

LASER

2-2010

Lösnummerpris 85 kr

nytt

*Dämpningen hos laserskydds-
glasögon åldras och försämras*

Åke Merkell: en laserlegend

- Laserdag hos Esab ■ Laserseminarium i Danmark ■ EALA 2010
- ICALFO 2009 ■ Mikrobearbetning med laser ■ Fibertube Advanced
- Permanova – integratör med passion för laser! ■ Samtal kring lasertrender

Nyckelfärdiga lasersystem

- från produktidé till produktion -



- Svetsning, 3D-skärning, hybridsvetsning, märkning, påsvetsning, lödning, härdning
- Snabb variantanpassning
- Hög tillförlitlighet
- Egenutvecklade flexibla processverktyg

Vi erbjuder Dig:



Laser-robot-celler

- Ett färdigt arbetssätt med korta ledtider
- Lönsamhet i små batcher
- Ny designfrihet för Dina produkter

Applikationslabb

- 6 kW laser + robot
- Processutveckling
- Förstudier

Tjänster

- Service, reservdelar
- Utbildning
- Konsulting

Kontakta oss redan idag!



PERMANOVA

Lasersystem ab

LASER nytt

Lasernytt utkommer med 3 nummer/år och ges ut av Lasergruppen c/o Svetskommissionen Box 5073, 102 42 Stockholm Telefon: 08-120 304 03

Redaktör

Hans Engström
Telefon: 0920-49 12 69
Växel: 0920-49 10 00
Fax: 0920-49 22 28
E-post: hans.engstrom@ltu.se

Redaktionellt arbete och kansli

Per Westerhult
Telefon: 08-120 304 03
E-post: per.westerhult@svets.se

Ansvarig utgivare Per Westerhult

Lasernytt på Internet

www.lasergruppen.eu

Omslagsbild: Åke Merzell – Laserpionjär i Sverige

Produktion: Breakwater Publishing AB,
www.breakwater.se, info@breakwater.se
Tryck: Lindgren & Söner AB, Göteborg 2010

- 4 ICALEO 2009
- 15 EALA-konferens 2010
- 24 Fibertube Advanced
- 27 Laserdag hos Esab
- 28 Laserseminarie i Danmark
- 29 Dämpningen hos laserskydds-glasögon åldras och försämras
- 32 Mikrobearbetning med laser
- 34 Kort guide till OSS och Nitrogengeneratorer för laserskärning
- 36 Permanova – integratör med passion för laser!
- 38 Samtal kring Lasertrender, del 7
- 42 Åke Merzell: en laserlegend
- 44 Kalendarium

Tankar från styrelsen

Bo Williamsson, AGA Gas AB



Sommaren är över, men vi tar med oss värmen och ljuset in i den mörkare årstid som väntar. Tillvaron känns lite lättare nu när konjunkturen skjuter fart och beläggningsen i lasermaskinerna ökar. Intresset för nya lasermaskiner har ökat markant

under senare tid, även om nyinvesteringarna inte skjuttit fart riktigt ännu. Men det ser onekligen lovande ut inför hösten.

På teknologisidan ser det också spännande ut. Nya koldioxidlasrar med ökade prestanda, fiberlaserteknik, vad händer på hybridlasersidan? Ja det finns mycket att se fram emot, om inte annat så går EuroBLECH

av stapeln 26-30 oktober. Ett besök på mässan rekommenderas varmt. Titta gärna också i Lasergruppens kalendarium där alla kurser och seminarier i gruppens regi finns inlagda.

Under tiden arbetar Lasergruppen oförtrutet vidare med att sprida information om laserteknik inom den svenska (och på senare år även den nordiska) industrin. Laserseminarier, utbildning, informations spridning, studieresor och tidningen Lasernytt, ja Lasergruppen har många strängar på sin lyra.

En fråga som ligger styrelsen varmt om hjärtat är att utöka medlemsbasen, så du som till äventyrs inte redan är medlem i gruppen, ta chansen till nätverksbyggande, information om teknikutveckling och annat inom området genom att anmäla ditt företag som medlem i Lasergruppen.

Detta nummer av Lasernytt innehåller som vanligt en mängd olika artiklar med varierande tema. Det är med stort nöje jag konstaterar att vi inte bara blickar framåt, utan även uppmärksammar personer som haft betydelse för laserutvecklingen i Sverige. Åke Merzell är, och har varit en sann pionjär inom området. ☺



