



I dette nummer

Varmforzinket stål og maling - afskalning eller succes.....	1
Tendenser inden for svejseteknologi.....	2
Højenergi-svejsning.....	3
Udstillede på hi[11].....	4

Leder

Kære læser,

Velkommen til det nye nummer af Material News.

Hvor frustrerende er det ikke at have investeret mange penge i f.eks. et nyt gelænder i en boligblok i varmforzinket stål, og så skaller malingen af i flager efter kort tid? Læs her, hvordan du kan undgå, det sker ved at anvende korrekt forbehandling og malesystem.

Vi har også to spændende artikler om svejseprocesser på programmet. Du kan læse om, hvilke tendenser vi ser indenfor svejseteknologi i Danmark, og hvilke muligheder vi tror anvendelse af højproduktive svejseprocesser i dansk industri kan få for produktiviteten og kvaliteten af arbejdet.

Vi deltog på hi[11] messen i Herning, og det var en stor succes med vores roterende vindmølleårn, som trak mange besøgende til vores stand.

God fornøjelse med læsningen.

Ernst C. Kristensen
Divisionschef

Varmforzinket stål og maling - afskalning eller succes

Maling skaller af varmforzinket stål – hvorfor? Gør arbejdet rigtigt og få et fint resultat.

Maling på varmforzinket stål

At male varmforzinket (galvaniseret) stål er en rigtig god ide. Man kombinerer zinkens fremragende rust-hæmmende egenskaber og giver stålet en flot, farvet finish. Kombinationen af zinkbelægning og maling giver det bedste af begge produkter og sikrer emnerne en lang holdbarhed. Kombinationen benævnes ofte: Duplex-systemer.

Alligevel går det undertiden rigtigt galt: Efter 6 – 12 måneders ophold i vejrligt begynder malebelægningen at skalle af i store flager. Og hvis man tager en spatel eller kniv, kan man skrælle hele laget af maling af ned til zinklaget. En succes er blevet til et økonomisk og æstetisk mareridt.

Hvad er der sket – og hvordan undgås det?

For at belyse fænomenet må man først se på selve zinkbelægningen. Derefter skal forbehandlingen af zinklaget før maling og den efterfølgende malebehandling vurderes.

Varmforzinkning

Ved varmforzinkningsprocessen dyppes stålet ned i store kar med smeltet zink (ved ca. 450 °C). Afhængig af processen og stålets kemiske sammensætning – herunder dets indhold af silicium – påføres stålet et zinklag på 50 – 300 µm ved neddyppningen. Varmforzinket stål, som senere skal males, påføres normalt et zink-

lag på 60 – 100 µm afhængig af stålets siliciumindhold. Højere lagtykkelser gør ikke beskyttelsen mod korrosion bedre, hvis stålet males efterfølgende – tværtimod er meget tykke zinklag mere sprøde og kan give problemer med belægningsafskalning ved sandsvirpning.

Afskalning

Man kan groft taget opdele årsagerne til malebelægningens afskalning i tre:

- Utilstrækkelig eller forkert forbehandling af den varmforzinkede overflade før maling
- Forkert maling
- Forkert malingsspecifikation til den aktuelle opgave

Forbehandling

Først fjernes rester af fedt, olie, korrosionsprodukter og salte ved vask eller emulsionsrensning. Dernæst fjernes eventuelle rester af zinkaske, løbere og andre urenheder ved slibning med sandpapir eller nylon-svampe. Hvis stålet bagefter skal bruges i korrosive omgivelser (C4 eller C5) slibes hele overfladen og ikke kun overflader med aflejringer. Zinklaget kan også sandsvirpes let afhængig af malingskrav til overfladeruhed.

Samme fremgangsmåder benyttes på varmforzinkede emner, som har været opbevaret udendørs og i fugtige omgivelser, for at fjerne løse lag af bl.a. zinkkarbonat.

fortsættes på side 2

fortsat fra forrige side

Efter slibning og sandsvirpning fjernes støvet, og så skal der straks males for at hindre dannelsen af nye zinksalte.

