

Thermisch spuiten versus Hardchrom

Inhoud:

- Inleiding
- Thermisch spuiten versus hardchrom
- Voordelen hardchrom
- Beperkingen hardchrom
- Voordelen Thermisch spuiten
- Beperkingen thermisch spuiten
- Kostenvergelijk
- Voorbeelden vanuit de industrie
- Conclusie

Inleiding:

Het hardchromen of verchromen is een vertrouwde industriële oplossing tegen slijtage, erosie corrosie en herstellen naar nominale tekening maat. Het kan tegen marktconforme prijsstelling per dm² toegepast worden maar heeft beperkingen voor wat betreft laagdikte, afmetingen van het werkstuk en in sommige gevallen qua toepasbaarheid.

De laatste jaren zijn de bedrijfskosten sterk gestegen hoofdzakelijk als gevolg van milieuwetgeving en eisen ten aanzien van afvoer van afvalproducten. Dit alles heeft zich vertaald in een stijgende kostprijs. Een belangrijke reden voor de industrie is om te zoeken naar alternatieven met minimaal gelijkwaardige eigenschappen als die van hardchrom tegen marktconforme prijzen. Thermisch spuiten biedt een alternatief met toegevoegde waarde en kan de hardchrom industrie aanvullend bedienen voor onderdeel bescherming en herstellen, voor zowel nieuwbouw applicaties als reparatie gerichte toepassingen.

Thermisch spuiten versus hardchrom

Als we de twee processen vergelijken kan een overweging op economische factoren gemaakt worden, waarbij het Thermisch Spuiten concurrerend is in vergelijking met hardchromen:

- Investerings: De investeringen voor hardchromen bij gelijke productiemogelijkheden zijn vele malen hoger,
- Ruimte: Een afdeling voor Thermisch Spuiten vraagt minder vloeroppervlak,
- Energiekosten: Bij hardchromen circa 15Watt per inch² is vereist. Als de afmetingen van het werkstuk vergroten stijgen de energiekosten. Bij het Thermisch spuiten beïnvloedt de werkstuk grootte de aanbrengtijd, en afhankelijk van het gebruikte proces zijn de energiekosten vergelijkbaar,
- Afval: Als gevolg van verscherpende milieueisen is de afvoer van afvalproducten een factor welke steeds meer invloed heeft op de kostprijs. Investerings om dit volgens de wetgeving uit te voeren worden steeds hoger. De afvoer van afvalproducten bij Thermisch spuiten, in de vorm van stof, is eenvoudiger uit te voeren tegen geringere kosten,

- Deklaagkeuze: Hardchromen beperkt zich tot één type deklaag, bij Thermisch spuiten heeft men een brede keuze uit deklaag typen en processen,
- Processtappen: Het hardchromen vereist in vergelijking met het Thermisch Spuiten, een veelvoud aan processtappen. Dit vertaald zich in langere doorlooptijden.

	<i>Processtap</i>	<i>Hardchromen</i>	<i>Thermisch Spuiten</i>
1	Ontvetten	X	X
2	Alkaline	X	
3	Stralen		X
4	Reinigen	X	
5	Etsen	X	
6	Reinigen	X	
7	Coaten	X	X
8	Reinigen	X	
9	Droegen	X	
10	Nabewerking	X	X

Tabel I. Vergelijk hardchromen vs Thermisch spuiten.

Voordelen van hardchromen:

- Hoge hardheid (Hv₃₀₀ 700-1000),
- Een technisch commercieel bekende techniek voor wat betreft eigenschappen als beperkingen,
- Bedekingsgraad **Not a line of sight process**, inwendig aan te brengen als wel op onderdelen met een complexe geometrie aan te brengen,
- Uitstekende topografie,
- Economisch toepasbaar, met name bij dunne lagen (<25-100 µm)

Beperkingen van hardchromen:

