l'efficienza

globale del trapano si basa sull'applicazione di un rivestimento di diamante CVD o PCD. Con il titanio le velocità massime di taglio, pari a 20 m/min non dovrebbero essere superate; infatti, diversamente, il diamante reagirebbe con questo materiale formando TiC. Questa linea di prodotti è disponibile in tutto il mondo e possono essere utilizzati da vari macchinari basati su tecnologie differenti.

EQUIPMENTS

breathing protection for drilling work in the wing.

- No need for the special qualifications of employees and time required to check and calibrate the MQL.
- The expense of the MQL tank, pump and reservoir is eliminated.
- The drill feed unit weighs less because the filled MQL system is eliminated.

Another customer requirement is low diameter scattering rates ($CpK < 1,7$) and guaranteed consistency even beyond the end of the drill's tool life. Normally the end of a drill's tool life is characterised by drilled diameters that no longer fall within the required tolerance. Because of this, Mapal precision tools

are optionally available with a "diameter stabiliser™". This stabiliser has a tool life about 8 times longer than that of the drill itself. This makes it possible to ensure a consistent bore diameter even after the end of the tool life with a CpK value of 1.7. Another possibility for increasing tool life and efficiency in general is the use of CVD diamond coatings or PCD. Maximum cutting speeds of 20 m/min should not be exceeded in titanium. Otherwise the diamond will react with titanium to form TiC. This product line of tools is available worldwide and can be used for different machine concepts.