

## Ekstrem kulde fordobler værktøjers levetid

**Bodycote Varmebehandling har netop taget et nyt anlæg til kryogenbehandling i brug. Det sker på baggrund af deltagelse i et dansk forskningsprojekt, der dokumenterer store fordele ved at nedkøle stål til minus 180 grader.**

En kryogenbehandling med nedkøling til minus 180 grader Celsius øger hårdhed, trykstyrke og slidstyrke af højtlegerede koldarbejdsstål så meget, at resultatet kan blive fordoblet levetid af værktøjer, kuglelejer og tandhjul.

Det dokumenterer ny forskning fra Institut for produktion og ledelse på Danmarks Tekniske Universitet. Bodycote Varmebehandling har deltaget aktivt i forskningsprojektet.

Den indhøstede viden ligger samtidig til grund for et splinternyt kryogenanlæg, som netop er taget i brug hos Bodycote i Herlev.

„En effektiv kryogenbehandling kræver et nøje kontrolleret temperaturforløb. Gennem forskningsprojektet har vi fået viden, så vi nu kan tilbyde vores kunder den optimale proces på et vel-dokumenteret grundlag“, siger chef-metallurg Peter Gundel fra Bodycote.

Bodycotes ny kryogenanlæg er fuld-automatisk og har elektronisk dataopsamling. Nedkølingen sker ved at indsprøjte flydende kvælstof direkte i kølekammeret, der har en størrelse på 800 gange 800 gange 1200 millimeter.

### Meget mere end dybkøling

Det er velkendt at dybkøle stål til minus 80 grader i forbindelse med varmebehandling for at omdanne hovedparten af stålets rest austenit til martensit.

Det samme sker ved kryogenbehandling, blot i endnu større omfang, så praktisk talt al austenit omdannes.

Men det er kun en af fordelene ved at køle ned til minus 180 grader. Forskningsprojektet har nemlig også påvist, at de lave temperaturer har betydning for den udskillelse af karbider, der sker under den efterfølgende anløbning.

„Der sker en forskydning i gunstig retning mellem mængderne af de tre typer af karbider, der udskilles. Det forbedrer materialeegenskaberne for det færdigbehandlede stål“, forklarer Peter Gundel, som føjer til, at kryogenbehandling også fører til større målfasthed.

### Stærkere mikrostruktur

Desuden har forskningsprojektet vist, at kryogenbehandling fører til en anden



mikrostruktur i stålet. Efter udmattelsesforsøg er der en lavere koncentration af dekomponeret martensit i kryogenbehandlede rullelejer end i rullelejer, der har fået en konventionel varmebehandling.

„Det er et spændende resultat, der understreger, at kryogenbehandlede komponenter med rullende kontakt såsom lejer og tandhjul har længere levetid“, siger Peter Gundel.

Lejeproductenten SKF deltog også i forskningsprojektet. Virksomheden har nu valgt at fortsætte med yderligere forskning på dette felt. Den sidste deltager var Linde Gas.

Peter Gundel opfordrer alle interesserede til at tage kontakt med Bodycote for at drøfte mulighederne for kryogenbehandling nærmere. Prisen på en kryogenbehandling er som tommelfingerregel ofte under det halve af prisen på en sædvanlig varmebehandling.

## EGNEDE STÅL TIL KRYOGENBEHANDLING

Højtlegerede koldarbejdsstål reagerer bedst på kryogenbehand-

ling. Velegnede stålqualiteter er for eksempel: Vanadis-4, Vanadis-

10, W. 1.2379, Sverker-21, W. 1.2363, Rigor, ASP-23 og lignende.

## FORÅRSTEGN I EN EFTERÅRSTID



af Tom Weidner, adm. direktør

Efter flere år præget af økonomisk tilbagegang og pessimisme viser de første spæde tegn på optimisme sig i industrien. Godsmængden er langsomt stigende, der sælges igen lidt mere værktøjsstål og flere og flere giver udtryk for en tro på øget aktivitet i 2004.

Kan vi så læne os tilbage og puste ud? Svaret er et klart nej. Kravene til de danske virksomheder er fortsat stigende. Vi skal være endnu mere effektive. Kvalitet og levering skal være i top, og så skal vi være istand til at arbejde med den nyeste viden og de mest moderne processer. Danmark er et højt lønsområde og vi skal fremvise mærkbar værditilvækst inden for fremstilling og service.