Maling

De fleste malinger hæfter fint på en forbehandlet varmforzinkning med en enkelt – og meget væsentlig undtagelse: Alkydmalinger må ikke anvendes på zink. Alkydmalinger er ellers blandt de mest solgte malinger pga. deres generelle gode egenskaber og pris, og man kan derfor være fristet til også at benytte dem på zinkoverflader, men det kan ikke anbefales, fordi de forsæber og nedbrydes af zinksalte.

Malingsspecifikation

Det er umiddelbart fristende at tro, at når man nu har et solidt lag af zink i bunden, kan man reducere film-tykkelsen på de efterfølgende malingslag. Det er en forkert vurdering.

Malebelægningen skal beskytte zinkoverfladen mod korrosionsangreb på nøjagtig samme måde, som belægningen beskytter en ståloverflade uden zink. Hvis overfladen ikke beskyttes, kan fugt og ilt trænge gennem den tynde film. Herved dannes zinksalte som før nævnt, og da disse salte har en dårlig mekanisk styrke, mister malingen sin hæfteevne til overfladen og skaller af.

Malingspecifikation til varmforzinket stål

Specifikationen for Duplex-systemer afhænger af de omgivelser, hvori den varmforzinkede og malede konstruktion skal benyttes. I mindre aggressive miljøer (C1, C2 og C3) kan to- eller tre-lags akrylsystemer bruges. I mere aggressive miljøer, C4 og C5, anbefales epoxy-polyurethansystemer.

Det første lag maling, som påføres zinken, bør med fordel fortyndes let. Herved bliver malingen mere letflydende og vil nemmere fylde alle mikrorevner og ujævnheder i zinklaget. Derved sikres god vedhæftning. Af samme årsag frarådes at benytte opløsningsmiddelfrie grundmalinger på zink. De er ofte tyktflydende og thixotrope og vil have en tendens til blot at lægge sig på overfladen uden at flyde tilstrækkeligt ud.

Hvis man ønsker at male på zinkbelagte overflader, bør man – foruden at følge ovenstående anvisninger om forbehandling – informere varmforzinkereren, så det leverede er produceret til overmaling.

Erfaringer med Duplex-systemer

Den altafgørende fordel ved maling af varmforzinket stål er den langvarende beskyttelse mod korrosion. Belægningerne skal ikke reoveres de første

mange år – 20 år og mere er nævnt i litteraturen. Dyr reparationsbehandling undgås, og derved bliver Duplex-systemet også økonomisk fordelagtigt, når man fordeler investeringen til systemet over de mange vedligeholdelsesfrie år.

Mange bygherrer og entreprenører er vidende om dette forhold, og Duplex-systemer ses derfor oftere i nyere byggerier og entrepriser.

Hvis man derfor sørger for en god forbehandling af den varmforzinkede overflade før maling og påfører de korrekte malinger til formålet, vil man opnå en lang holdbarhed af stålkonstruktioner med Duplex-systemer.



Et år gammelt Duplex-system malet med alkydmaling er ødelagt. Omkostning til reovering anslået > 50.000 kr.

Yderligere information

Peter Kronborg Nielsen
43 26 76 40 • pkn@force.dk

Tendenser inden for svejseteknologi

Der har været langt mellem kvantespringene inden for svejseteknologien de sidste årtier. Og når mulighederne for radikale fremskridt endelig byder sig til, er der typisk en lang inerti, før man i svejseverdenen tager mulighederne til sig.

Lasersvejsning muliggør et kvantespring i svejseproduktivitet, og er nu fast dagligdag på bilfabrikker og en række skibsværfter. På bilfabrikkerne anvendes lasere først og fremmest i forbindelse med laser-MIG hybrid svejsning af overlapsømme og kantsømme, med svejsehastigheder på op til 9 meter i minuttet. På værfter anvendes laser-MIG hybrid ikke mindst ved bygning af krydstogtskibe, hvor man ønsker dels en høj produktivitet, dels en minimering af svejse deformationer. Der arbejdes i disse år seriøst på at indføre lasersvejsning i forbindelse med udlægning af pipelines, hvilket rummer et stort potentiale for den hastighed man kan rykke frem gennem landskabet.

Udvikling af mere kompakte og mindre tunge laser-MIG hybrid hoveder betyder, at man i stedet for store håndteringsro-

botter kan anvende mere "almindelige" svejseroboter.