Rapport från 28th ICALEO

Lake Buena Vista, FL, USA, 2-5/11 2009

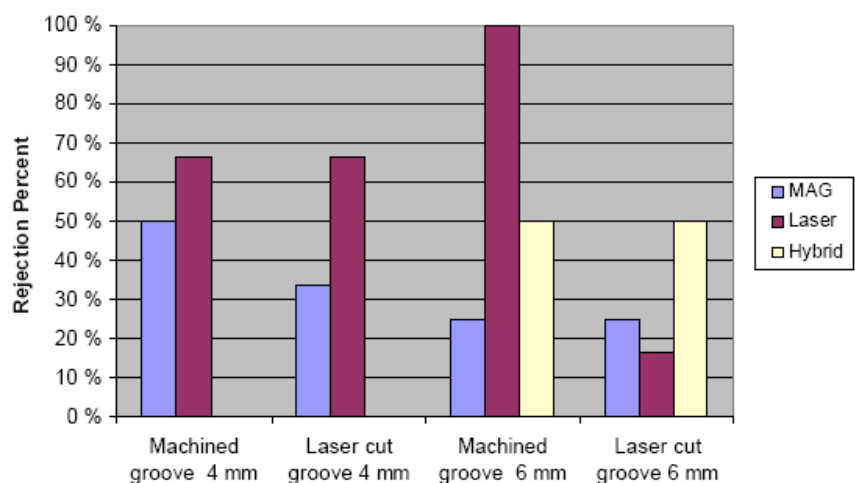
Johnny K Larsson, Volvo Cars

Några intressanta "observationer" vid ICALEO® 2009

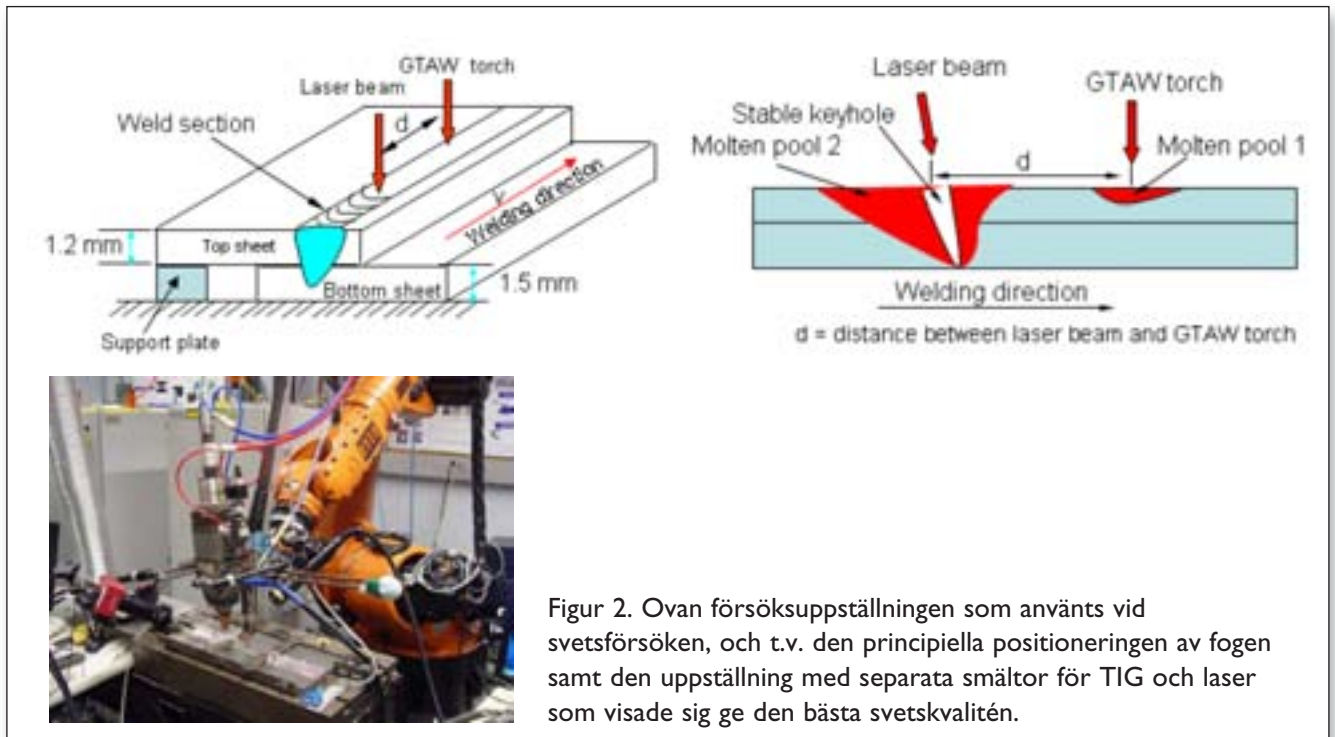
Laserhybridsvetsning har ju varit ett populärt forskningsområde under senare år, men nu tycks innovationskvoten vara fylld, så tillvida att endast ett fåtal presentationer hade hybridtekniken som tema. Jukka Siltanen från Rautaruukki OY i Hämeenlinna berättade om ett doktorandarbete där laserhybridsvetsning jämfördes med ren lasersvetsning samt konventionell bågsvetsning. Laserkällan var en 4,4 kW diodpumpad Nd:YAG-laser från RofinSinar och strömkällan som använts vid MAG- och hybridförsöken var en Kemppi Pro4200 Evolution. Materialet utgjordes av S355 i tjocklekarna 4 och 6 mm och hade inför stumsvetsförsöken fogberetts antingen genom laserskärning eller fräsning. Till-satsmaterialet var G3Si1 med en tråddiameter på 1,0 mm, och som skyddsgas hade MISON18 använts, vilket betyder Argon med 18% CO₂-inblandning. Bland de något svår-

förklarliga resultaten nämndes att hybridtekniken gav helt defektfria svetsar i 4 mm materialet, medan ren MAG-svetsningen gav bäst resultat i det tjockare materialet [Fig. 1]. Likaså var det förvånande att man erhöll bäst lasersvetskvalitet i de fall som plåtkanterna var laserskurna. Normalt bör ju frästa kanter ge bäst förutsättningar för ett perfekt svetsresultat! Viktigare syntes vara att de skurna plåtkanterna var fixerade parallellt med varandra. Däremot visade sig hybridtekniken vara okänslig för typen av fogpreparering.

En betydligt intressantare presentation var den som hölls av Shanglu Yang från Southern Methodist University i Dallas, TX. Här hade man kombinerat en TIG [Tungsten Inert Gas] –strömkälla på 260 A med strålen från en 4 kW fiberlaser, där man utnyttjade 3 kW. Avsikten var att svetsa zinkbelagd stålplåt med nollspalt - låter bekant eller hur? Grundmaterialet var DP [DualPhase] 980 i tjocklekarna 1,2 och 1,5 mm med det tunnare materialet som topplåt, och framföringshastigheten var i alla försöken 2,4 m/min. Två



Figur 1. Andelen icke godkända svetsar vid röntgenkontroll, som funktion av materialtjocklek och typ av fogberedning.



Figur 2. Övan försöksuppställningen som använts vid svetsförsöken, och t.v. den principiella positioneringen av fogen samt den uppställning med separata smältor för TIG och laser som visade sig ge den bästa svetskvalitén.

varianter på hybridarrangemanget hade använts, dels med 4 mm interavstånd då man erhöll en gemensam smälta, och dels 10 mm interavstånd med två separata svetsmältor [Fig. 2]. TIG-ljusbågen, som alltid var ledande, hade i det senare, och mest framgångsrika fallet, funktionen att förvärma arbetsstycket och på så sätt göra det möjligt att upprätthålla nyckelhålet, vilket är problemet vid lasersvetsning av zinkbelagt material då den förångade zinken har en tendens att störa svetsmältan och sluta nyckelhålet, vilket resulterar i svetsstrut och porer i svetsgodset.

Vid arbetet, som tydligen var ett beställningsjobb åt GM [General Motors], hade processen höghastighetsfilmats med 4000 bilder per sekund. Detta illustrerade på ett utmärkt sätt det mer kontrollerade svetsförlopp som erhöles vid den

senare typen av hybriduppställning med separata smältor [Fig. 3].

Brian Victor som är applikationsingenjör vid EWIs [Edison Welding Institute, Columbus, OH] laserlaboratorium berättade om hybridförsök gjorda med en 10 kW IPG fiberlaser. I och med introduktionen av denna lasertyp har det blivit möjligt att laserhybridsvetsa tjockare material. En annan fördel är att hybridtekniken mer eller mindre eliminerar fiberlaserns känslighet för fokalpunktsförskjutning. I detta sammanhang kan det vara värt att nämna att EWI utvecklat en optik för att motverka sagda fenomen. Denna består av en transparent kollimeringslins och en kvartsbelagd fokuseringslins, båda tillverkade i zinksulfid [ZnS₂]-material. Den strömkälla som använts vid försöken var av märket Lincoln Electric Power Wave

i400 med en LN-10 semi-automatisk trådmatare. Alla experiment hade utförts med pulsad ljusbåge och en skyddsgaskomposition bestående av 90% Argon och 10% CO₂. Man hade kunnat konstatera att "ledande MAG" gav en något djupare penetration, och att ett alltför stort [> 10 mm] interavstånd försämrade penetrationsförmågan [Fig. 4]. För att ytterligare öka penetrationsgraden hade samarbetspartnern Lincoln Electric integrerat en styrsignal i strömkällan med vilken man kunde reglera lasereffekten [Fig. 5]. På detta sätt kunde de två processerna pulseras såväl synkront som asynkront, men detta visade sig inte ha någon signifikant påverkan på penetrationsdjupet, även om man kunde skönja en viss fördel med den synkrona pulsmoden.

