

Voordelen van antikleefcoatings in hoogwaardige productspecifieke machinewisselstukken

26 februari 2021, 01:00

Patrick Cosemans

Antikleefcoatings kunnen als enabler fungeren om de total cost of ownership van uw productie-infrastructuur en producten te verlagen. In dit tweede artikel in een reeks over antikleefeigenschappen van coatings gaan we dieper in op de voordelen van antikleefcoatings in hoogwaardige productspecifieke machinewisselstukken, zoals matrijzen en mallen.

Wanneer twee materialen in contact komen met elkaar ontstaat er een mechanisch/chemisch contact tussen beide materialen. Bij een matrijs of mal in contact met een metaal of kunststof ontstaat regelmatig aankleven of aanladen.

Oorzaak van het kleven

Deze ongewenste effecten worden veroorzaakt door (fysische, chemische, mechanische) bindingen tussen matrijsoppervlak en product. De oorzaak van dit fenomeen is niet altijd eenduidig. Het matrijsoppervlak heeft bepaalde karakteristieken zoals ruwheid, porositeiten, chemische samenstelling en kristalstructuur die een invloed kunnen hebben op het kleefgedrag. Daarnaast is er de invloed van materiaalkarakteristieken van het verwerkte product, zoals samenstelling, additieven of structuur. Bijkomend zijn er ook nog de productieparameters zoals druk en temperatuur, zowel van de matrijs als de smelt bij kunststoffen, die een impact kunnen hebben op het kleefgedrag.

Productieparameters kunnen relatief eenvoudig getuned worden om de optimale condities te verkrijgen, mocht daar de oorzaak van het probleem liggen. De materiaalkarakteristieken van het te verwerken product zijn moeilijker aan te passen, aangezien deze in vele gevallen precies samengesteld zijn om een eindproduct met bepaalde eigenschappen te verkrijgen. Blijft over het oppervlak van de matrijs, dat kan aangepast worden om aankleven te voorkomen. Wanneer een matrijs beschadigd is (krassen of porositeiten), ontstaat er op deze plaatsen een mechanische binding tussen het verwerkte product en de matrijs. Belangrijk is dus om de matrijs goed te onderhouden en dergelijke defecten te voorkomen.

Een chemische binding ontstaat wanneer matrijs en verwerkt materiaal chemisch compatibel zijn en er een uitwisseling van elektronen tussen de materialen plaatsvindt. Een fysische binding kan ontstaan wanneer het matrijsoppervlak een lage oppervlakte-energie heeft. Hierdoor zal het verwerkte product makkelijker blijven kleven dan wanneer het matrijsoppervlak een hoge oppervlakte-energie heeft. Hiervoor zijn in de loop der jaren een heel aantal coatings en oppervlaktebehandelingen voor ontwikkeld. Moeilijkheid is dat er geen 'one-coating-fits-all'-oplossing bestaat maar dat verschillende coatings specifiek ontwikkeld zijn voor verschillende

toepassingen of materialen.

In de volgende paragrafen wordt een overzicht gegeven van verschillende types van coatings met een korte bespreking van specifieke eigenschappen en toepassingsmogelijkheden.

Fluorpolymeercoatings

De coatings met de beste antikleefeigenschappen zijn fluorpolymeercoatings, waaronder de gekende PTFE (polytetrafluoretheen)-coating, vaak ook Teflon®-coating genoemd. Teflon® is de merknaam voor PTFE die DuPont gebruikt. PTFE-coatings zijn niet alleen gekend als antikleeflaag op bakpannen voor huishoudelijke toepassingen, maar komen ook in aanmerking voor veel industriële toepassingen waar aankleven een probleem vormt, zoals matrijzen voor thermovormen en harsverwerking, spiegels voor spiegelessen, en bakvormen voor voedselverwerking.



Links: voorbeeld van een matrijs gecoat met een PTFE-coating; rechts: het bekende voorbeeld van een pan met een PTFE antiaanbaklaag

Naast PTFE worden ook andere fluorpolymeren gebruikt, zoals FEP en PFA, afhankelijk van de toepassing. Zo heeft FEP een nog iets betere antikleefwerking dan PTFE, maar de wrijvingscoëfficiënt is dan weer iets minder gunstig. Fluorpolymeercoatings worden als poeder, droog of in een dispersie, op het oppervlak gespoten en worden typisch bij 400 °C gesinterd om de coating te vormen. Een specifieke voorbehandeling van het substraat, aluminium of staal, is vereist.