Fra at være store, dyre og sårbare anlæg er lasere støt og roligt blevet billigere, og ved fremkomsten af kraftige fiberlasere kan man nu erhverve robuste, kompakte anlæg helt uden bevægelige dele, som kan levere en næsten vilkårlig høj effekt efter kundens ønsker. Ønsker man en 50 eller 100 kW laser, er det blot et spørgsmål om at bestille den, omend det kan synes tvivlsomt, hvor meget man p.t. vil kunne udnytte effekter over ca. 30 kW.

Brug af fiberlaser undersøges

I et nystartet projekt støttet af Højteknologifonden og med deltagelse af blandt andre Vestas, LORC, Bladt Industries og FORCE Technology vil man i et delprojekt undersøge mulighederne

for at udnytte en kraftig fiberlaser til sammenføjning af kraftigere godstykker, som findes i havvindmøllefundamenter og vindmølleårne. Potentialet synes stort, men der vil også være krav til fugeforberedelse og tilpasning som ligner det, man nu har vænnet sig til ved pipeline svejsning.

Det kan nævnes, at man også i dette projekts regi vil se på mulighederne for at automatisere pulversvejsningen af store runde emner som fundamenter og årne så meget, at én operatør kan betjene flere arbejdsstationer. Dels opnås en produktivitetsevinst, dels opnås en større sikkerhed for ensartet, tilfredsstillende kvalitet.

Selv om meget svejseproduktion er outsourcet, kan det både i Danmark og en

fortsættes på side 3

fortsat fra forrige side

række andre lande paradoksalt nok være vanskeligt at skaffe kvalificerede svejsere og svejseoperatører. Muligvis hænger dette sammen med svejseproduktions ringe image og appel overfor unge mennesker. Manglen på kvalificeret arbejdskraft er yderligere et incitament til at automatisere, så man bliver mindre afhængig af operatørens kvalifikationer og erfaring.

Højproduktive processer ulmer

Inden for MIG/MAG svejsning har udviklingen inden for elektronik og hurtigere processorer betydet, at man nu kan styre og manipulere dråbeafsmeltningen i lysbuen langt bedre. Dette udnyttes eksempelvis ved svejsning i kortbueområdet af tynde materialer, hvor man ønsker så lille en varmetilførsel som muligt, eller ved svejsning af rodstreng

i kraftigere godstykker, gerne lodret faldende. Dette sidste ville være forbundet med alt for stor risiko for svejsefejl med traditionelle MIG/MAG strømkilder. Andre højproduktive processer "ulmer", men er ikke rigtigt kommet ud over laboriestedet endnu. Et eksempel er plasma-svejsning med meget stor indtrængning. Plasma-MIG hybrid svejsning er en konkurrerende proces til laser-MIG, som stiller færre krav til tilpasningstolerancer, samtidig med at processen ikke kræver så stor en investering. Der kan dog også være ulemper forbundet med processen, såsom en relativt høj risiko for varmerivner i forbindelse med høje svejsehastigheder. Det lader således til, at den hurtigere laser-MIG hybrid proces har mest "vind i sejlene" pt.

Så er det op til svejsevirkomhederne



FORCE Technology deltager i projekt, der skal undersøge mulighederne for at udnytte en kraftig fiberlaser til sammenføjning af kraftigere godstykker, som findes i havvindmøllefundamenter og vindmøllertårne.

at gribe mulighederne for at forbedre både produktivitet og kvalitet ved anvendelse af moderne strømkilder, øget automatisering og/eller nye, højproduktive svejseprocesser som laser- og laserhybrid svejsning.

Yderligere information

Steen Ussing
43 26 73 64 • su@force.dk

Højenergi-svejsning

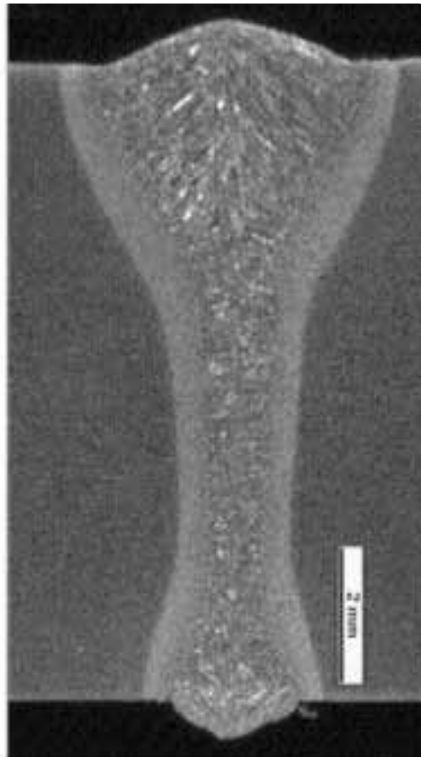
Højenergi-svejsning er på ingen måde et entydigt begreb. Det åbner for associationer til en række meget forskellige processer som f.eks. pulver-, plasma- og strålesvejsning.