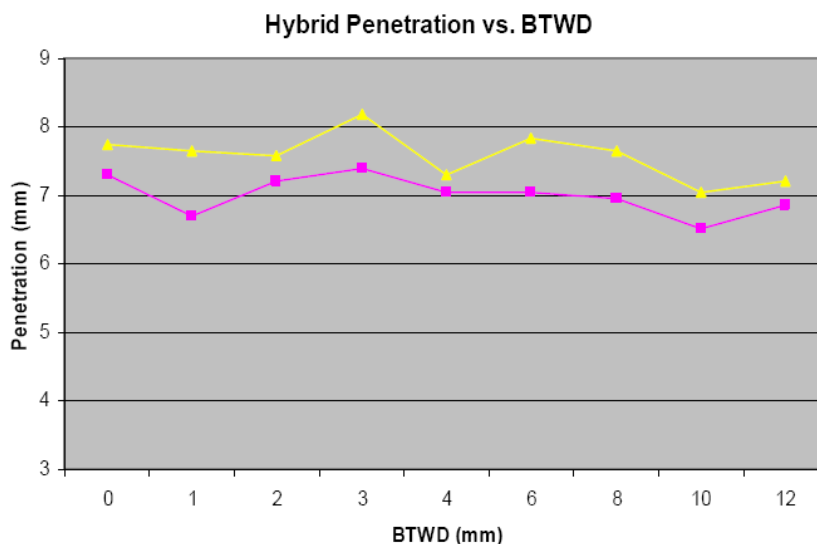
Ett annat hybridexperiment med



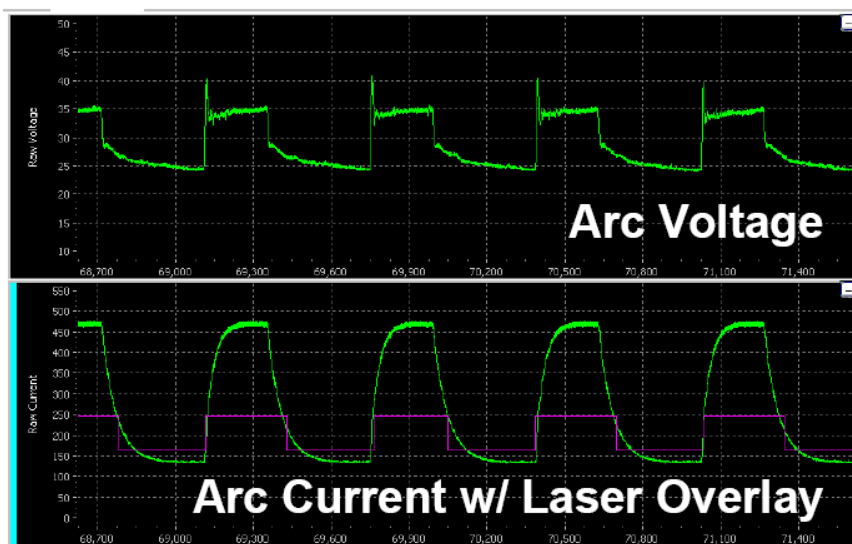
Figur 3. Topp sida (överst) och rotsida (underst) för de olika svetsförfarandena fr.v. ren laser, laserhybrid med en smälta och laserhybrid med två separata svetsmältor.

fiberlaser som källa redovisades av Paul A Blomquist från Applied Thermal Sciences [ATS] i Sanford, ME. Här handlade det om att kvalificera laserhybridsvetsning för tillverkning av HSLA-80-material, och här kan nämnas att ATS redan erhållit certifikat för att hybridsvetsa HSLA-65 från ABS [American Bureau of Shipping]. Genom att använda denna fogningsmetod samtidigt som man gick över från varmvalsat till kallvalsat plåtmaterial kunde komponentvikten minskas med 33%, samtidigt som förbrukningen av tillsatsmaterial minskade med 2/3 och processhastigheten ökade med en faktor 5 jämfört med normal bågsvetsning! Lite olika tillsatsmaterial hade använts, men oavsett valet av detta var Charpy-värdena överlägsna dem man fick vid MAG-svetsning och långt över krav, samtidigt som hårdheten i svetsgodset låg mellan 280-320 Hv5, vilket är fullt acceptabelt enligt internationella, marina klassificeringsnormer. Laserkällan var som sagt en fiberlaser med 10 kW effekt, men Mr. Blomquist menade på man torde uppnå liknande resultat med en disk laser av samma dignitet [Fig. 6].

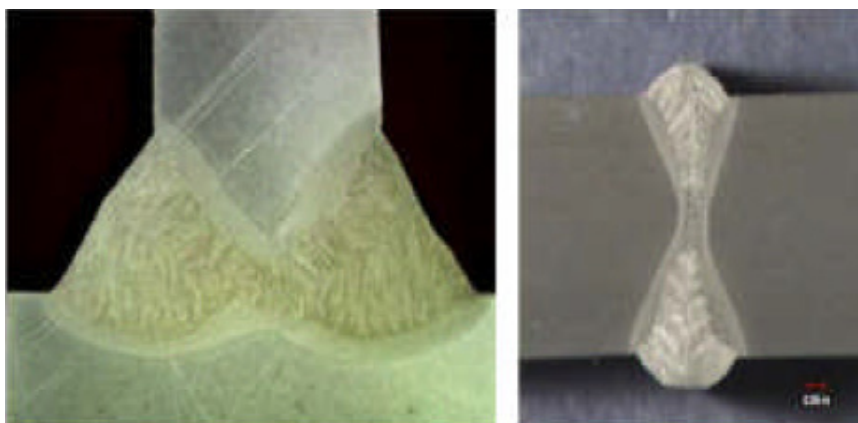
Ett antal presentationer där fiberlaser använts för svetsning utan hybridassistans togs också vid årets ICALEO®-konferens. En av dessa kom från vårt östra grannland och framfördes av Mikko Vänskä från Outokumpu Stainless Tubular Products och handlade om "scanner"-svetsning av främst rostfria rör. Huvudskälet för att använda "scanner"-teknik var att man med denna kan överbrygga den dåliga passning som uppstår vid mekaniskt klippta kanter [Fig. 7]. Med 250 mm lång fokallängd, en pendlingsvidd på 2,4 mm och en "scanner"-frekvens på 200 Hz gick det att skapa 3 mm breda svetsar. Detta "kostar" emellertid processhastighet så tillvida att man med den använda utrustningen,