Het grootste nadeel van fluorpolymeercoatings is hun eerder beperkte mechanische slijtageweerstand, waardoor hun gebruik beperkt is tot processen bij lage druk.

Metallische coatings

Tot voor kort werden elektrolytisch afgezette hardchroomlagen gebruikt op matrijzen voor veeleisende processen, zoals extrusie en hogedruk spuitgieten. Hardchroom is een goede slijtagebestendige laag en dankzij de chroomoxidelaag op het oppervlak, heeft het materiaal ook redelijke antikleefeigenschappen. Het gebruik van hardchroom staat echter onder druk, omdat in het standaard depositieproces chroomzuur wordt gebruikt, wat een stof is die onder de REACH-bepalingen gebannen wordt.

Chemisch nikkel, ook stroomloos nikkel genoemd, wordt beschouwd als één van de mogelijke alternatieven van hardchroom voor antikleeftoepassingen. Op zichzelf heeft chemisch nikkel, eigenlijk een Ni-P legering, geen uitzonderlijke antikleefeigenschappen maar er bestaan varianten

met een betere antikleefwerking. Voor deze varianten wordt tijdens de depositie van de nikkellaag ook PTFE-deeltjes met micrometerafmetingen mee ingebouwd. Aldus ontstaat een zogenaamde Ni-PTFE dispersiecoating. De nikkelmatrix zorgt voor een harde en tamelijk slijtvaste coating, terwijl de PTFE-deeltjes de wrijvingscoëfficiënt van het oppervlak verlagen en de antikleefwerking vergroten. Onderstaande figuur toont een toepassing waarbij pur-gebaseerde producten worden vervaardigd in een matrijs. Door de matrijs te behandelen met een Ni-PTFE coating kon het aantal productiestops



CASE 2: Vormenbouw

Project gerealiseerd i.s.m. Simis

3 µm NiP + 5 µm NiPTef

Antikleeflaag voor
PU matrijzen

PU



Voordeel: minder en slechts 1 x lossingsmiddel toevoegen, hetgeen leidt tot minder kwaliteitsproblemen en productie stops.



*Om aankleven van pur te verminderen bij de productie van volle wielen werd de matrijs behandeld met een Ni-PTFE multilaagcoating. Hierdoor werd de nood aan het toevoegen van lossingsmiddel significant beperkt, waardoor minder productiestops nodig waren en kwaliteitsproblemen gereduceerd werden
(Bron figuur: Kanigen)*

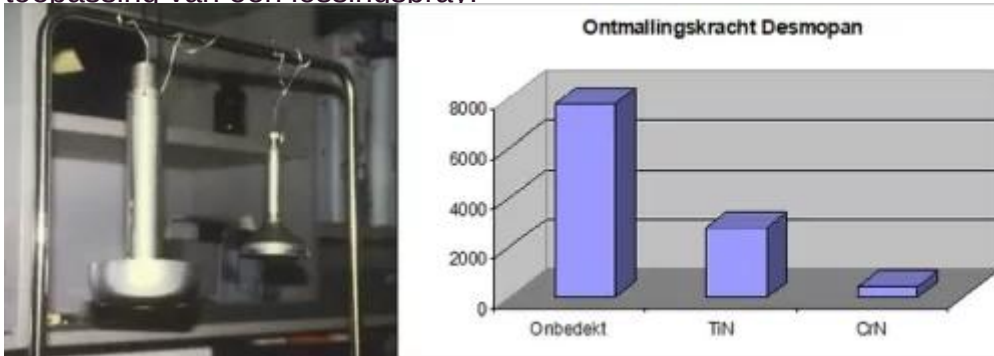
Naast PTFE, kunnen ook boronnitride (BN)-deeltjes in de nikkellaag geïncorporeerd worden. BN is ook een materiaal met uitstekende smerende en antikleefeigenschappen en is bovendien stabiel tot zeer hoge temperaturen. Nikkel en nikkeldispersiecoatings kunnen op zowel staal als aluminium aangebracht worden.

