Flerskiktsbeläggningar för låg vidhäftning - Släpp Lätt

- **Dnr** 2012-02511
- **Projektstart** 2012 (oktober)
- **Projektavslut** 2013 (september)
- **Projektbudget** 806 600 kr (100 %)
- **Bidrag från FFI** 497 600 kr (61,7 %)
- **Kontakt** Nicolaie Markocsan, Högskolan Väst
- **Deltagare** Purtech AB, Innovatum Progress AB, SP Kemi, Material och Ytor och Högskolan Väst
- **Doktorander** -
- **Tidigare projekt** -

Utmaning

Den huvudsakliga funktionen hos en släppbeläggning är att förhindra vidhäftning. Exempel på applikationer är tryckkänsliga tejper, båtbottenfärger, repellerande ytor på flygplansvingar, beläggningar på biomedicinska implantat och ”non-stick ytor” på hushållsprodukter. Detta projekt har fokuserat på en särskilt krävande applikation, formgjutning av polyuretan för användning i fordon. Ett stort problem vid produktionen av formgjutet polyuretanskum är att den färdiga produkten fastnar i varierande grad i formen så att formen måste smörjas med ett löningsmedel varje gång innan fyllning. Det industriella syftet var att minska lösningsmedels- och energianvändning samt att öka produktivitet. Projektets mål var att utvärdera en innovativ teknik där flerskiktsystem används för att skapa abhesions-beläggningar med höga mekaniska prestanda och eliminera behovet av lösningsmedelsbaserade vaxer vid framtagning av polyuretanskumsprodukter. En utmaning här är att förhindra att PTFE eller andra fluorpolymer-baserade beläggningar nöts bort för lätt.

Projektbeskrivning

Det huvudsakliga syftet med detta projekt var att utveckla en helt ny typ av abhesionsbeläggningar med hjälp av termisk sprutning. Hypotesen var att kombinationen av en hård beläggning med en polymerbaserad ´täckfärg´ kan ge skräddarsydda funktioner för slitstyrka, friktion, vidhäftning, vätbarhet och termiska egenskaper. Projektet har bedrivits i tre steg:

1) Praktisk och teoretisk problemanalys

2) Utveckling och utprovning av alternativa lösningar,

3) Analys av resultat, planering för hur resultaten ska användas, samt planering för exploatering och breddning av användningsområden (andra tillämpningar).

Bild 1. Mikrostruktur av en non-stick beläggning i tvärsnitt

Olika kombinationer av beläggningar utvärderas och testas inom projektet. Både beläggningsmaterial (t.ex. keramer, FEP, PFA) och beläggningsmetoder (termisk sprutning, tunnfilmmetoder) utvärderas.

En första typ av beläggningar som testades i projektet var så kallade "stekpanna" typ beläggningar som består av en tjockare och mjukare metalliskt substrat (aluminium) på vilken en hårdare metallbeläggning avsattes (stål) och på toppen av detta ett mycket tunn non-stick beläggning tillsätts (Keram till ex. SiO_2, Al_2O_3). I figur 1 en typisk konfiguration presenteras.

En annan typ av beläggningar som utvärderades i projektet var ytmodifierade beläggningar. Ytmodifiering genofördes på aluminiumbaserade gjutformmaterial och termisksprutade aluminiumoxidbelagda prover. Ytmodifieringen har utförts genom deponering av olika plasmapolymeriserade skikt på ytan av dessa material i syfte att hydrofobera, dvs. sänka materialens ytenergi och förbättra deras antiklibbegenskaper. Både silikon- och teflonliknande skikt har deponerats på de olika ytorna. Vid framställning av det silikonliknande skiktet har hexametyldisiloxan (HMDSO) använts som utgångsmaterial och till det Teflonliknande skiktet har perfluorhexan (PFH, C_6F_{14}) använts.

En tredje typ av beläggningar som utvärderades i projektet bestod av termisksprutade aluminiumoxid på aluminiumsubstrat. På toppen av aluminiumoxid skiktet applicerades olika varianter av teflon täckbeläggning (d.v.s. perfluoroalkoxy-PFA, fluorerad etylenpropylen-FEP).

Alla proverna har karakteriserats med avseende på kemisk sammansättning (XPS, X-ray Photoelectron Spectroscopy), ytstruktur och grundämnessammansättning (SEM-EDX), ytstruktur och ytråhet (Profilometri) och vätningsegenskaper (kontaktvinkelmätningar med vatten).