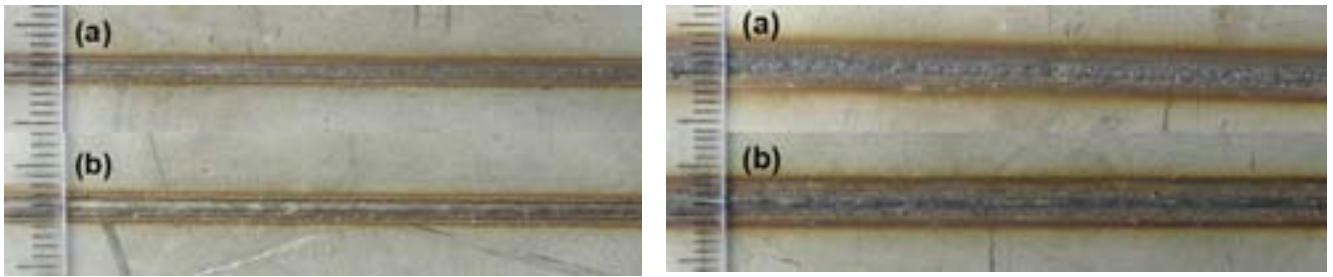
Figur 4. Penetrationsförmågan vid hybridsvetsning som funktion av interavståndet eller BTWD [Beam To Wire Distance].



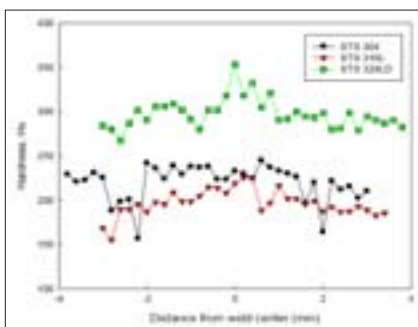
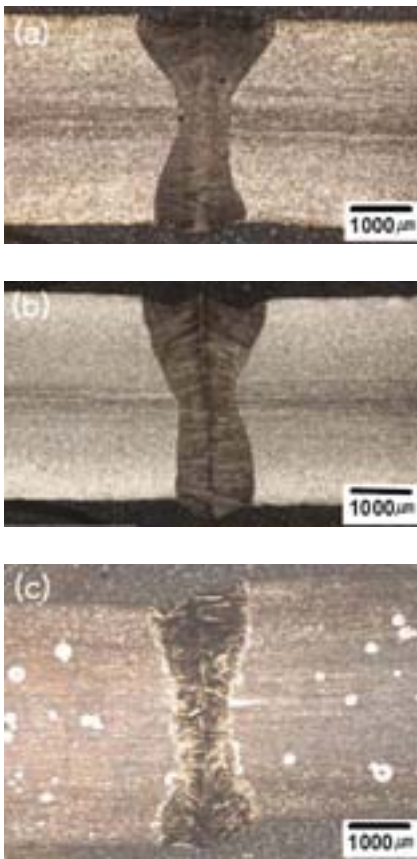
Figur 5. En i strömkällan integrerad styrsignal med vilken lasereffekten kan pulsas möjliggör såväl synkron som asynkron energitillförsel från de tvåprocesserna.



Figur 6. Högkvalitativa fiberlaserhybridsvetsar utförda som såväl T- som stumfog i materialtjocklekar kring 10 mm hos Applied Thermal Sciences.



Figur 7. Resultat från ”scanner”-svetsning med fiberlaser i stumfogsgeometri. T.v. vid laserskurna kanter och t.h. med mekaniskt klippta dito, a = toppsida, b = rotsida.



Figur 8. Makrotvärsnitt av fiberlasersvetsar i de rostfria materialen 304, 316L och 329LD, samt ovan hårdhetskurvor genom svetsgodset innan den efterföljande värmebehandling som oftast är nödvändig vid denna typ av applikation.

som utgjordes av en 5 kW fiberlaser från IPG, en ILV-scanner och en modifierad svetsoptik [YW-50] från Precitec, tvingades gå ner till en svets-hastighet på 1,5 m/min jämfört med 2 m/min då pendling inte användes. Den långsammare svets-hastigheten riskerar också att resultera i svetsdefekter som genomrinning och rotvulster. Försöken inkluderade rör i två austenitiska kvaliteter [EN 1.4404 och EN 1.4571] i dimensionen $\text{Ø} 219 \times 4$ mm, vilka stumsvetsades i längdled utan någon användning av skyddsgas. Rotytan blev tämligen smal, men ett sätt att avhjälpa detta kunde enligt Dr. Vänskås förslag vara ett integrera laser-”scannern” i en hybriduppställning.

Ytterligare en presentation adresserade ämnet med longitudinell lasersvetsning av rostfria rör. Den framfördes av Mok-Young Lee från RIST [Research Institute for Science and Technology] i Pohang, Korea. materialkvaliteter som ingått i studien var 304, 316L och 329LD i tjocklekar mellan 3,4 och 3,9 mm. Laserkällan var en 10 kW fiberlaser där 3 kW krävdes för att nå full penetration i de två förstnämnda materialen, medan hela 5 kW behövdes för att få fullt ut kunna penetrera det något tjockare 329LD-materialet. Stråldistributionen skedde via en 300 µm grov fiber och fokallängden hade valts till 300 mm. Ren Argon användes som skyddsgas [20 l/min], och bäst resultat erhöll man med den något udda fokalpunktsplacementen $z = +5$ mm. För denna typ

