

Ny test til måling af slipeffekter ved sprøjtestøbning

Nu kan man endelig sætte mål på slipeffekten af forskellige overfladestrukturer og forskellige typer af overfladebehandlinger på sprøjtestøbeværktøjer, som fx CrN-SS (Super-Slip) fra Tribologicientret

**Af centerchef
Lars Pleth Nielsen
og civilingeniør
Henrik Horup Reitz,
Tribologicientret, TI**

Teknologisk Instituts Tribologicerter har i et konsortium sammen med danske Winther Mould Technology A/S og Novo Nordisk A/S samt tre udenlandske partnere i henholdsvis Schweiz (Département de physique Ecole d'ingénieurs et d'architectes) og Spanien (IK4-Tekniker og sprøjtestøbefirmaet Proinyec) testet, valideret og udviklet nye overfladebelægninger med det formål at sikre forbedrede slipegenskaber i sprøjtestøbeværktøjer.

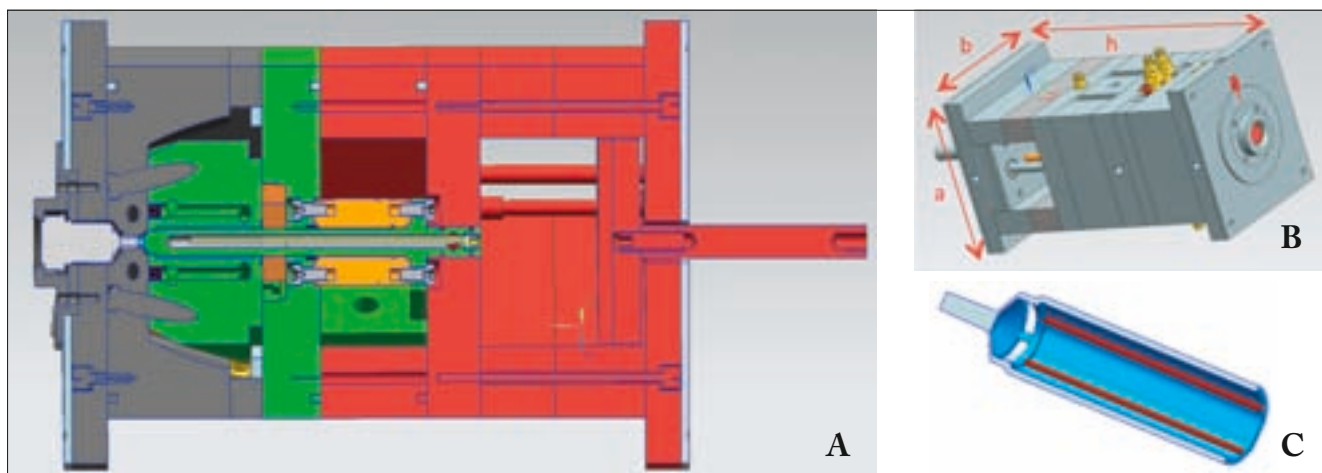
Slimekanismerne i en sprøjtestøbeproces er en rigtig kompliceret størrelse og afhænger ikke kun af plasttypen, geometrien og støbeparametrene, men også af blandt andet overfladens beskaffenhed, fx om den er gnistet, mikroblastet eller poleret, om processen

involverer krymp omkring en kerne eller om overfladerne er blevet overfladebehandlet.

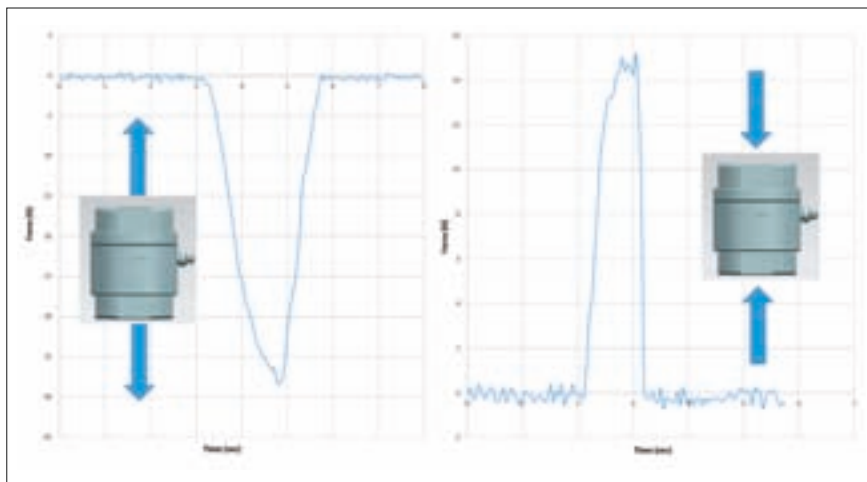
- I forskningsprojektet Super-Slip under Eurostars-programmet er vi kommet rigtig langt med at designe, udvikle og validere en testmetode til at kvantificere slipegenskaber i relevante geometrier, siger centerchef Lars Pleth Nielsen og civilingeniør Henrik Horup Reitz fra Teknologisk Instituts Tribologicerter.