- Hechting: Twee hoofdredenen veroorzaken een verminderde hechting, vooral op ferro materialen zoals taaie ferro legeringen en gietijzer. De eerste is onjuiste of slechte voorbehandeling van het oppervlak, de tweede reden is overmatige microscheurvorming (*figuur 1*) als gevolg van restspanningen welke zich door de gehele chroomlaag kunnen uitbreiden met als gevolg laagscheiding of onthechting, of ondercorrosie met als gevolg onthechting.
- Langzame opbrengcapaciteit: Hardchromen vraagt circa 1 hr procestijd om een laagdikte van circa 25 µm aan te brengen.
- Onregelmatige opbouw en satellietvorming: Satellietopbouw in de vorm van bobbelletjes bij dikke lagen vindt in verhoogde mate plaats op hoeken en scherpe randen, daar waar de stroomdichtheid hoog is. Deze satellietvorming en

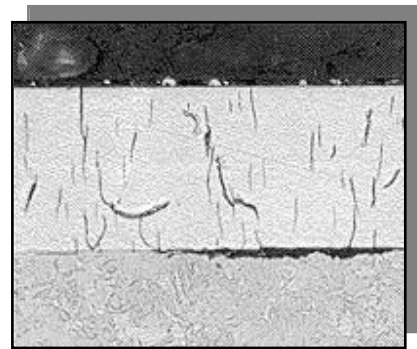


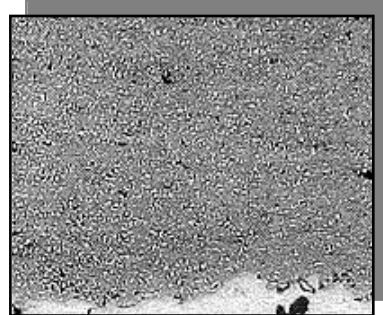
Fig.1 Microstructuur met scheurvorming

onregelmatige opbouw veroorzaakt hoge restspanningen en daardoor hechtingsproblemen. Het verhoogt eveneens de nabewerkingtijd.

- Maskeren: Daar de onderdelen volledig ondergedompeld dienen te worden om verchromd te worden vraagt het maskeren van die delen welke niet verchromd dienen te worden intensieve en soms tijdrovende maskeertijden.
- Bad verontreiniging: Verontreinigen, zoals ijzer, beïnvloeden de geleidbaarheid van de badoplossingen en de gerelateerde proces parameters. Dit bemoeilijkt soms de kwalitatieve reproduceerbaarheid.
- Geen opvullende vermogen.

Voordelen Thermisch Spuiten:

- Lager investeringsniveau: Investerings in apparatuur zijn lager en plaatsen van apparatuur tot aan operationeel in bedrijfstelling gaat sneller. De installatiekosten zijn relatief laag,
- Afval: Afval in de vorm van stof worden niet gezien als toxisch en kunnen eenvoudig worden opgevangen en afgevoerd,
- Applicatiekosten: Daar waar het gaat om het coaten van grote onderdelen met dikke laagdikte is het Thermisch spuiten concurrerend met hardverchromen,
- Geometrie; Geen beperkingen op afmetingen in de vorm van lengte, diameter en gewicht,
- Hoge opbrengst: In vergelijking met hardverchromen een zere lage opbrengsttijd, dus verkorten van de doorlooptijd,
- Flexibel: Mogelijkheden tot het coaten on-site.
- Processtappen: Geringer proces stappen
- Laagdikte: Economisch mogelijk dikkere laagdikte aan te brengen
- Dichte deklagen: Dicht deklagen kunnen worden aangebracht. *(zie figuur 2)*
- Uniformiteit: Gelijkmatige laagdikte opbrengst, afhankelijk van de geometrie en mate van automatisering
- Materiaalkeuze: brede keuze van aan te brengen deklagen
- Toepassingsgebied: breed industrieel toepassingsgebied. A) door de grote keuze van aan te brengen materialen b) door het feit dat er nagenoeg geen beperking is tussen keuze substraat en aan te brengen deklaag.