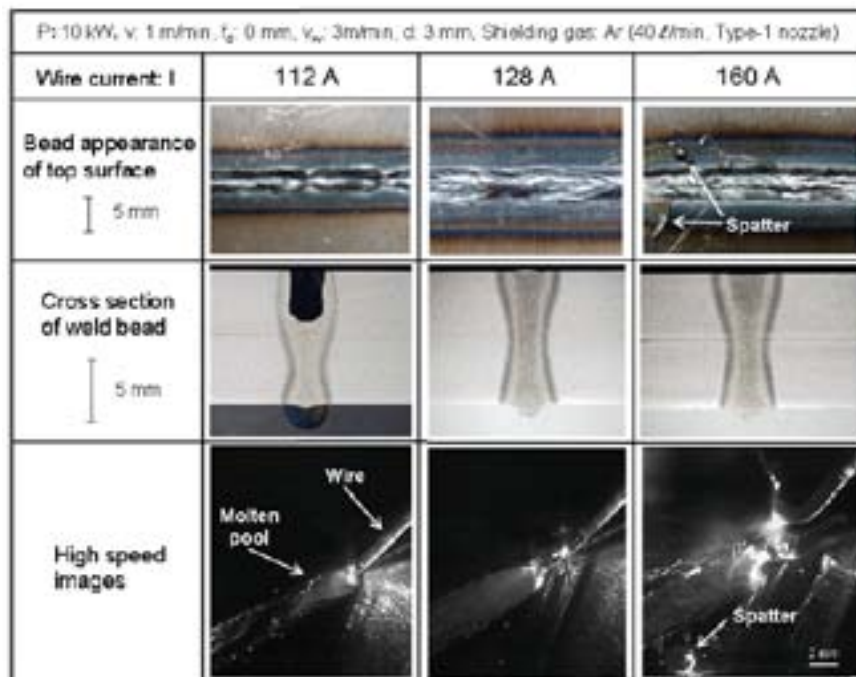
av applikation konkurrerar lasern främst med TIG-svetsning, vilken emellertid kräver två strängar för att nå full fyllnadsgrad för de här aktuella tjocklekarna. Att lasersvetsa dessa rostfria rör indikerar alltså en avsevärd produktivitetsökning. Problemet vid lasersvetsning är att svetsgodset får en förhållandevis hög hårdhet [Fig. 8] och för att minska denna utsätts de svetsade rören för en efterföljande värmebehandling i 1000 °C under 400 sekunder. Detta leder till en hårdhetssänkning på ungefär 60 Hv. Vid genomförda dragprov skedde brottet alltid i svetsgodset oavsett värmebehandling eller ej. I genomförda böjprov visade sig värmebehandling vara nödvändig för att 329LD-materialet skulle uppfylla ställda krav. Avslutningsvis kunde Dr. Lee konstatera att svets-sprut på insidan av rören är ett problem, och fick här medhåll från övriga närvarande ”rörsvetsare”.

Terumasa Onishi från JWRI [Joining and Welding Research Institute] vid Osaka University hade tillsammans med kollegor studerat fiberlasersvetsning av 12 mm tjockt HSS [High Strength Steel] –material med 590 MPa brottgräns i stumfogsgeometri. Spaltöverbryggnadsförmågan vid 0,4 mm spalt hade studerats med hjälp av förvärmad tillsatstråd vilken matades framför laserstrålen. Denna var av kvalitet MGS-80 med en diameter på 1,2 mm. Laserstrålen distribuerades via en 300 µm grov fiber, vilket i kombination med en 250 mm lång fokallängd gav en

brännfläcksdiameter på arbetsstycket som var 460 µm. Såväl CO₂ som en blandning av Argon och Helium hade provats som skyddsgas, och framföringshastigheten hade varierats mellan 0,2-2,0 m/min.

Goda resultat hade erhållits ända upp till 0,6 mm offset mellan fogenstrum och fokuspunkt. De två huvudsakliga parametrar som påverkade svetskvaliteten var interavståndet mellan fokuspunkt och tillsatstråd samt trådspänningen. 3 mm interavstånd visade på bäst resultat, medan vid 5mm det bildas klumpar liknande vad som uppstår vid "humping". Om tråden matas in mitt i fokuspunkten bränner lasern helt enkelt av tråden med instabil svetsprocess som följd. 128 A visade sig vara den lämpligaste trådspänningen. För låg spänning [112 A] resulterade i smält-diken, medan för hög dito [160 A] gav svets-sprut [Fig. 9]. Slutsatserna var att risken för sprut och genombränning minimerades med förvärm tråd jämfört med kallt tillsatsmaterial. En annan observation som gjorts var att ett högre Oxygen-tillskott kan minska ytspänningen i smältan varvid "humping"-effekter kan undvikas. Ett annat sätt att motverka detta är helt enkelt använda en högre lasereffekt.

Oxygenets inverkan på svetsresultatet var även temat för min gamle vän Susumu Tsukamoto från NIMS [National Institute for Materials Science] i Tsukuba, Ibaraki i Japan. Här var det igen frågan om laserhybridsvetsning utförd som BOP [Bead-On-Plate] av tjockare plåt [20 mm SM490A] och hur man i dylika fall minimerar porbildning i svetsgodset. Ett vanligt sätt att undertrycka porbildning vid lasersvetsning är att pulsa lasereffekten, men den gode Susumu hade konstaterat att detta inte är något gångbart alternativ vid hybridsvetsning. Här måste man istället öka CO₂-mängden i skyddsgasen [Fig. 10], som från början



Figur 9. Toppityta, tvärsnitt och höghastighetsbilder från processen vid lasersvetsning med en 10 kW fiberlaser och förvärmad tillsatstråd. Resultaten från olika trådspänningar indikerar att 128 A är att föredra, eftersom då både insjunkningar och svets-sprut undviks.

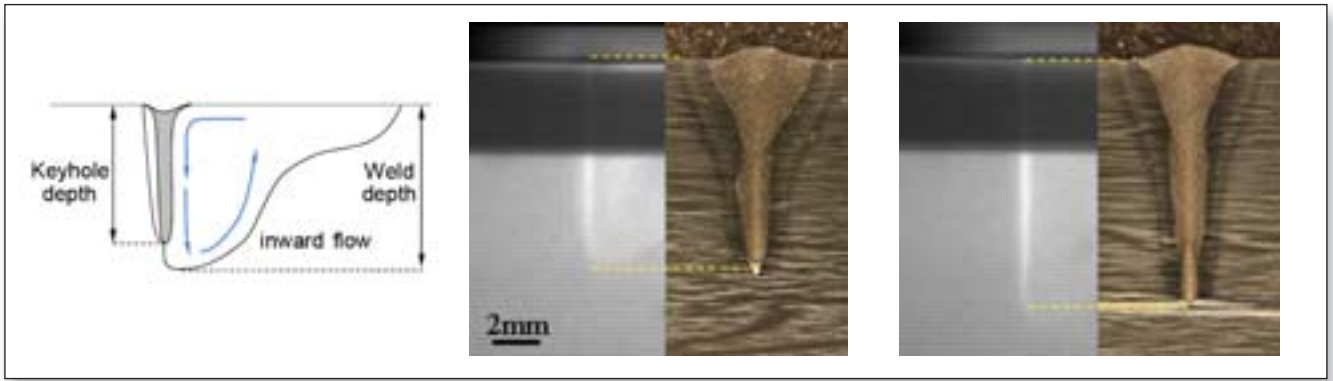
Hybrid welding, Leading arc, 1.0 m/min, 50-0 mm		Laser leading, 1 m/min, shielding gas: He+Ar+O ₂	
Frequency	X-ray radiograph	O ₂ content	X-ray radiograph
CW 7 kW		0%	
10 Hz 7.3 kW		2%	
20 Hz 7.3 kW		5%	
50 Hz 7.3 kW		10%	
100 Hz 7.3 kW			

Figur 10. Porförekomsten i laserhybridsvetsat SM490QA-material. Som synes t.v. medför pulsning av laserkällan ingen förbättring. Det som däremot "gör susen" är en adderad mängd O₂ i skyddsgasen (ovan).