Som industriens hærderi er Bodycote godt rustet til at støtte den danske metalforarbejdende industri i denne proces.

Udover varmebehandling tilbyder Bodycote markedets bredeste palette af metallurgiske serviceydelser og processer. I dette nummer af Bodycote NYT fortæller vi om kryogenbehandling af værktøjsstål. Bodycote har deltaget i et meget udbytterigt projekt på DTU om kryogenbehandling – og har i fortsættelse af projektet valgt at investere i et nyt og specialiseret anlæg.

Vi har installeret en ny stor ovn med tilhørende hærdepresse i Århus og kan derved løse opgaver, der tidligere blev sendt ud af landet. Læs også om vores tætte samarbejde med Dansk Materiale Teknik der gør, at vi kan tilbyde salg og rådgivning omkring vores store udvalg af galvaniske processer.

Alt i alt mange nye tiltag der styrker Bodycotes muligheder for at servicere dansk industri og derigennem øge konkurrenceevnen!

Læs mere i dette nummer af Bodycote NYT.

## Ny stor *gasindsætnings*ovn klarer hidtil umulige emner

**Bodycote Varmebehandlings nyeste ovn er kæmpestor og har hærdepresse, så den kan varmebehandle store, flade emner med minimale formændringer.**

Store emner er intet problem for Bodycote Varmebehandlings nye ovn, som alene på grund af sine dimensioner er enestående i Nordeuropa.

Hertil kommer, at ovnen er forsynet med en hærdepresse, der kan minimere formændringer af store, flade eller lange emner.



Peter Christensen foran „Dødens Gab“.

Tilsammen giver det mange nye muligheder for at varmebehandle emner, der hidtil har været mere eller mindre „umulige“.

Ovnen er netop taget i brug. Den har en grundflade på ikke mindre end 1,5 gange 2 meter. Og med en højde på 80 centimeter i ovnrummet er det ikke så sært, at medarbejderne allerede har givet ovnen kælenavnet „Dødens Gab“.

Ovnen kan klare temperaturer op til 1.000 grader. Det betyder, at ovnen både kan anvendes til indsætning, karbonitrering, hærkning og glødning.

### Hydraulisk hærdepresse

Også hærdepresen er med til at gøre ovnen til noget for sig.

„Jeg kender ikke andre ovne i Danmark, der er forsynet med hærdepresse“, siger fabrikschef Ole Frantz Hansen fra Bodycote Varmebehandling.

Hærdepresen er en hydraulisk ramme til plane emner. Den modvirker dimensions- og formændringer under varmebehandling og den efterfølgende afgysning.

For eksempel gør hærdepresen det muligt at varmebehandle de store stålforme, der anvendes til at støbe belægningssten af beton. Pressen holder formen – der er en stålplade med udskæringer – lige. Derfor er det muligt at lave store

forme, der kan anvendes til at fremstille et halvt hundrede sten i en støbning.

### Mange nye muligheder

„Men hærdepresen giver også mange nye muligheder. For eksempel kan vi nu også varmebehandle lange emner som skinner eller modhold, der ellers vil krumme under processen“, siger Ole Frantz Hansen.

Før har det været meget vanskeligt at hærde sådanne emner. Nu er det blevet nemmere, men Ole Frantz Hansen understreger dog, at det kræver stor viden og erfaring at udnytte de nye muligheder til at opnå gode resultater.

Bodycote har mere end 30 års erfaring med indsats hærkning og karbonitrering i gasovne og stiller gerne sin viden til rådighed for kunderne.

„Jeg vil opfordre virksomheder med store emner, der er vanskelige at hærde, om at henvende sig til os. Så kan vi drøfte mulighederne og sammen nå frem til den bedste løsning“, siger Ole Frantz Hansen.

Den store ovn står på Bodycotes hærderi i Århus, men den kan naturligvis betjene kunder over hele landet.

# Hårdt og sejt stål på en gang

**Optimal induktionshærdning kræver dybtgående viden og erfaring.**

**Til gengæld kan man opnå nærmest utrolige egenskaber**

Forestil dig en 30 centimeter lang induktionshærdet stålaksel, 45 mm i diameter og med en indhærdningsdybde på 8 mm. Spænd akslens ene ende fast, og vrid den om længdeaksen. Hvor mange grader kan akslen vrides, før der sker brud, og ved hvilken belastning sker bruddet?

