

Corso di Laurea in Ingegneria Gestionale (triennale o specialistica)

Titolo tirocinio:

Controllo della qualità superficiale di fori realizzati su manufatti in materiale plastico rinforzato con fibre di carbonio

Obiettivo principale:

Esecuzione di misure per il controllo del diametro e della rotondità di fori ricavati su materiale composito rinforzato con fibre di carbonio ed elaborazione di un primo modello volto a prevederne la variabilità in funzione dei parametri tecnologici.

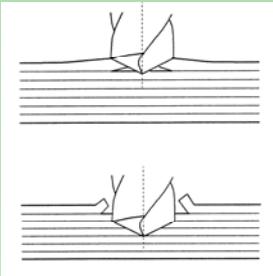
Fasi del tirocinio:

1. prendere visione, attraverso la **letteratura** in merito, delle tipologie di difetto riscontrabili a seguito della lavorazione di CFRP e delle modalità di controllo della qualità delle superfici ottenute (rugosità delle superfici lavorate, ampiezza della zona danneggiata, ecc.).
2. **classificazione** delle plastiche rinforzate con fibre di carbonio in funzione dei vari elementi caratterizzanti (tipo di resina, fibre, orientamento, uniformità del processo costruttivo, ecc.).
3. la **rotondità** dei fori e la loro misura: definizioni
4. definire una **procedura per la misura** del diametro e della rotondità dei fori tramite gli strumenti presenti nel laboratorio del dipartimento.
5. **effettuare le misure** di diametro e rotondità di un primo set di provini lavorati.
6. **raccogliere le misure** effettuate assieme ad altri elementi della lavorazione:
 - avanzamento e velocità di taglio;
 - elementi caratterizzanti il provino (elencati al punto 2);
 - grandezze rilevate dai sensori (forza assiale, coppia, ecc.);
 - usura sulla punta.
7. **effettuare una prima elaborazione** statistica dei dati attraverso programmi quali MiniTab o MatLab. L'elaborazione statistica potrebbe includere analisi quali ANOVA o regressioni.

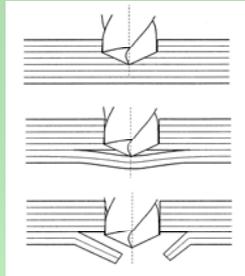
Controllo delle Lavorazioni di Foratura di Materiali Compositi ad Elevate Prestazioni

La foratura dei materiali compositi:

La foratura è una delle lavorazioni più comuni nelle strutture in materiali compositi, necessaria a fornire superfici idonee all'unione di varie parti. La tendenza alla **delaminazione** del materiale sia in entrata (peel up) che in uscita (push out), provoca, ad esempio, fino al 60% degli scarti nell'assemblaggio di strutture aeronautiche.

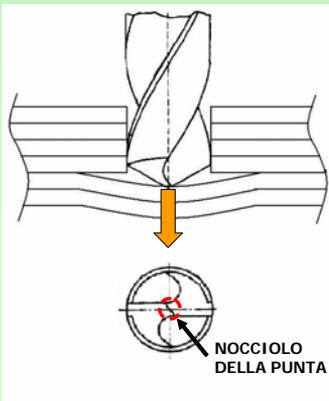


Delaminazione in entrata



Delaminazione in uscita

Cause determinanti i fenomeni di delaminazione



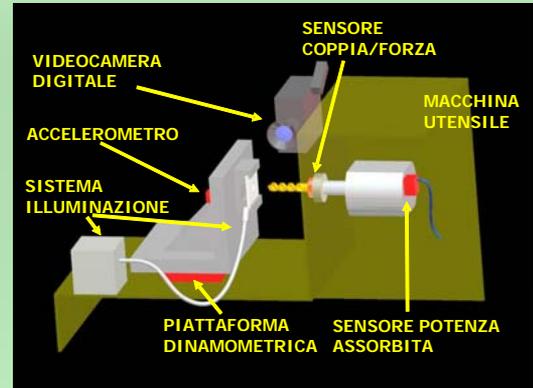
Spinta assiale originata dal nocciolo della punta ad elica

La **delaminazione in entrata** è legata alle forze di trazione originate dalla presenza delle scanalature elicoidali

La **delaminazione in uscita** è invece dovuta al superamento della massima forza normale sopportabile dal materiale (1 modo di apertura), con separazione delle ultime lamine.

Il laboratorio multisensoriale:

Il laboratorio è implementato a bordo di un centro di lavoro a controllo numerico a 5 assi, secondo lo schema illustrato:



Laboratorio multisensoriale

Acquisizione di immagini dell'utensile e della lavorazione

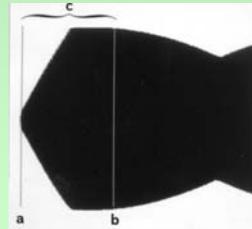
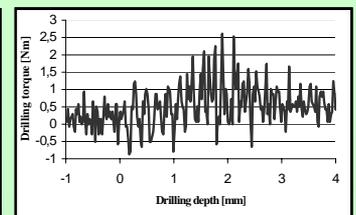
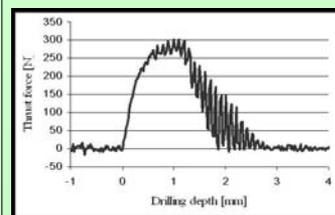


Immagine ad alto contrasto per la misura dell'usura utensile



Esempio di delaminazione in uscita

Dati misurabili e loro elaborazione:



È possibile misurare

- time history di vibrazioni, forza, coppia, potenza assorbita, ...
- stato di usura dell'utensile in funzione del numero di fori
- entità della delaminazione (quantificata dal **Delamination Factor, DF**)

Attraverso l'elaborazione statistica dei dati raccolti è possibile individuare quali parametri influenzano la qualità del foro e le relazioni fra di essi così da ottimizzare la lavorazione, mirando ad ottenere una foratura caratterizzata da un'elevata qualità.

Obiettivo della ricerca:

L'obiettivo della ricerca è quello di controllare il processo di foratura, sia dal punto di vista dell'**usura** dell'utensile che da quello della **qualità** della lavorazione, attraverso un costante monitoraggio tramite sensori analogico-digitali dello stato dell'utensile e dei parametri influenti il processo.

Tale analisi viene messa in opera attraverso la realizzazione di un laboratorio multisensoriale, dedicato alle operazioni di foratura su materiali rinforzati con fibre, nel quale vengono monitorate on-line le variabili significative (come ad es. forze di taglio, vibrazioni, ecc.) durante il processo di asportazione di truciolo. L'intera operazione di foratura può essere inoltre analizzata tramite videocamera digitale.