- Alene det at måle afformningskræfterne reproducerbart har været noget af en opgave. Dette er nu lykkedes med så stor succes, at vi har indset, at alle testemner/kerner er nødt til at være deres egen reference. Dvs. målemetoden er nu så nøjagtig og reproducerbarheden så god, at vi begynder at kunne se forskel på de enkelte kerner, selv om de nominelt set er ens fremstillet, siger Lars Pleth Nielsen og Henrik Horup Reitz.

Sprøjtestøbeformen og måleprincippet med indbygget kraftmåler er udviklet af Winther Mould Technology A/S. Teknologisk Instituts Tribologicerter har udviklet de forskellige overfladebelægninger, der bliver testet. Den praktiske udførelse af støbetestene foregår hos Département de physique Ecole d'ingénieurs et d'architectes i Schweiz, mens modeltest og pilottest i sprøjtestøbning på virkelige emner foregår hos henholdsvis IK4-Tekniker og Proinyec i Spanien. De anvendte parametre under sprøjtestøbningen er valgt i samarbejde med Novo Nordisk A/S. Der er tale om en meget omfangsrig testprotokol, der involverer fire forskellige plasttyper (PP, POM, ABS og TPU), flere forskellige typer af overfladefinish (laserteksturerede overflader, mikroblaste overflader, gnistede overflader, m.fl.) og en lang række forskellige overfladebelægninger.



Figur 1/A, B og C. Den udviklede sprøjtestøbeform (A+B) med indbygget kraftmåler (gul), som kan måle afformningskræfterne efter støbning af plastemne (C). Dimensionerne på formen er $a=206$ mm, $b=196$ mm og $h=387$ mm. Det støbte plastemne er optimeret med fire finner på indersiden for at gøre det mere stift, så det ikke buler ud på midten og derved slipper overfladen, når der trykkes fra bunden under selve afformningsprocessen. Længden af det støbte plastemne er 69,0 mm og kontaktarealet mellem kerne og det støbte plastemne er 31,7 cm².



Figur 2. Respons fra kraftmåleren, når der henholdsvis trækkes eller skubbes på den. Da kraftmåleren både er i stand til at måle positive og negative kræfter, vil det ikke alene være muligt at måle afformningskraften, men også kraften under fyldning af formen.

3-årigt Eurostars projekt

Projektpartnere:

- Teknologisk Institut, Tribologitentret (DK)
- Winther Mould Technology A/S (DK)
- Novo Nordisk A/S (DK)
- Département de physique Ecole d'ingénieurs et d'architectes (Ch)
- IK4-Tekniker (Es)
- Proinyec (Es)