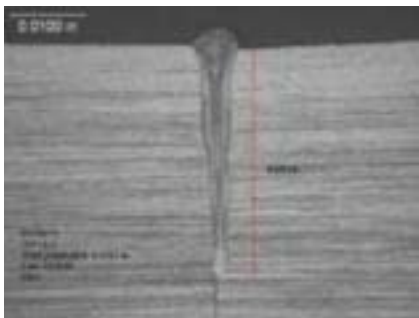
utgjordes av en blandning av Helium och Argon, till mellan 10-20 % för att minska ytspänningen. Den aktiva komponenten till detta är att förångningstrycket i smältan ökar genom bildandet av CO. Dock var Dr. Tsukamoto lite kluven inför resultaten och menade att det finns mer dominerande faktorer än ytspänning som påverkar porbildningen.

En kollega till Dr. Tsukamoto, Lin Zhao, hade studerat hur Oxygen påverkar svetsgeometrin. Försöken

hade utförts med en 7 kW fiberlaser på 20 mm tjockt SM490A-material, och som både hybrid- och enbart lasersvetsning. När man blandade in omkring 10% O₂ i skyddsgasen som normalt var Helium ökade penetrationsdjupet vid svetsning med 1,2 mm jämfört med då enbart Helium används. Syrgastillförseln gör att ytspänningen i nyckelhålet minskar, något som medför att nyckelhålet blir djupare och därmed resulterar i en förbättrad penetrationsförmåga.



Figur 11. Principen för sk "inward flow" i nyckelhålet längst till vänster. Därefter följer röntgenbilder från svetsprocessen med fiberlaser och det slutgiltiga svetsresultatet som visar på att 10% O₂-inblandning i skyddsgasen (He) avsevärt påverkar penetrationsförmågan (t.h.).



Figur 12. Imponerande djup/breddförhållande vid fiberlasersvetsning av rostfritt SS304L-material. Lasereffekt 385 W och framföringshastighet 50,8 mm/s.

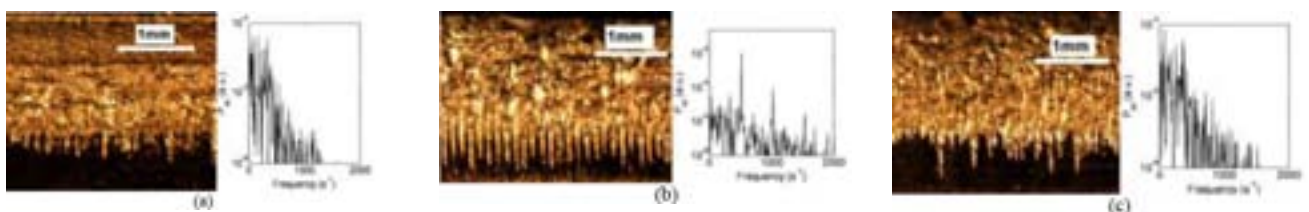
Svavel som tillsats ger liknande effekter men detta beror på att det sk Marangoni-flödet ändrar riktning. Detta är inte fallet vid syrgasinblandning utan beror på att CO bildas vid vad som benämns vara "inward flow" i nyckelhålet [Fig. 11]. Därför var konklusionen att även ett tillskott av CO₂ i skyddsgasen skulle leda till en ökad penetration vid svetsningen.

Yong Chae Lim från Ohio State University berättade om olika åtgärder för att minimera variationen i penetrationsdjup vid lasersvetsning

med en "single-mode"-fiberlaser. Denna utgjordes av en IPG YLR-600 SM med en våglängd på 1.070 µm och där 200 mm fokallängd använts i experimenten. Materialet utgjordes av rostfritt SS304L och den eminenta strålkvaliteten från denna typ av laserkälla gav ett djup/breddförhållande för svetsen på hela 13 [Fig. 12]. Däremot uppstår problemet att kontrollera penetrationsdjupet. De analyser som gjorts vid universitet gav vid handen att variationen i penetrationsdjup ökar med ökande lasereffekt, men minskar med ökande svets hastighet. Att använda sig av en sinusformad effektmodulering kan vara ett sätt att begränsa variationerna. I så fall erhåller man bäst resultat vid en frekvens kring 900 Hz, medan "repetition rate" över 1 kHz inte ger någon positiv effekt [Fig. 13]. Ett annat alternativ för att erhålla en stabilare svetsprocess kan vara att oscillera själva laserstrålen/fokalpunkten med en rekommenderad frekvens kring 2 kHz.

Laserpåläggning eller sk Laser Additive Manufacturing [LAM] har

ju vuxit till ett omfattande användningsområde inom laserbearbetning, och blivit så stort att LIA [Laser Institute of America] numera har en årlig konferens som är dedikerad för just denna teknik [se min artikel i LaserNytt 3-09]. Även vid ICA-LEO® föredrogs ett antal intressanta presentationer inom området, och lät mig här börja med att relatera det som Lijue Xue [Industrial Materials Institute, National Research Council of Canada, London, ON] hade att förmedla. Hans föredrag handlade om det kanske vanligaste användningsområdet för LAM, nämligen reparation av komponenter inom flygindustrin. Man hade genomfört reparationer av insprutningsmunstycken i Inconel625 för gasturbinmotorer [Fig. 14], vilka över tiden hade degraderat pga nötningskorrosion. Vid experimenten hade en pulsad 500W Nd:YAG-laser använts med en medeleffekt på 50W och en pulsfrekvens på 10 Hz. En Sulzer Metco 9MP pulvermatare hade använts vid påläggningen av de 45 µm grova kornen. Resultatet blev



Figur 13. I "a" syns den typiska variation som förekommer i penetrationsdjup vid svetsning med en laserkälla med hög strålkvalitet. Ett sätt att kompensera för detta är att använda sig av frekvensmodulering; här 500 Hz (b) och 10 kHz (c) där den förstnämnda är att föredra.