*Fig.2 WcCo deklaag middels HVOF.
Porieen vrij, geen microscheuren,
zuivere interface*

Bijkomende voordelen:

- Waterstofbrosheid: geen waterstofbrosheid basismateriaal treedt op
- Warmtebehandeling: Geen warmtebehandeling nodig
- Vermoeiing: hardverchromen verlaagt de vermoeiingssterkte, Bij thermisch spuiten kan de vermoeiingssterkte soms positief beïnvloedt worden.
- Nabewerking: Nabewerken middels conventioneel slijpen (diamant) Voordeel? Vechromen bandschuren Goedkoper

- Doorlooptijd; Verkorte doorlooptijd als gevolg van minder processtappen, verhoogde opbrengst

Tabel2 Prestatiebeoordelings vergelijking tussen hardverchromen vs Thermisch Spuiten

Type Deklaag	Slijtage	Corrosie	Kosten/eenheid
Hardchrom	Redelijk	Goed	Laag
AWS 420SS	Redelijk	Slecht	Laag
Plasma P1	Zeer goed	Zeer goed	Laag
Plasma P2	Uitstekend	Uitstekend	Gemiddeld
HVOF NiCrBoSi	Goed	Zeer goed	Hoog
HVOF WcCo	Uitstekend	Redelijk	Hoog
HVOF CrC-NiCr	Uitstekend	Uitstekend	Hoog
HVOF WcCoCr	Uitstekend	Zeer goed	Hoog

Beperkingen Thermisch spuiten

Geometrie: Inwendig als wel complex geometrie van het werkstuk

Geluid: Geluidniveua varieert van 80dBA-135dBA. Voorzieningen vereist inzake Stof:

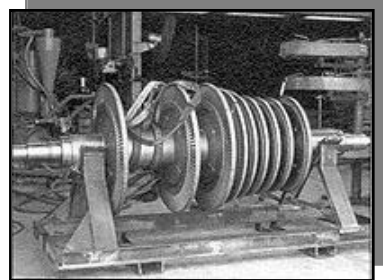
Alle processen veroorzaken stof, af te voeren middels een afzuiginstallatie en filterinstallatie

Parameters: Een hoge mate van deskundigheid is vereist om optimale deklaag kwaliteit te verkrijgen.

Enige voorbeelden vanuit de industrie:

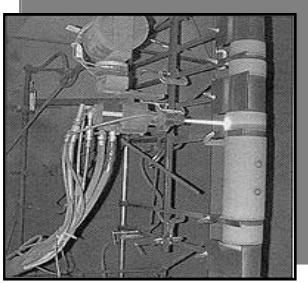


De lagerafdichtingen van dit turbine wiel (fig.3 en fig.4) werden voorheen voorzien van een hardchromlaag. In tegenstelling tot eerder genoemde beperkingen bij Thermisch spuiten ten



aanzien van de geometrie is het hier juist vanwege de geometrie dat het herstellen van deze lagerpassing middels thermisch spuiten zijn voordeel laat zien. Mede ook vanwege de gevraagde korte doorlooptijd (max. 1 dag) en gezien de laagdikte (0,8mm netto) is hier gekozen voor een thermisch gespoten deklaag van het type HVOF CrC-NiCr welke niet alleen uitstekende weerstand biedt tegen corrosie maar ook uitstekende weerstand biedt tegen slijtage.

Figuur 5



Hoofdas van een Boeiing 767 voorzien van een Wc10%Co 4% Chrom deklaag middels HVOF techniek. Boeiing is vooruitstrevend daar waar het gaat om hardverchromen te vervangen door Thermisch gespoten deklagen.

Concluderend:

Thermisch gespoten deklagen zullen in zijn totaliteit hardverchromde deklagen niet gaan vervangen. Echter biedt daar een welkome aanvulling, zeker daar waar het gaat om geometrie, afmetingen, laagdikte, doorlooptijden, deklaagkeuze en milieutechnische aspecten.

Thermisch spuiten heeft in tegenstelling tot hardverchromen een breed industrieel toepassingsgebied en de industrie is onderzoekende om daar waar het gaat om hardverchromen deze applicatie te vervangen door thermisch gespoten deklagen. Beide processen kennen hun beperkingen en hebben elk hun eigen specifieke toepassingsgebied. Het biedt ingenieurs de mogelijkheid om voor hun probleem een betere en doelgerichte keuze te kunnen maken.