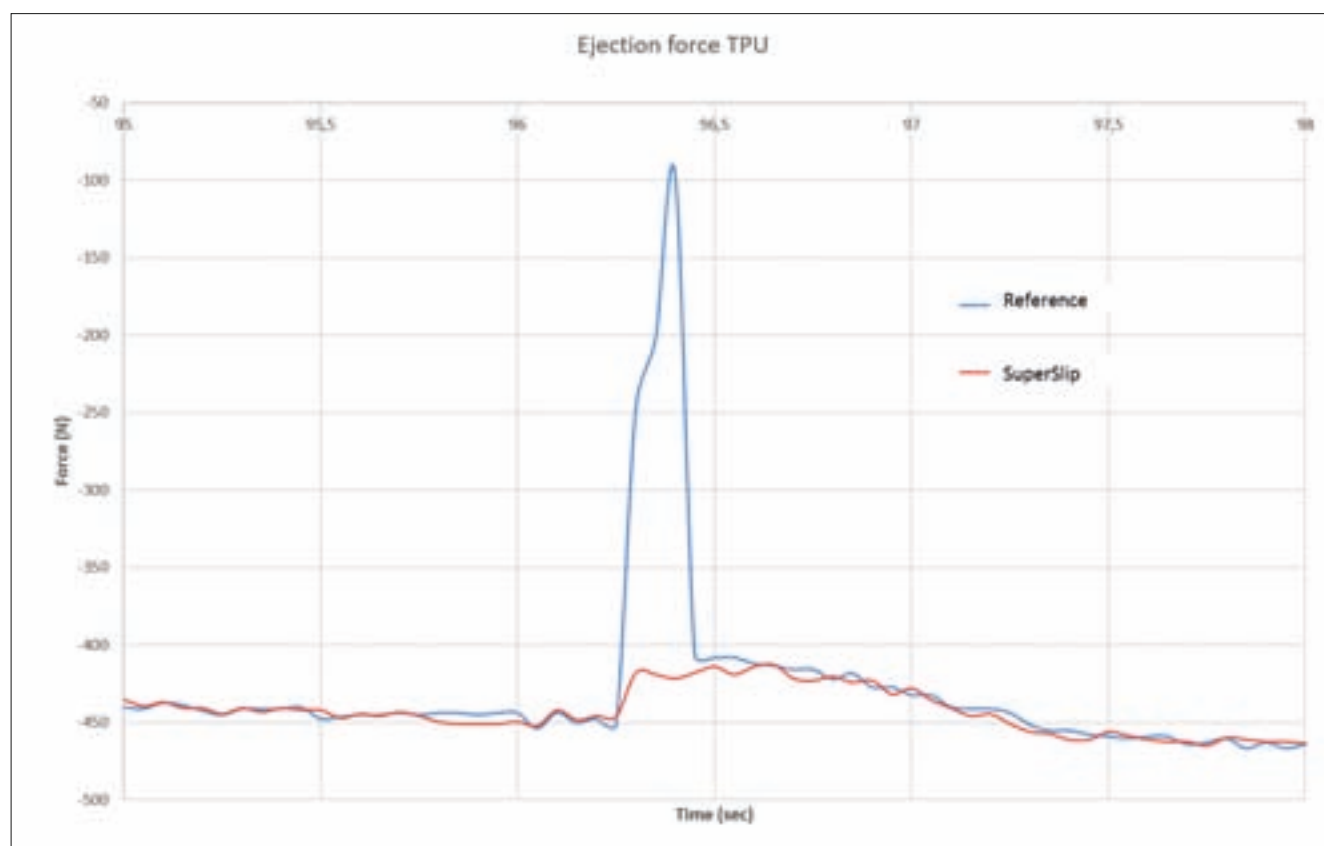
- Det har været et langt forløb. Det har blandt andet været nødvendigt at ændre kernen, således at emnet har fået fire langsgående ribber (figur 1C). Dette er gjort for at stive emnet af, så det ikke løfter sig fra kernens overflade, når emnet bliver presset af kernen, fortæller Lars Pleth Nielsen og Henrik Horup Reitz.

- Uden disse fire langsgående finner var vi faktisk ikke i stand til at se effekten af overfladebehandlingen, idet den påførte afformningskraft blot ville få emner til at deformere væk fra over-

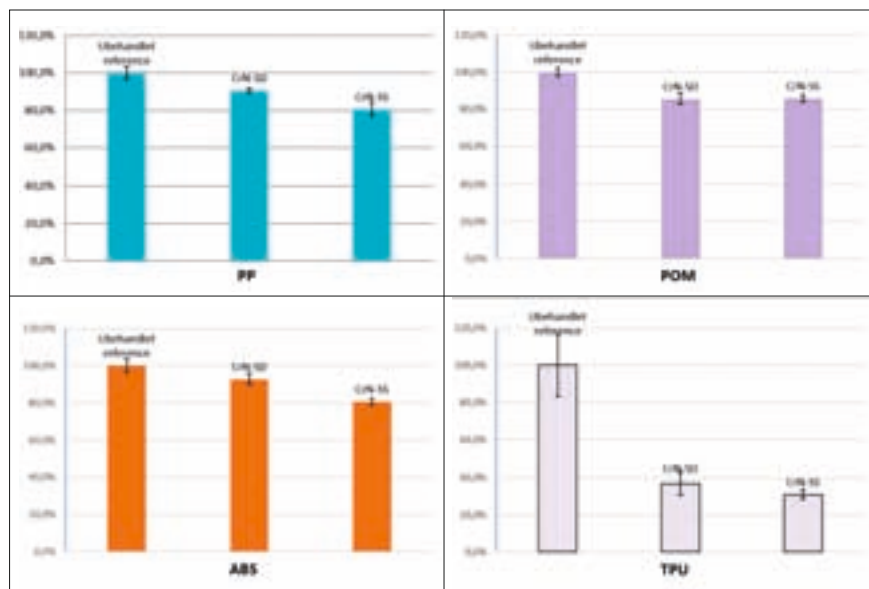
fladen, hvorfor selve vekselvirkningen mellem plast og den underliggende overflade bliver ubetydelig, siger de to.