Figur 14. T.v. ett skadat munstycke för bränsleinsprutning i en jetmotor. De övriga bilderna visar samma komponent efter reparation medelst laserpåläggning och efterföljande finishoperationer.

en hårdhetsökning från 200 till 270 Vickers som ett resultat av att man får en dendritisk struktur i skiktet mellan pålagt pulver och grundmaterial. Även utmattningshållfastheten hos komponenterna förbättras, vilket hade verifierats i prov vid både rumstemperatur och förhöjd [649 °C] temperatur [Fig. 15]. Det visade sig tomt att de reparerade insprutningsmunstyckena uppvisade något mindre slitage än originalen.

Vid PICALO®-konferensen 2008 i Beijing blev jag bekant med den synnerligen sympatiska professor Minlin Zhong från Zhinghua University. Denne gentleman hade ett antal presentationer vid ICALEO® 2009, bland vilka jag lyssnade till en som försökte lösa de problem som uppträder vid Titanbeläggning av rostfria komponenter avsedda för flyg- och rymdindustrin. Beläggningen är främst avsedd att öka komponenternas värmetålighet. I ett samarbetsprojekt med Boeing hade man med sk LAM försökt belägga den vanligtvis använda materialkvaliteten 316L med Ti6Al4V, men kunde då konstatera att det oavsett vilka processparametrar man använder så uppstår olika spröda, intermetalliska TiFe-faser, något som är förödande då det gäller driftssäkerhet och livslängd för dessa komponenter. Därför hade man istället först belagt det rostfria materialet med Inconel625, och därpå detta skikt med Ti6Al4V [Fig. 16]. På så sätt skapas i stället mindre spröda NiTi-faser i skikten mellan de olika materialen. Såväl en

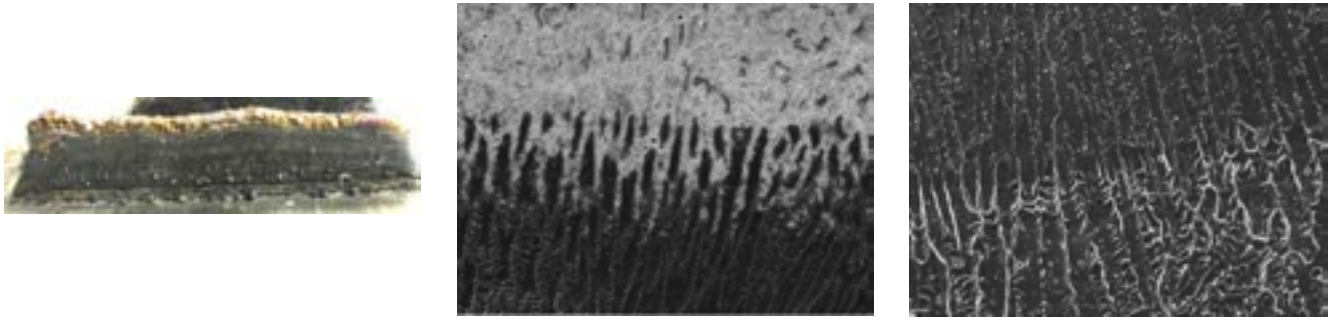


Figur 15. Utrustning för utmattningsprovning under högtemperatur. I detta fall 649° C för att verifiera de reparerade insprutningsmunstyckena under realistiska drifts-förhållanden.

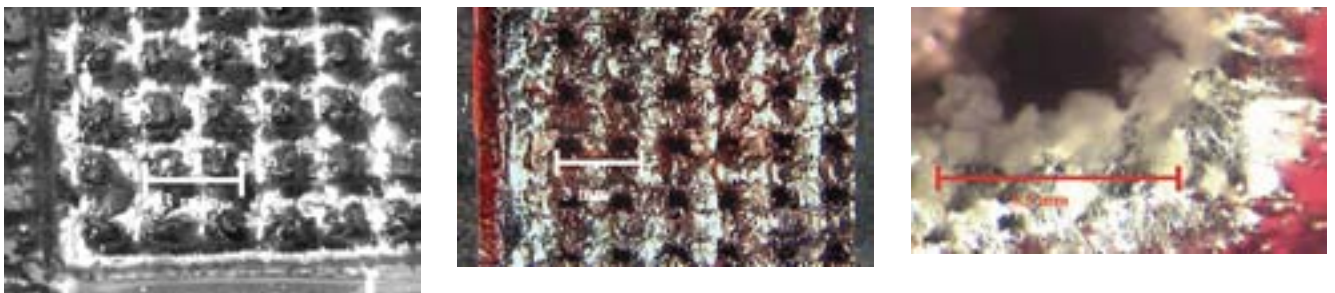
CO₂- som en fiberlaser hade använts vid experimenten med effekter mellan 1 000-1 400 W. Fokalpunktsdiametern hade varierats mellan 2-4 mm, "scanning"-hastigheten mellan 300-500 mm/min och pulvermatningen skedde i mängder mellan 2-6 g/min. Med detta tillvägagångssätt och optimalt valda processparametrar var det möjligt att åstadkomma en helt sprickfri påläggning.

James Sears är en profil inom laserpåläggningskretsar och South Dakota School of Mines & Technology i Rapid City, SD har blivit något av ett excellenscentrum för denna speciella laserteknik. Föredraget handlade den här gången om att skapa en grogrund för benvävnad att växa in i olika former av implantat, sk osteointegration. Ett sätt att

åstadkomma detta är att med en 20 µm brännfläck etsa specifika mönster på Titan-implantat, men den innovation som det här redogjordes för handlade om att belägga höftkuler i Ti6Al4V med TiC som har en hårdhet kring 1000 Hv. Påläggningen skedde såtillvida att man med hjälp av en 300 W fiberlaser från IPG kopplad till en liten gantry-baserad robot [FRE® = Flexible Robotic Environment] via en 10 µm optisk fiber sköt korta laserpulser samtidigt som TiC-pulvret matades in med en volym på mellan 2-3 gram i minuten. Processen har man valt att kalla m-Lam [MicroLam], och tack vare robotmanipuleringen har det blivit möjligt att laserbelägga i 3D något som tidigare varit en begränsning vad gäller LAM. Med en processhas-



Figur 16. Åtta lager Ti6Al4V pålagda rostfritt 316L-material med ett mellanskikt av Inconel625 för att undvika spröda TiFe-faser. SEM-bilderna visar interfacet mellan Ti6Al4V och Inconel625 respektive mellan Inconel625 och det rostfria basmaterialet.



Figur 17. T.v. ett rutnät skapat med TiC-pulver lagt på Ti6Al4V med hjälp av den sk m-Lam-processen. Därefter syns de där på odlade osteogena cellerna med en detalj längst t.h. som visar hur förkalkad benvävnad fastnar mot de små noppornas vertikalytor.

tighet på 3 mm/s skapades ett rutnät med en nätstorlek på 45-75 μm [Fig. 17], vilket ger goda förutsättningar för biokompatibilitet mellan benvävnad och den m-Lam-bearbetade höftkulan. Ett praktikfall som visar på laserns mångfasetterade användningsområden.