I de fleste tilfælde er cirka 25 grader og 15 kNm et godt bud. Men hvis induktionshærdningen er optimal, klarer akslen et vrid på imponerende 125 grader, og bruddet sker først ved 25-27 kNm.

Bodycote er specialist i optimal induktionshærdning og har samlet al induktionshærdning i Malmø, hvor faciliteter og ekspertise er i top.

„Det kræver dyb forståelse af materialer, fysik og proces at opnå optimale resultater med induktionshærdning. Men så kan man til gengæld give komponenterne unikke egenskaber“, siger Pelle Olsson fra Bodycote i Malmø, hvor han blandt andre arbejder sammen med danskerne Leif Clausen og Kim Kristensen i Team Induction, hvis medarbejdere tilsammen har over 100 års erfaring med både praksis og teori.

For kunder i Danmark er induktionshærdning enkelt, idet Bodycote Varmebehandling tager sig af transport frem og tilbage til Malmø.

## Hård overflade og sej kerne

Induktionshærdning er baseret på elektromagnetisme. Emnet omslutes af en induktionsspole. En vekselstrøm gen-

nem spolen inducerer hvirvelstrømme i emnet, som medfører en lokal opvarmning.

„Man kan hærde de dele af emnet, der skal have en hård og slidbestandig overflade eller maksimal udmattelsesstyrke, og samtidig bevare emnets sejhed, idet kernen fortsat er blød,“ siger Pelle Olsson. Samtidigt er det en af de mest formstabile hærdningsmetoder, idet kun den del af emnet,



der skal hærdes, varmes op.

Induktionshærdning har mange parametre med betydning for resultatet. Det er muligt at justere effekt, frekvens, fremføringshastighed og opvarmningstid, ligesom udformningen af induktorspolen og kølebruseren har stor betydning for resultatet.

„Det kræver dybtgående viden og erfaring at nå frem til den optimale proces, der giver den rette hærde- og optimerer restspændingerne i overfladen – noget der i øvrigt forskes meget i. Som regel er det nødvendigt med en eller flere udfaldsprøver. Derfor egner induktionshærdning sig bedst til emner, der serieproduceres“, siger Pelle Olsson og fortsætter:

„Til enkle geometrier har vi dog en database, så vi kan opfylde rimelige krav uden udfaldsprøver. I år er vi desuden begyndt at anvende avanceret

software til at simulere induktionshærdning, hvilket kan minimere arbejdet med udfaldsprøver“.

## Design for induktionshærdning

Det er vigtigt at vælge egnede stål kvaliteter og at bygge muligheden for induktionshærdning ind i produktet i designfasen. Som altid gælder det om at tage Bodycote med på råd tidligt i processen.

„Hvis man designer sit emne, så

det er velegnet til induktionshærdning, kan man sandsynligvis få en enklere fremstillingsproces med færre bearbejdnings- og formændringerne ved induktionshærdning er meget små, siger Pelle Olsson.

Induktionshærdning er miljøvenlig. Energiforbruget er kun cirka 10 procent af energiforbruget ved hærdning i ovn, og afkølingen sker normalt med et vandbaseret kølemiddel.

## 11 induktionsanlæg

Centret i Malmø har 11 induktionsanlæg med en effekt fra 5 kW til 500 kW. Induktionsfrekvensen kan variere fra 4,5 kHz til 450 kHz. Anlæggene klarer emner fra få gram til tre ton, hærde-længden kan være fra millimeter til tre meter og indhærdningsdybden kan variere fra tiendedele af en millimeter til over 10 millimeter.

Team Induction har to danske medarbejdere. Kim Kristensen er ansvarlig for service og planlægning.

Leif Clausen rådgiver om induktionshærdning og om at tilpasse produkter og processer. Leif Clausen kan kontaktes på 25 39 14 96 og Kim Kristensen på 20 86 83 80.