- Efter alle disse knæbøjninger bliver man selvfølgelig rigtig glad, når det bliver muligt at måle en helt enorm og reproducerbar forskel i afformningskraften mellem fx et TPU-emne og en kerne hhv. med og uden Tribologitentrets CrN-SS-belægning (Super-Slip) som i tilfældet vist i figur 3.

Der ligger stadigvæk meget eksperimentelt arbejde samt et stort analysearbejde forude. ►



Figur 3. Afformningskraften ved afformning af et TPU-emne med og uden CrN-SS (Super-Slip)-belægning. Afformningskraften falder ca. en faktor 7, når kernen belægges med CrN-SS-belægningen. Denne kerne har en slebet overfladestruktur.



Figur 4. Normaliserede afformningskræfter for de fire plasttyper (PP, POM, ABS og TPU) for den samme referencekerne henholdsvis ubehandlet, belagt med CrN-SD og belagt med CrN-SS.

- Ikke desto mindre har vi i konsortiet udviklet en helt ny og innovativ in-situ metode til at evaluere effekten af overfladebehandlinger - måske endda som de første i verden ser vi nu overensstemmelse mellem det, vi ved virker i praksis, og det der rent faktisk nu også kan måles direkte i en sprøjtestøbeform. De første resultater er meget lovende (figur 4) og bekræfter vores erfaring fra dialog med vores mange kunder over hele verden. Vores kunder bekræfter, at det bliver tiltagende nem-

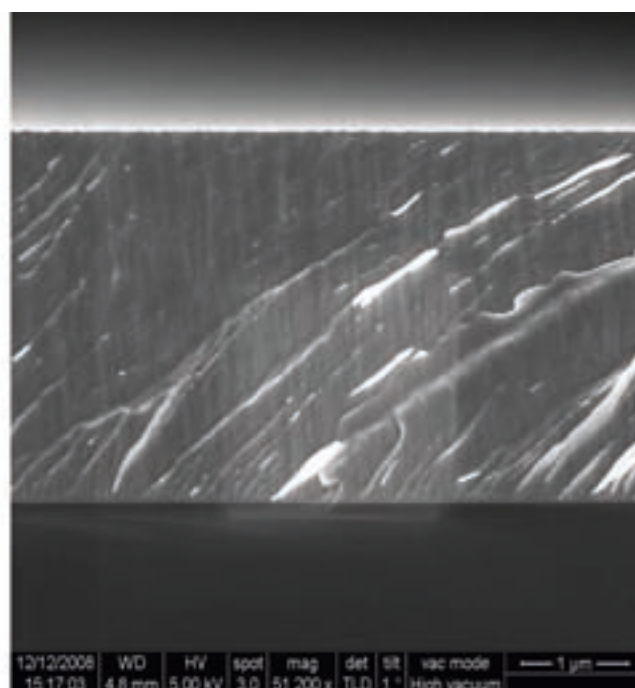
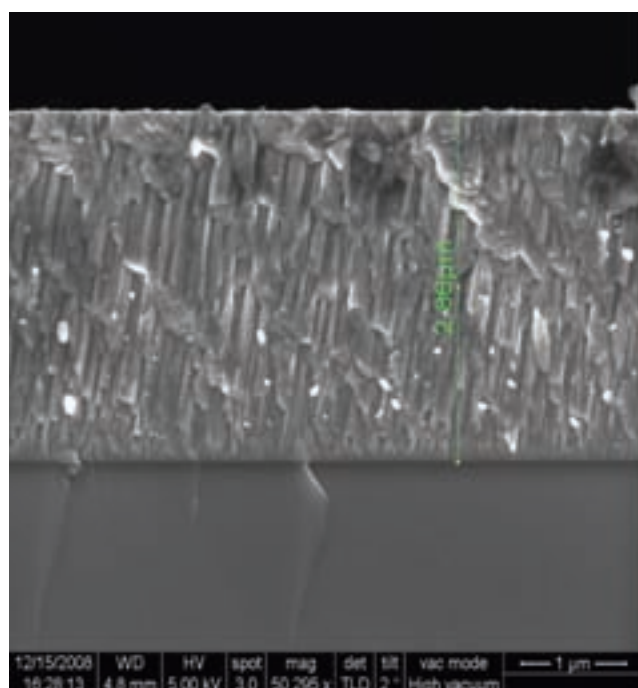
mere at afforme, når man går fra en ubehandlet ståloverflade til CrN Super-Dense (CrN-SD) eller tager skridtet fuldt ud med en CrN Super-Slip belægning (CrN-SS), siger Lars Pleth Nielsen og Henrik Horup Reitz. Empiri er godt, men det er nu altid bedre at få reproducerbare tal på slipeffekten. - Det er noget, vi i de kommende år kommer til at arbejde rigtig tæt med vores samarbejdspartner i Schweiz om. Det er jo en absolut nødvendighed at

