

Nieuw beschermingssysteem tegen slijtage van plastificeerschroeven

Engel introduceert 'Onyx hardmetalen coating

Voor modificatie van kunststofeigenschappen worden in het granulaat steeds meer minerale additieven en glasvezel gebruikt. Deze stellen hoge eisen aan de slijtvastheid van plastificeercomponenten. Spuitgietmachinefabrikant Engel heeft onder de naam 'Engel Onyx' een nieuw beschermingssysteem tegen slijtage voor plastificeerschroeven ontwikkeld.

Van de redactie

Standaard kunststoffen worden doorgaans met schroeven verwerkt, die door oppervlakbehandeling (voornamelijk nitreren of boreren) tegen slijtage worden beschermd. Wanneer de eisen stijgen door een hoger gehalte aan vulstoffen, worden hoger gelegerde staalsoorten gebruikt, die door harden onder vacuüm hun hogere levensduur bereiken. Indien echter kunststoffen met een zeer hoog vulstofaandeel worden verwerkt, is een economisch acceptabele standtijd alleen door het aanbrengen van een hardmetalen laag realiseerbaar. Als oplossing voor dit probleem bracht Engel in het jaar 2000 het 'Marathon'-schroefstelsel op de markt. Dat bood een uitstekende hardmetalen bescherming maar was tegelijkertijd verbonden met een verhoogde gevoeligheid voor mechanische invloeden. Na een tweejarig ontwikkelingsproject en talrijke tests bij een aantal geselecteerde kunststofverwerkende bedrijven biedt het Engel-Werkstoffzentrum nu een nieuwe, als patent aangemelde hardmetalen coating aan onder de productnaam 'Engel Onyx'. Het nieuwe

systeem biedt de gewenste verbetering op het gebied van laagtaaiheid en hechtsterkte, die tot 300% verbeterd kunnen worden. Gelijktijdig kon de slijtvastheid in technologische, vergelijkende tests met op zich al slijtvaste PM-staallegeringen nog verder worden verbeterd.

Verschillende materiaaleigenschappen

Voor de verwerking van technische kunststoffen met een hoog vulstofaandeel is een economisch zinvolle standtijd uitsluitend haalbaar met behulp van plastificeerschroeven, die voorzien zijn van een hardmetalen laag (zie afbeelding 2). De hardmetalen laag levert de benodigde weerstand tegen afslijten; het zich daaronder bevindende staal draagt de mechanische belastingen en zorgt op grond van de hoge taaiheid voor een hoge veiligheid bij stootbelasting. Wat in theorie duidelijk en eenvoudig klinkt, kan in de praktijk alleen met hoogwaardige technische middelen en inspanningen worden gerealiseerd. De uitdagingen zijn te vinden in de verschillende materiaaleigenschappen van de staalkern en de hardmeta-



len buitenlaag. In tegenstelling tot staal hebben hardmetalen slechts een geringe taaiheid. Reden waarom deze de elastische vervorming van het staal slechts zeer beperkt kunnen volgen en er daarom altijd latent de neiging tot scheurvorming aanwezig is. Een verdere specifieke materiaaleigenschap van het hardmetaal is de geringe neiging tot het aangaan van een hechte verbinding met het partnerstaal. Hierin schuilt het gevaar voor het losraken van de coating. De veroorzaker hiervan is meestal een

haarscheur, die òf door lokale overstrekking òf door een mechanische beschadiging ontstaat. Het ontwikkelingsproject van Engel Werkstofftechnik had als doel de mechanische eigenschappen van de hardmetaal-staalverbinding zo ver te verbeteren, dat het hoge potentieel van hardmetalen ook in de praktijk duurzaam gebruikt kan worden voor de bescherming tegen slijtage.

Geoptimaliseerde hardmetalen laag

De beste slijtage-eigenschap-

— zijn ideale aangrijppunten voor slijtage. Juist op zulke plaatsen beginnen de slijtagemechanismen hun werk. Om die reden dient voor een lange levensduur het productieproces dusdanig te worden geoptimaliseerd, dat de defecten volledig worden vermeden dan wel op zijn minst worden geminimaliseerd. Dit is bij de ontwikkeling van het nieuwe Engel Onyx slijtagebeschermingssysteem voor plastificeerschroeven met succes gelukt.