## STÅL TIL INDUKTIONSHÆRDNING

Induktionshærdning er velegnet til sejhærdningsstål. Det vil sige stål som f.eks.: Ck35, Ck45, Ck50, 25CrMo4, 34CrMo4, 42CrMo4 eller 34CrNiMo6. Men processen anvendes ind i mellem også på

andre ståltyper. Overfladehårdheden afhænger af indholdet af kul. Tommefingerreglen er, at hårdheden målt i HRC =  $60 \times \sqrt{C} \% + 18$  (20) for kulstål og lavtlegerede stål. Induktionshærdede emner

bør normalt ikke anløbes ved temperaturer over 200 grader, hvorfor det er væsentligt at vælge dette rette indhold af kul i forhold til den ønskede hårdhed.

# Samarbejde om galvanisk overfladebehandling

**Galvanisk overfladebehandling er ofte et supplement til varmebehandling af metalliske emner. Derfor arbejder Bodycote Varmebehandling tæt sammen med DMT Dansk Materiale Teknik A/S, der er forhandler på det danske marked af galvanisk overfladebehandling fra Bodycote Ytbehandling i Sverige.**

„Denne løsning sikrer danske kunder nem adgang til overfladebehandling i topklasse og kvalificeret rådgivning samtidig med, at vi kan koncentrere os om vores andre kernekompetencer“, siger adm. direktør Tom Weidner fra Bodycote Varmebehandling.

De vigtigste overfladebehandlinger, som DMT forhandler på det danske marked, er:

- Forkromning
  - Hårdforkromning
  - Forsølvning
  - Forgyltning
  - Fornikling
  - Anodisering
  - Hårdanodisering
  - Nedox – kemisk fornikling med indbygget fluorplast
  - Tufram – hårdanodisering med indbygget fluorplast
- Læs mere på [www.dmtaps.dk](http://www.dmtaps.dk) eller ring på 70 20 16 01.



## Ligheden mellem varmebehandlere og restauranter

af **Peter Gundel** Chefmetallurg

### GUNDELS HJØRNE

Dialog er en væsentlig del af at gå ud at spise. Vi taler med tjeneren, får menukortet, vurderer og vælger, spørger om dette og hint, beslutter os for drikkevarer og bestiller, ofte efter at have fået gode råd. Kort sagt: Både restauranten og kunderne gør en indsats for, at resultatet skal blive godt.

I forbindelse med varmebehandling er der også brug for dialog mellem kunde og leverandør.

Resultatet afhænger i høj grad af forarbejdet - og af kvaliteten af de oplysninger, der foreligger, før man starter.

Der findes mange tusinde slags stål, som er forskellige i større eller mindre grad.

Kvaliteterne rækker fra „norsk nissejern nummer 9“ til de mest avancerede højt-legerede materialer, fremstillet ved pulvermetallurgi.

Både restauranten og varmebehandleren har brug for dialogen med kunden for at kunne levere det perfekte resultat.

Det er ærgerligt at få en gennemstegt bøf, hvis man kan lide rødt kød, ligesom det er ærgerligt at få et emne med uacceptable formændringer. Derfor er det en god idé at kontakte Bodycote, før et givet materiale vælges, eller at sikre at alle tilgængelige oplysninger om materialet følger med ordren.

#### Hvad kan gå galt?

Hvis materialet er i en anden leverings-tilstand end vi forventer, kan emner revne

eller ændre facon på en helt uventet måde. Det er vigtigt at vide, om stålet f.eks. er sejhærdet eller glødet.

Kritiske mål bør også oplyses; helst på en tegning. Det er umuligt at varmebehandle uden ændring i facon og størrelse, men det er næsten altid muligt at justere processen, så kritiske mål overholdes.

Både Bodycote og restauranter lever af tilfredse kunder, der kommer igen, og som anbefaler os til andre. Derfor vil vi meget gerne lytte og komme med forslag, der sikrer kvaliteten.

Det sker faktisk ganske ofte, at vi kan hjælpe med at forbedre, forenkle og billiggøre produkterne!

Redaktør **Jan Tofte Henriksen**  
Tilrettelæggelse **TSM A/S**  
Layout **TSM A/S**  
Tryk **Danpost Grafik ApS**

**Bodycote Varmebehandling A/S**  
Herlev Hovedgade 15A, 2730 Herlev  
Aabogade 27-29, 8200 Århus N  
Tlf. 70 150 600 · [www.bodycote.dk](http://www.bodycote.dk)

**Bodycote**  
METAL TECHNOLOGY