Høj energi eller høj intensitet?

Høje energiniveauer er fælles for disse processer, og for hver af deres respektive anvendelser er de typisk associeret med høje produktionsrater. Men dermed ophører de fleste ligheder, for der er store forskelle i energitilførslen til svejseemnerne i disse processer: Pulversvejsningen er i stand til at nedsmelte store mængder materiale og medfører høje varmeinput i størrelsesordenen adskillige kJ/mm, hvor i mod en lasersvejsning i tilsvarende godstykkelse vil kunne udføres med lidt mere end en tiendedel af heatinputtet. Forskellen ligger primært i, at laseren tilfører sin energi i et meget koncentreret område med lille udstrækning, hvor intensiteten derved bliver tilstrækkeligt høj til at danne et keyhole. I praksis medfører dette, at svejsninger med høj intensitet kan udføres hurtigere og med langt mindre deformationer til følge, end svejsninger udført med traditionelle højenergi-processer.

Moderne højenergi-processer er ikke bare oplagte til svejsning i store godstykker, men i alle emner hvor dimensionstolerancerne efter svejsning er af betydning. I mange komponenter kan dyb indtrængning opnås uden at der er behov for efterbearbejdning. Desuden medfører de oplagte automatiseringsfordele ved strålesvejsningen i regelen

generelle kvalitetsforbedringer i de svejste komponenter.



Høj-intens svejsning med fiber-laser/hybrid (Kilde: FIBLAS-projektet, EU)

State-of-the-art højenergi-svejsning

Højintense svejsemetoder er ikke noget nyt: Elektronstrålesvejsning har været kendt siden de sene 1950'ere og laser-

svejsning siden 1980'erne, men processerne betragtes af mange som eksotiske, omstændelige og ikke mindst kostbare. Et ry som processerne hidtil har fortjent for deres nærmest hysteriske krav til emnetolerancer, overfladerenhed, investering og særlig træning. På det seneste er fundamentet under disse fordomme dog begyndt at smuldre, eftersom nye lasertyper med hidtil uhørte intensitetsniveauer er begyndt at dukke op på markedet til en lavere pris, med markant lavere energiforbrug og væsentligt større overbærenhed overfor emnetolerancer. De nye lasertyper udviser endog indtrængningsdybder, som hidtil kun har været opnåelige i højvakuum elektronstrålesvejsning, men uden behov for omstændelige vakuumkamre.

On-site lasersvejsning: Lad bjerget komme til Muhammed

Tidligere har det kun været muligt at høste gevinsterne ved de høj-intense svejsemetoder i særligt indrettede svejseværksteder, hvor de omfattende og følsomme opstillinger af elektronstrålesvejsere, vakuumkamre eller traditionelle lasere har været opstillet. Det har været nødvendigt at bringe emnerne til værkstedet. Men med moderne multi-kW fiberlasere, er maskinerne blevet så robuste og transportable, at svejsning on-site nu er en realitet. Således kan

fortsættes på side 4

fortsat fra forrige side

svejsning på endog meget store komponenter udføres på montagepladsen, i dokken eller hvor behovet måtte opstå: Laseren inklusive kølekomponenter etc. transporteres i en mindre container, som tilsluttes standard 2x CEE 63 A strømforsyning og eventuelt kølevand. Via en 50 m lang fiber føres laserlyset til komponenten, som skal svejdes.

Store, tunge komponenter behøver nu ikke længere bringes til svejseværkstedet, svejseværkstedet kan bringes til komponenten.