Spanningsarme schroefbasis

Voor de productie van de schroeven wordt uitsluitend gebruik gemaakt van recht en spanningsvrij staafmateriaal. De staaf verkrijgt zijn ruwe schroefcontouren door middel van frezen of draaien. Het verwijderen van een groot aandeel van het volume bewerkstelligt het vrijmaken van interne spanningen in het materiaal. Alleen door middel van meermaals gloeien en richten kan een spanningsarme, vrijwel rechte schroefbasis worden aangemaakt.

Deze schroefbasis wordt in de coating-installatie gespannen en de brander wordt aangezet. Voor het verwijderen van eventueel aanwezig restvocht wordt de brander meermaals — zonder toevoer van poeder — in de lengterichting over het oppervlak van de schroefbasis geleid en opgewarmd. Pas dan wordt de toevoer van poeder geactiveerd. In de brander wordt het hardmetaalpoeder verwarmd tot een temperatuur van circa 1.200°C en tot geluidssnelheid of supersone snelheid (300 m/s tot 2.000 m/s) versneld. Met deze hoge snelheid treffen de deels vloeibare deeltjes de opgeruwde schroefbasis en hechten ze zich hieraan. De hete poederstraal kan echter slecht gefocust worden en vormt een raakvlak met een



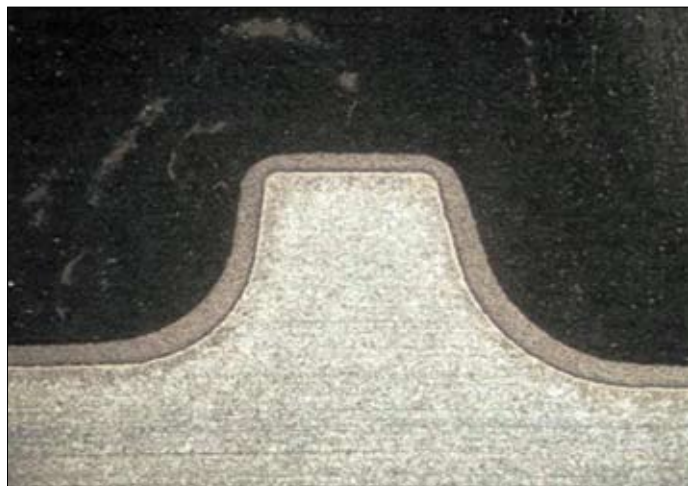
Afbeelding 1: Kenmerkend voor het hoog slijtvaste Engel Onyx schroefstelsel is de gelijkmatig over de totale schroefcontouren aangebrachte hardmetaal coating met extreem hoge hechting.

diameter van ongeveer 10 tot 20 mm. Omdat de schroefbasis een complexe, driedimensionale geometrie heeft en de coating onder een botschoek van 90° dient plaats te vinden, moet de brander onder een bepaalde hoek worden opgesteld. Een toereikende snelheid van de deeltjes staat ervoor garant, dat een poriënarme laag ook dan ontstaat, wanneer in het randbereik van de straal geen optimale botschoek aanwezig is. De botsende, gloeiende poederdeeltjes worden snel van 1.200°C naar ongeveer 150°C afgekoeld. De hiermee verbonden afname van het volume leidt tot trekspanningen in de laag.

Daar tegenin werkt de hoge kinetische energie van de opvolgende deeltjes, die bij de botsing een plastische vervorming van de laag veroorzaakt en drukspanningen opbouwt. In 30 tot 60 slagen wordt over de gehele schroefcontour — buitendiameter, flank, radius en binnendiameter — een zo homogeen mogelijke laagdikte aangebracht.

Betere hechting

Het aansluitend gloeien van de laag vindt plaats in een inert- of vacuümoven. Om kromtrekken of draaibewegingen te vermijden, worden de schroeven hangend geplaatst. De totale gecoate



Afbeelding 2: Bij de nieuwe Engel Onyx schroef is ten opzichte van de bekende schroefpantsering het totale toevoerkanal met een enkele tienden van millimeters dikke hardmetaal laag beschermd.