Keramische PVD-coatings

Voor de behandeling van matrijsoppervlakken in veeleisende injectie- en extrusieprocessen, waarbij zowel hoge drukken als hoge temperaturen kunnen voorkomen, worden keramische coatings afgezet via een physical vapour deposition (PVD)-proces. De PVD-chroomnitride (CrN)-coating is voor kunststofverwerking de meest gebruikte coating, ook door de aanwezigheid van Cr-oxide op het oppervlak. Tijdens het depositieproces kan de Cr-oxidelaag aan het oppervlak zelfs versterkt worden, wat in het algemeen nog betere prestaties geeft.

Onderstaande figuur toont een matrijs voor de verwerking van thermoplastisch polyurethaan. Dit proces had ernstig te lijden onder kleefproblemen waardoor slechts drie producten vervaardigd

konden worden, waarna het proces noodzakelijk werd onderbroken om de matrijs terug zuiver te maken of het product los te trekken. Testen met een lossingspray hadden een positief effect op het kleeftprobleem, maar veroorzaakten vloeilijnen op het eindproduct. Verschillende testen met PVD-coatings en ontmallingskrachtanalyses resulteerden in de toepassing van een CrN-coating op de industriële matrijs. De resultaten spreken voor zich: van 3 naar 3.000 stuks, en dit zonder toepassing van een lossingspray.



Links: matrijzen voor de verwerking van thermoplastisch polyurethaan; rechts: de ontmallingskrachten na aanbrengen van een coating op de matrijs (met gelijkblijvende ruwheid)

Zoals eerder gesteld, is er geen coating die voor alle materialen even goede resultaten geeft. Afhankelijk van procestemperatuur en type kunststof kunnen ook andere PVD-coatings, zoals TiAlN of CrAlN toegepast worden.

Koolstofgebaseerde PVD-coatings, zoals diamond-like carbon (DLC) en metaal-gedopeerd DLC (Me-DLC), worden ook gebruikt op matrijzen voor kunststofverwerking, maar voornamelijk op bewegende onderdelen van matrijzen (om zonder smering te kunnen werken), en niet zozeer als antikleefcoating op de matrijsoppervlakken zelf. PVD-coatings zijn dunne, keramische coatings en vereisen geharde staalsoorten als ondergrond om een goede en langdurige functionaliteit te garanderen.



Links, kunststof spuitgietstuk dat onderhevig was aan defecten ten gevolge van kleven. Na coaten van de matrijs met een PVD-coating werd uitval gereduceerd tot nul en een cyclustijd verkorting van 18% behaald; rechts; matrijsonderdelen gecoat met een DLC-coating voor verlaagde frictie en kleeftgedrag.

Hybride sol-gel coatings

Nog tamelijk recent is er een nieuw type antikleefcoating beschikbaar voor industriële toepassingen: de keramische antikleefcoatings ('ceramic non-stick'). Een voorbeeld van een dergelijke coating is de Thermolon-coating die als eerste werd toegepast op bakpannen als keramische antikleefcoating. Deze coatings zijn harder en slijtvaster dan PTFE, en kunnen ook aan hogere temperaturen weerstaan. PTFE-coatings zijn bruikbaar tot maximum 250 °C, terwijl keramische antikleefcoatings hun werking behouden tot 350 °C à 400 °C.

Keramische antikleefcoatings zijn in feite hybride materialen en bevatten een anorganisch deel (meestal silica) dat instaat voor hardheid en temperatuurbestendigheid, en een organisch deel (meestal methylgroepen) dat de antikleefeigenschap geeft. De coatings worden bekomen door een sol-gel-proces, worden vanuit de natte fase op het oppervlak aangebracht, en worden gedroogd en uitgehard bij een temperatuur van typisch 200 °C. Ze kunnen zowel op staal als op aluminium aangebracht worden en worden beschouwd als alternatief voor fluorpolymeercoatings voor toepassingen die een hogere slijtage- en temperatuurbestendigheid vereisen.

Lees ook het algemene artikel: [Lagere total cost of ownership van productie-infrastructuur en producten dankzij antikleefcoatings](#)

Bron

- <https://www.fluorotec.com>

Auteurs



Patrick Cosemans