On-site lasersvejsning er ikke bare en teoretisk mulighed, men er begyndt at finde anvendelse i forbindelse med svejsning i skibsbygning og svejsning af rørledninger (kilde: FIBLAS, EU-finansieret forskningsprojekt).



Transportabel fiber-laser til on-site svejsning, dimensioner: 4,6x2,0x2,15m (LxBxH). Foto: GSI SLV.

Svejsning med gab – Ikke længere et problem

Ofte forekommende svejseopgaver kræver at svejsningen kan udføres til

trods for et vist gab mellem komponenterne. Dette har hidtil været et reelt problem for de høj-intense strålesvejsprocesser, idet deres umiddelbare fordel: Den meget koncentrerede energiforsætning netop betød at energien, som jo er fokuseret i en meget lille plet, var i stand til at passere i mellem de to emner uden at afsætte energi i disse, hvorved der i sagens natur ikke kunne udføres en svejsning. For elektronstråleprocesser betød det i praksis, at gab overhovedet ikke kunne tolereres, mens det for lasersvejsning hidtil har betydet at gab større end et par tiendedele millimeter har været ødelæggende for processen.

Med kombinationen af moderne fiberlaser-teknologi og traditionel lysbue-svejsning i en hybrid proces, hvor laser og lysbue forenes i et og samme smeltebad, udvides tolerancerne for gab til en halv til en hel millimeter. Laseren skaber et keyhole, og sørger for den gode indtrængning, mens MAG-processen sikrer binding over et eventuelt gab og samtidigt sørger for opfyldning. Tilmed betyder hybridprocessen en forøgelse af proceshastigheden og en deraf følgende formindskelse af heat-inputtet, således at deformation minimeres.

Laser/hybrid processer finder allerede anvendelse på flere europæiske skibsværfter, hvor processen har bevist sit værd i forbindelse med gab-tolerant svejsning af store panel-komponenter,

hvor varmedeformation ikke længere er et problem.

Perspektiver for dansk industri

Med stadig faldende behov for svejsning i dansk sværindustri, kan man umiddelbart forledes til at tro, at de høj-intense svejsprocesser bliver et studentikost kuriosum for de få. Men virkeligheden er allerede nu en anden: Fiber-lasere er allerede nu i brug i danske virksomheder, som fremstiller små og ekstremt præcise komponenter til fødevarer eller medico-industrien, hvor kravene til overfladerne efter svejsning er exceptionelt høje, og hvor man drager direkte nytte af fiberlaserens lave varmeinput, høje proceshastighed og ekstremt ensartede, høje kvalitet.

Komponenter i eksotiske legeringer, som tidligere har måttet fræses ud i et stykke og komponenter i tyndt gods, fra folier til få millimeters godstykkelse, er oplagte kandidater for svejsning med moderne høj-intense processer.

Sammenholder man de rent procesmæssige fordele med det faktum, at moderne fiber- og disc-lasere har lagt sig klart i førertrøjen med hensyn til energieffektivitet, er der endog en grøn knage at hænge de sidste argumenter på, før man overvejer en investeringskalkule.

Yderligere information

Michel Honoré
43 26 75 63 • mih@force.dk

Udstillede på hi[11]

Vi havde stor succes med vores udstilling på hi[11].

I år var vi på hi[11]-messen i Herning, hvor vi udstillede en del af et vindmølleårn. På vindmølleårnet havde vi monteret automatiseret udstyr til svejsning (OPAU, optimal automatisering) og til NDT undersøgelser (FUWI, fast ultrasonic welding inspection). Det roterende vindmølleårn trak mange besøgende til, og de var meget interesserede i at se, hvordan

det virker. Vores OPAU-system blev tildelt tre ud af tre stjerner som en danmarksnhed af dommerkomiteen på hi[11].

Yderligere information

Marianne Krogsgaard Berg
43 26 70 59 • mak@force.dk



Vindmølleårnet var en stor succes på hi[11]

Material News udgives af FORCE Technology og udkommer to gange årligt. Materiale fra nyhedsbrevet må gengives med angivelse af kilde.

Redaktion:

Marianne Krogsgaard Berg (ansvarshavende)
Jette Jacobsen

FORCE Technology
Park Allé 345
2605 Brøndby

Tlf. +45 43 26 70 00
Fax +45 43 26 70 11

info@forcetechnology.com
forcetechnology.com