have tal på afformningskraften, hvis man skal gøre sig håb om at kunne udvikle nye og forbedrede overfladebelægninger. Blandt andet arbejder vi i øjeblikket intenst på at lancere en ny HiPIMS (High Power Impulse Magnetron Sputtering) kromnitrid, CrN-HiPIMS, der er ca. 20 procent hårdere end en traditionel CrN, samtidig med at den er både tættere, mere defektfri og mere glat, siger Lars Pleth Nielsen og Henrik Horup Reitz fra Tribologice-

ntret. Det er i denne forbindelse værd at bemærke, at en kromnitridbelægning (CrN) ikke bare er en kromnitridbelægning (se figur 5). Alle PVD-belægninger vil variere fra udbyder til udbyder. Derfor vil fx CrN, DLC og TiAlN være meget forskellige. Egenskaberne af belægningerne vil afhænge meget af den benyttede procesteknologi og de anvendte procesparametre.

- Det er her Tribologice-

ntrets mangeårige erfaring kommer til nytte, og vi har i flere år brugt meget energi på at optimere vores forskellige belægningsfamilier, udtaler Lars Pleth Nielsen. - I Tribologice-



selv om den måske ikke er lige så hurtig som fx den såkaldte arc-teknologi. Som et eksempel ses det, at en CrN-belægnings krystalstruktur og søjlevækst kan ændres signifikant ved at variere blandt andet mængden af kvælstof (N₂) under belægningsprocessen. Det er klart, at sådanne ændringer vil have en enorm indvirkning på belægningens mekaniske og kemiske/fysiske egenskaber ikke mindst dens performance med hensyn til afformning i en sprøjtestøbeprocess.

- Har du emner, det kniber med at få ud af formen, er du meget velkommen til at kontakte Tribologientret for en uforpligtende drøftelse af muligheden for at løse problemet med fx vores CrN-SS (Super-Slip)-belægning, siger Lars Pleth Nielsen og Henrik Horup Reitz.

Du er også meget velkommen til at kontakte Tribologientret, hvis du er interesseret i at modtage deres nye katalog, hvor der står meget mere om forskellige muligheder for overfladebehandling af blandt andet sprøjtestøbeforme.

Ring eller mail til specialist på området, Henrik Horup Reitz, tlf. 72 20 15 48 eller mail hre@dti.dk.



HASCO®

Enabling with System.



**HASCO
DLC Coating**

For at spare omkostninger anvender leverandører af traditionel DLC-coated standarddele en efterfølgende belægning af dele taget fra lager.

Som resultat af dette, bliver produktets dimension på overmål, og den ønskede funktion bliver løbende forringet.

Dette fører ofte til:

- Produktionsstop
- Omkostningstung efterbearbejdning
- Ekstraomkostninger

For at forhindre disse ulemper, garanterer HASCO at DLC-coateds standarddele tilbyder en præcis dimension og en optimal funktion selv efter belægningsprocessen.

Denne unikke overfladebehandling består af tre separate belægnings, foretaget i forlængelse af hinanden. Dette sikrer modstanddygtighed over for de højeste belastninger.

Du kan roligt have tillid til de DLC-coated standarddele fra specialisten.

HASCO Nordic
Københavnsvej 81, 4000 Roskilde
T +45 448 22-200, F +45 448 22-201
order.dk@hasco.com, www.hasco.com

