

Mikrogeometri Utformning för Borrning av Kompositer

- | | |
|--------------------|--------------------|
| • Dnr | 2012-02512 |
| • Projektstart | 2012 (Oktober) |
| • Projektavslut | 2013 (November) |
| • Projektbudget | 500 000 kr (100 %) |
| • Bidrag från FFI | 500 000 kr (100 %) |
| • Kontakt | Docent Tomas Beno |
| • Deltagare | GKN Aerospace |
| • Doktorander | n/a |
| • Tidigare projekt | n/a |

Utmaning

Hypotesprojektets mål sammanföll med FFI programmets färdplan mot nya lättviktsmaterial, milstolpe 2 (2020) och milstolpe 3 (2025), tillverkningsprocesser för radikalt nya material och materialkombinationer. Projektet avsåg att undersöka inverkan av en mikrogeometri på skärepparna samt hörn hos en spiralborr med avsikt att minska skadorna hos omkringliggande material vid håltagning av kolfibermaterial.

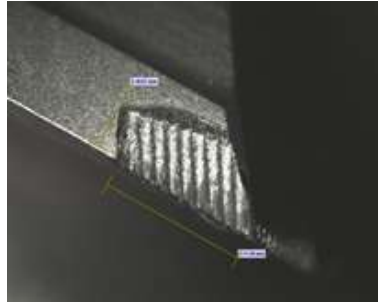
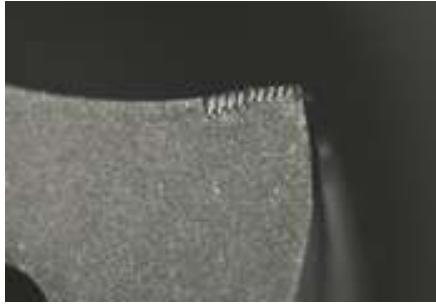
Projektbeskrivning

Hypotesens uppkomst var från Biomimircy, genom att studera haj och piraya tänders mikrogeometri. Detta gjordes från början genom en litteraturstudie. Därefter genomfördes en matematisk analys av geometrin som uppvisade stora likheter med ett s.k. cykloidmönster. Simulering med finita element tog vid för att få fram en lämplig storlek på detta mönster för ändamålet. Slutligen tillverkades detta cykloidmönster som en mikrogeometri på prototypborrar genom laserablation som sedan testades i ett experiment. Dessa hål utvärderades sedan i mikroskop som visade på en signifikant skillnad i fiberfransning till mikrogeometrins fördel.

Resultat och slutsatser

Projekts arbete inleddes med en litteraturstudie med utgångspunkt från Biomimicry kring haj- och pirayatänders utformning med avseende på mikrogeometri. En matematisk analys av mikrogeometrin hos vithaj och piraya utfördes. Det framkom att profilen hos dessa tänder följde ett cykloidmönster av två möjliga typer. Mönstret som slutligen valdes gjordes efter en parameterstudie som utfördes med hjälp av finita element. Denna simulering av cykloidmönsterparametrar i förhållande till fiberstorlek ersatte prototyp 1.

För att bestämma på vilken grundborrgeometri som skulle användas hos prototypen genomfördes en statistisk undersökning mellan fem olika leverantörer av borrar avsedda för håltagning i kolfiber kompositer. Här utvärderades olika geometriska utformningar hos de aktuella borrarerna gentemot de skador som observerades hos det borrade hålet. För att kunna utföra detta måste ett bedömningssystem utvecklas. Detta system byggde på ett poängsystem som gjorde att skador på in och utgång samt hålvägg kunde utvärderas gentemot borrarutformning och använda skärdata. Utifrån detta tillverkades en prototypborr försedd med mikrogeometri baserad på en grundborrgeometri. Dock kunde inte den främsta väljas då tillverkningsmetoden av mikrogeometrin krävde mycket exakt CAD modell av grundborren till vilken tillgång saknades.

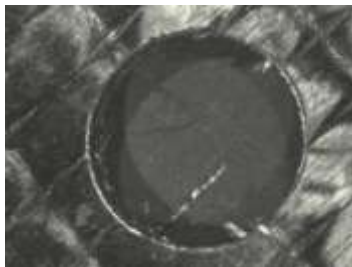


Figur 1 Mikrogeometri, släppningsida **Figur 2** Mikrogeometri på hörn

Cykloidmönstret har en våglängd av ca 100 mikrometer med amplitud av 50 mikrometer och tillverkades med laserablation.

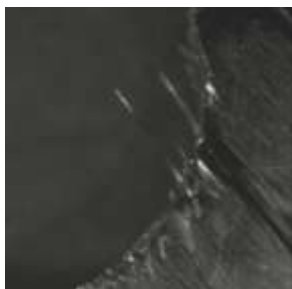
Resultat Håltagning

Slutsatser från experiment baserade på statistiska samband mellan skador på hål, skärdata och borrar geometri visar att det inte är möjligt att skapa en borrar geometri som hanterar både in resp. utgångsskador samtidigt. Vidare är det ej möjligt att skära av fibrer i 4 riktningar dvs. i 0, 90, 180 och 270 grader. Detta beroende på att fiberriktning i materialet är fördelad på detta vis. I dessa riktningar sammanfaller fiberns längdriktning med spånytan normalriktning vilket i flertalet fall resulterar i att fibern enbart skrynklas ihop mot spånytan utan att skäras av, figur 3.



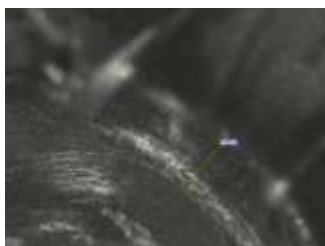
Figur 3 Ej skurna fiber i de 4 fiberritningarna

Borr modifierade med mikrogeometri uppvisar tydliga förbättringar vad gäller fiber-fransning och urflisningar av hålkanten speciellt vid hålingången. Detsamma gäller ytfinheten på hålväggen.