X'



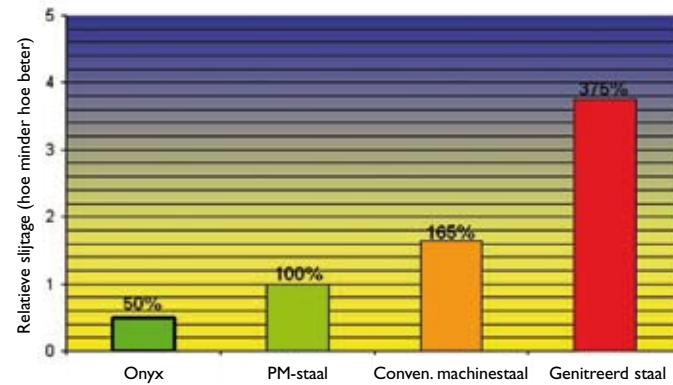
Toevoegingen als minerale additieven en glasvezel stellen steeds zwaardere eisen aan plastificeerschroeven.

pen van het hardmetaal kunnen worden bereikt, indien de hardheid en samenstelling van de matrix dusdanig met het carbide-type en -percentage is geoptimaliseerd, dat een defectarme laag bij de hoogst mogelijke hardheid en zo hoog mogelijk carbidegehalte verkregen wordt. Afbeelding 3 toont het potentieel van de geoptimaliseerde hardmetaal laag ten opzichte van gangbare materiaaloplossingen. Defecten in de coating, zoals poriën, scheuren en niet-metalen deeltjes — ook wel oxiden of slakken genoemd

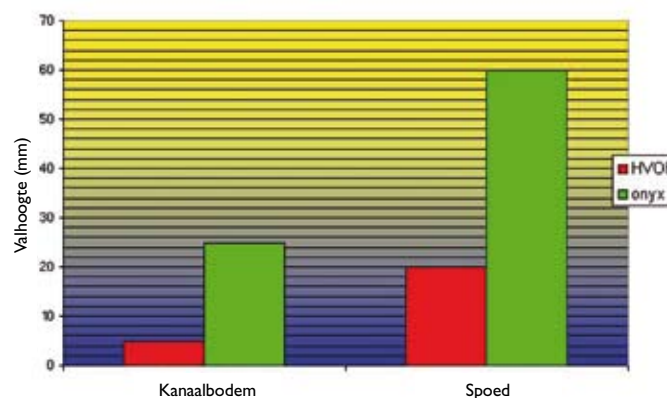
schroefbasis wordt, om grote temperatuurverschillen tegen te gaan, gelijkmatig langzaam opgewarmd waardoor de hiermee gepaard gaande thermische spanningen geminimaliseerd worden. Het opwarmen van het basismateriaal veroorzaakt een structuurovergang van ruimtelijk gecentreerd ferriet in kubusvormig vlakgecentreerd austeniet. In de laag zelf vinden dergelijke transformaties niet plaats. Tijdens de houdtijd vindt er een diffusieverdeling plaats van de legeringselementen naar de in extreem thermodynamische onbalans liggende spuitlaag. Ook de grenslaag naar het basismateriaal wijzigt, waardoor het hechtend vermogen stijgt. Na de houdtijd vindt afkoeling van het staal in meerdere trappen plaats. De afkoelsnelheid beïnvloedt hierbij in wezenlijke mate de transformatie en de eigenschappen van het basismateriaal voor de schroef. Een te langzame afkoeling leidt tot zeer week, ferrietisch materiaal. De mechanische eigenschappen zijn dan niet toereikend om de inspuitedrukken en draaimomenten tijdens de plasticering van de kunststoffen in de spuitgietmachine te kunnen verdragen. Een te snelle afkoeling leidt tot grote lengteveranderingen van het basismateriaal en te sterke thermische spanningen tussen het basismateriaal en de opgespoten laag. Dit leidt tot de vorming van scheuren in de laag en tot vervorming van de schroef.