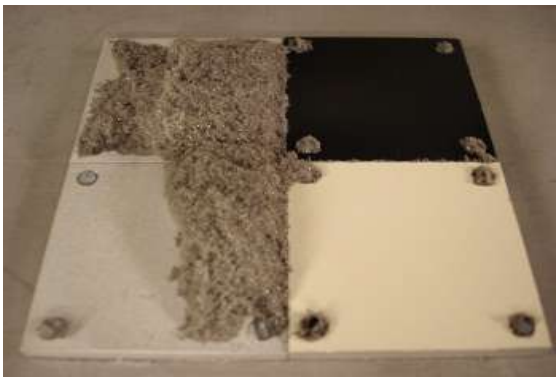

Bild 2. Prover efter in-situ testning: proverna till vänster var inte belagda (polyuretanskummet har fastnat på stora ytor); proverna till höger var belagda med non-stick ytor

Proverna har även testats i realistisk produktionsmiljö hos Purtech. Bilden till höger visar fyra prover som testades. Två av dem (proverna till höger) har varit belagda, medan proverna till vänster inte har varit belagda och där har polyuretanskummet fastnat på stora ytor. Nästan alla proverna som utvärderades har visat bra abhesion egenskaper, bättre än de vaxer som används idag i produktion. I långtidstest under produktionsförhållanden har den tredje gruppen av proverna (med teflon som täckfärg) visat sig ha den bästa non-stick ytan. Den aluminiumoxidbeläggning som utgör basen för beläggningen hade förmodligen ett stort bidrag till slitstyrkan hos beläggningen eftersom den inte har slitits ut under tiotals arbetscykler.

Resultat och slutsatser

Kunskapen som har genererats är mycket värdefull. Projektets främsta vetenskapliga resultat är ny kunskap kring abhesionsbeläggningar, ett område där mycket lite forskning inom termisk sprutning bedrivits. Projektet har resulterat i en bättre förståelse av sambanden mellan beläggningens kemiska sammansättning, ytenergi och topografi på ena sidan och beläggningar funktionella prestanda (dvs. abhesion och slitstyrka) på andra sidan. Den underifrån hård beläggningen som har en grövre ytfinhet (d.v.s. Al_2O_3) har ett betydande bidrag till en bättre slitstyrka av kontaktytan eftersom den skyddar täckbeläggningen (dvs PFA) mot slitage så det kan bevara sina goda nonstick egenskaper för en mycket längre tid. Projektet har börjat på en TRL 1 nivå och har tagits till TRL5. Testerna i en realistisk produktionsmiljö har dragit projektet mycket nära till TRL6 där en prototyp ska utvecklas och testas i en realistisk miljö. En potentiellt nästa steg av projektet skall vara en bredare utredning av nya beläggningar (både från -material och -process perspektiv) som kan ha ännu bättre non-stick prestanda och har också bättre mekaniska/funktionella egenskaper.

Samverkan mellan forskare har skapats både nationellt (primärt mellan Högskolan Väst och SP Kemi, Material och Ytor) och internationellt (Fraunhofer Inst., Michigan Univ. och Manchester Univ.). Forskningssamarbete pågår med samtliga dessa parter.

Resultat har spridits genom vetenskapliga publiceringar (ITSC konferens maj 2013 Bussan Syd Korea och World Tribology Congress 2013, Torino, september, 2013) och ytterligare 2st är planerade (ett konferens bidrag och en tidskriftartikel). Högskolan har även redovisat resultat vid konferenser eller seminarier (AG 43 möte, Mötesplats PTC seminarium).

Hypotesprövningsprojektet har lett till två planerade forskningsprojekt (varav ett i samverkan med Swerea-Kimab).

Ur ett industriellt perspektiv skapar vidhäftning ofta problem som får såväl ekonomiska som miljömässiga konsekvenser. Ersättning av nuvarande teknik med denna typ av beläggningar har således både industriellt och vetenskapligt intresse och bedöms kunna generera såväl kommersiella som vetenskapliga resultat och nya uppslag till forskningsområden. Ett exempel är projekt där abhesionsytor tillämpas vid produktion av plastkomponenter som formgjuts. En lovande teknik som utvärderats i projektet är här HVAF (High Velocity Air Fuel) sprutningsmetoden som visa sig kan producera beläggningar med mycket hög prestanda till en låg kostnad.

En annan spin-off möjlighet med potentiellt ännu större applikationsmöjligheter inom fordonsindustrin är flerfunktionella beläggningar där nötnings- eller/och korrosion resistens kombineras med abhesion. Sådana beläggningar som kan ge till komponenterna bättre funktionella egenskaper, längre livslängd och lägre vikt har stor potential i moderna bilar tillverkning. De nya beläggningarna bör kunna vara på marknaden inom en relativt kort tid (d.v.s. inom 3 till 5 år).

En fortsättning av detta projekt inom FFI-ramen önskas från både akademiska och industriella partner av projektet. Under Katrineholm klusterkonferens har en diskussion inletts med Swerea-KIMAB som bedriver ett liknande projekt (dvs. Nanobaserade verktygsytor för plåtpressning av borstålskomponenter) med syftet att utifrån resultaten i de båda hypotesprovningprojekten gå vidare i ett FFI projekt som omfattar idéerna från båda projekten.

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)? __2_

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)? __4__

Övriga synpunkter på övningen?

Fritext

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?

Fritext