Figur 4 Utgång utan **Figur 5** Utgång med mikrogeometri **Figur 6** Hålvägg med Mikrogeometri

Vid borrning av bottenhål syns tydliga skillnader där eggen har en mikrogeometri eller ej, figur 7. Man ser en mindre utsmetning av den bärande glasfibern som kolfibrerna är spunnen runt.



Figur 7 Bottenhål

Experiment utfördes också vid Deckel Maho i Tyskland med ultraljudsassisterad borrar i kolfiber där ingen direkt inverkan kunde ses. Dessa gjordes dock med borrar utan mikrogeometri. Metoden med ultraljud är dock väl fungerade vid fräsning och bör därför inte förkastas helt innan mera försök har gjorts.

Slutsatser

Mikrogeometri har en stark inverkan på hur fibrerna skärs. Dock måste problemet att skära fibrerna i kvadranterna lösas. Detta kan ske genom att en helt ny borrar utformas så att spånyntans normalvektor aldrig sammanfaller med fibrernas längdsriktning. Vidare finns möjlighet att skapa ett hjälpmedel som tar hand om ingångsskadorna så att all geometri på grundborren kan anpassas mera kompromisslöst för att hantera skadorna på utgångssidan. Samtliga nämnda problem skulle kunna lösas både vetenskapligt och industriellt i ett framtida projekt. Projektet har tagit hypotesen från TRL 1 till TRL 3. Ett fortsättningsprojekt skulle kunna medföra att denna teknologi skulle kunna realiseras till milstolpe 2020 i enlighet med FFI's färdplan. Projektet har följt och överträffat målsättningarna. Hypotesen har verifierats så tillvida att starka samband har kunnat fastläs beträffande skärningen av fibrerna. Koncept för att hantera ingångsskador tagits fram likaså koncept idéer på hur mycket noggranna hål för H6 till H7 passningar skall kunna uppnås.

Nyttiggörande/kommersialisering/behovsanalys

Detta hypotesprojekt har genererat två examensarbeten och två vetenskapliga publikationer. Vidare bedöms möjligheterna till att utveckla kommersiella produkter utifrån detta arbete vara synnerligen goda. Under projektets genomförande har det framgått att företag såsom Scania bussar, Volvo AB, GKN Aerospace och verktygs leverantörer som SECO och Sandvik har intresse av håltagning i kompositmaterial.

Vetenskapliga publikationer

- Beno, T., Pejryd, L., Rashid, M., Ydresjö, P. *Effects of Drill Geometry and Cutting data on Hole Surface Integrity in Drilling of Carbon Fiber Composites*. Submitted to Composite Structures.
- Pejryd, L., Beno, T., and Carminignato, S., *Computer Tomography as a Tool for Examining Surface Integrity in Drilled Holes in CFRP Composites*, in 2nd CIRP Conference on Surface Integrity, 28th-30th May 2014. Submitted

Examensarbeten

- Simon Karfunkel & Torbjörn Engdahl, *Concept development of supporting sleeve to minimize fraying when drilling carbon fiber composite CFRP-T600*, 2013.
- Maham Rashid & Petra Ydresjö, *Investigation of drilling damages in the carbon fibre composite CFRP T600*, 2012. (Bästa examensarbete 2012, Högskolan Väst)

Beskrivning av hur olika resultat efter projektets slut tas vidare i andra former

Projektresultaten avser att tas med i andra projekt såsom IFoH. Vidare arbetas det nu med att skapa en ansökan till FFI för ett större fortsättningsprojekt. Det kan även vara aktuellt med en ansökan inom Lighter. Kontakter har tagits med Sandvik för möjlig medverkan och kommersialisering.

Enkät

Klusterkonferensen (kavalkad och matchmaking)

I vilken grad bidrog övningen till att skapa nyttiga kontakter inom projektområdet (1-mycket liten, 2-liten, 3-stor, 4-mycket stor)? __3__

I vilken grad bidrog övningen till att skapa aktiviteter för att bygga ett nytt projekt (1-mycket liten, 2-liten, 3-stor, 4-mycket stor)? __3__

Övriga synpunkter på övningen?

Övningen var bra för att man fick en överblick av övriga hypoteser. Det som var bäst var att några företag som man innan inte hade en tanke på kom fram och diskuterade, detta kan leda till nya projekt.

Hypotesutlysningen

Har ditt hypotesprojekt lett fram till en ny FFI-ansökan (1-Nej aldrig, 2-Nej men kanske senare, 3-Ja senare, 4-Ja snart)? __4__

Har ditt hypotesprojekt lett fram till annan ansökan, t ex EU (1-Nej aldrig, 2-Nej men kanske senare, 3-Ja senare, 4-Ja snart)? __3__

Övriga synpunkter på hypotesutlysningen?

Bästa Vinnova programmet, solklart! Vad som gör programmet så bra är att ansökningsförfarandet är lagom, en presentation görs för Vinnova plus en mängd företag så man visa vad man gör. Vidare är samtliga införstådda att det är en hög risknivå förknippat med projektet, vilket gör att man verkligen vågar testa nya idéer. Programmet ger därmed stor akademisk frihet att testa hypoteser som sträcker sig förbi företagens horisont. Här behöver man inte sälja in sina idéer så hårt utan företaget ser det också som en möjlighet att testa gränser.

Att då och då införa en "fri" hypotesprövning utan inriktning mot tex FFI skulle medföra att flera idéer kunde få möjlighet att prövas.