Indrukwekkende resultaten

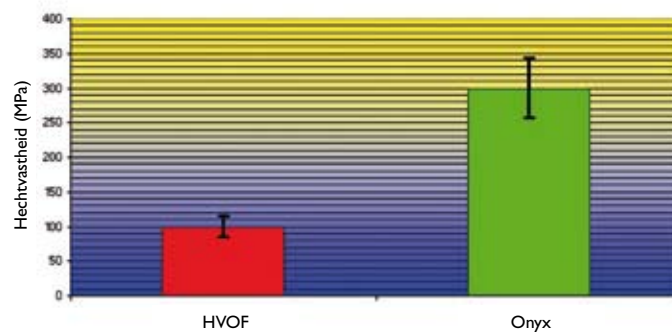
Een stapsgewijs afkoelproces met variërende afkoelsnelheid — afhankelijk van de aflopende procedure — vermijdt deze foutbronnen, optimaliseert de eigenschappen van laag en basismateriaal en maakt het mogelijk een scheurvrije en nagenoeg rechte schroef te kunnen maken. Door het doel-



Afbeelding 3: De slijtagebestendigheid van het nieuwe Engel Onyx systeem kon ten opzichte van concurrerende materiaallegingen, zoals bijvoorbeeld poedermetallurgische staalsoorten, minimaal worden verdubbeld.



Afbeelding 4: De resultaten van de hamer-valtest geven aan, dat de valhoogte (valenergie) tot aan het optreden van de eerste oppervlaktescheuren met het nieuwe 'onyx'-systeem, in vergelijking met standaard HVOF-gelaagde schroeven, meervoudig kon worden verbeterd.



Afbeelding 5: De hechtsterkte van de oppervlaktelaag kon met behulp van het Engel Onyx systeem tot circa 300 procent ten opzichte van de HVOF (High Velocity Oxygen Fuel) standaard oppervlaktelagen worden verhoogd.

matige afkoelen is het richten van de schroeven slechts in zeer beperkte mate nodig, omdat de vereiste rechtheid grotendeels behouden is gebleven. Met aansluitend (en afhankelijk van het gebruikte basismateriaal) één- of meermalen gloeien op 400°C tot 650°C worden de gewenste

staaleigenschappen verkregen. Na het gloeien krijgen de schroeven door mechanische bewerking — rondslijpen van de buitendiameter, contourslijpen en polijsten van de schroefgeometrie — hun vereiste oppervlakteruwheid voor gebruik in de plasticereenheid.

Het nieuwe systeem voor het aanbrengen van de oppervlaktelaag wordt vooral gekenmerkt door zijn hogere robuustheid. Een indrukwekkend bewijs voor het succes van deze ontwikkeling is het resultaat van de zogeheten hamer-valtest, waarin de mechanische invloeden van buitenaf, zoals bijvoorbeeld de handling in de werkplaats of tijdens transport, worden gesimuleerd. Ten opzichte van andere coatingsystemen kon de maximale valenergie tot aan het optreden van de eerste scheuren met 300 procent worden verbeterd, zoals in de grafiek van afbeelding 4 ook is te zien.

Verder kon de hechtsterkte, en daarmee de robuustheid, met het gloeiproces duidelijk worden verhoogd. Terwijl standaard HVOF-lagen een hechtsterkte van slechts 90 – 110 MPa kunnen opbrengen, bereikt het Engel Onyx systeem hechtsterkten van 250 tot 350 MPa (zie afbeelding 5). Het praktische nut van deze verbeterde meetwaarden ligt in het feit dat de bescherming tegen het ontstaan van scheuren duidelijk verhoogd is en het gevaar van het afbreken van de bovenlaag duidelijk is afgenomen.

Een stabiel procesvenster

De lokaal op maat gemaakte eigenschappen — een taai basismateriaal en een hoog slijtvaste toplaag — en de daardoor bereikte hoge standtijden maken het Onyx beschermingssysteem economisch interessant. Door de geringe slijtage blijft de schroefgeometrie langer in stand en is er ook bij gebruik van hooggevoerde kunststoffen sprake van een stabiel procesvenster gedurende een langer tijdsbestek. De Onyx-schroeven zijn verkrijgbaar in het diameterbereik van 25 tot 70 mm. ■