Ett avslutningsplenum om mikrobearbetning av applikationer inom bil- och flygindustri

Nytt för året var att, förutom den traditionella inledande plenarsessionen, man nu även hade satsat på en motsvarande avslutningsdito för att på ett mer kontrollerat sätt avsluta ICALEO 2009®. Sessionen hade som tema "Microprocessing Applications in Automotive and Aerospace Industries", leddes av Kumihiko Washio [Paradigm Laser Research Ltd., Tokyo] och bestod av ett antal presentationer från mer eller mindre välkända laserprofiler inom området. Speciellt inbjuden inledningstalare var professor Friedrich

Dausinger från TGSW [TechnologieGesellschaft für StrahlWerkzeuge GmbH] vid Universitetet i Stuttgart. Dr. Dausinger är ju tillsammans med kollegan Dr. Giessen att anse som disklaserns uppfinnare. Därför var det kanske inte så underligt att han sjöng disklaserns lov och försökte övertyga oss om denna lasersertypens överlägsenhet gentemot andra typer av laserkällor. En sak som man dock måste ge den gode professor Dausinger rätt i är att disklasern erbjuder en högre pulsenergi jämfört med vad som en stav-, slab- eller fiberlaser har att erbjuda. Däremot menade han att kortare pulser inom femtosecond-området inte med automatik innebär en högre snitt- eller borrhålkvalitet. Bäst resultat i form av precisionsbearbetning ligger på mellan 1-10 ns långa pulser för metaller, och motsvarande < 1 ns för icke-metaller. Dessutom är det fördelaktigt att arbeta i det gröna våglängdsområdet [532 μm] eftersom man då minimerar inverkan av laserplasma.

State-of-the-Art för själva diskens storlek är mellan 8-10 mm i diameter och 150 μm i tjocklek samt att pumpströmmen skall passera 24 gånger genom disken innan den når utkopplingsoptiken. För att återknyta till diskussionen kring pulslängder finns idag disklasrar som antingen arbetar med q-switch [300 ns - 1 μs], konventionell pumpning i laserkaviteten [20 ns - 1 μs], samt regenerativ förstärkning [10 ps - 100 fs]. Som exempel på praktisk mikrobearbetning med disklasrar visade professor Dausinger på ett sätt att modifiera valsar så att den vid valsning av plåt avsedd för plåtpaneler kan ge dessa en speciell ytstruktur. Ett praktikexempel på detta är de ytterpaneler som idag klär det nya WTC [World Trade Center] i New York, N.Y.

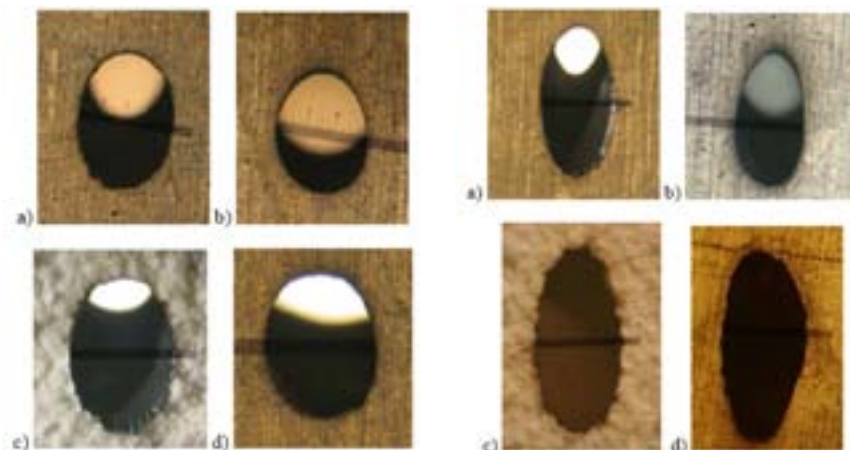
En för mig ny bekantskap var den synnerligen initierade Carl Druffner från Mound Laser & Photonics Center Inc. i Miamisburg, OH. Företaget har specialiserat sig på hålbörning i TBC [Thermal Barrier

Coatings] –belagda superlegeringar, vilka används i bla turbinblad i flygplansmotorer. Behovet av att kunna skapa dessa kylkanaler på ett rationellt sätt är uppenbart då man ser till antalet hål per motorkomponent [Tab. 1]. Den traditionella metoden för denna form av håltagning är en tvåstegsoperation där hålen borras i grundmaterialet med hjälp av antingen laser eller elektrisk urladdningsbearbetning. Därefter anbringas TBC-skiktet varpå en andra borraroperation utförs genom denna ytbeläggning. Genom att använda sig av picosecond långa pulser har man vid Dr. Druffners företag påvisat att det går att laserborra genom såväl TBC-beläggning som grundmaterialet samtidigt, utan att man drabbas av några materialsprickor eller omsmältningfenomen, vilket brukar vara fallet vid bearbetning med hög lasereffekt och långa pulser. Vid Mound Laser & Photonics Center Inc. hade man använt sig av en 4 kW Nd:YV04-laser [$\lambda = 1.064 \text{ nm}$] ur vilken man genererade pulser med tider kring 10-14 ps i ett frekvensintervall på 10-640 kHz. Hål hade borrats i nickellegeringen HastelloyX belagd med två olika typer av TBC; aluminiumoxidnitrid och yttriumstabiliserad Zirkonium. Hålen var även formade såtillvida att ingångsdiametern var 0,8 mm medan utgångsdito var 0,65 mm. I 0,5 mm tjockt material tog det mindre än 25 sekunder för att åstadkomma denna hålgeometri då hålet hade en utsträckning vinkelrätt mot plåtmaterialens utbredning. Snedborrade hål tog självklart längre tid eftersom mer material måste förångas, och här låg man på 50 sekunder för 45° lutning mot horisontalplanet och 90 sekunder vid 30° lutning [Fig. 18]. Därutöver kan man med hjälp av galvospeglar omrikta laserstrålen så att man kan få skräddarsydda former på in- och utgångshål.

Välkände Tony Hoult, med en

TABELL 1. BORRADE KYLHÅL PER MOTORKOMPONENT

Komponent [mm]	Håldiameter [mm]	Materialtjocklek [°]	Hålvinkel per komponent	Antal hål
Turbinblad	0,3-0,5	1,0-3,0	15	25-200
Turbinvinge	0,3-1,0	1,0-4,0	15	25-200
Efterbrännkammare	0,4	2,0-2,5	90	40.000
Fundament	0,5-0,7	1,0	30-90	12.000
Tätningring	1,0	1,5	50	180
Kylring	0,8	4,0	80-90	4.200



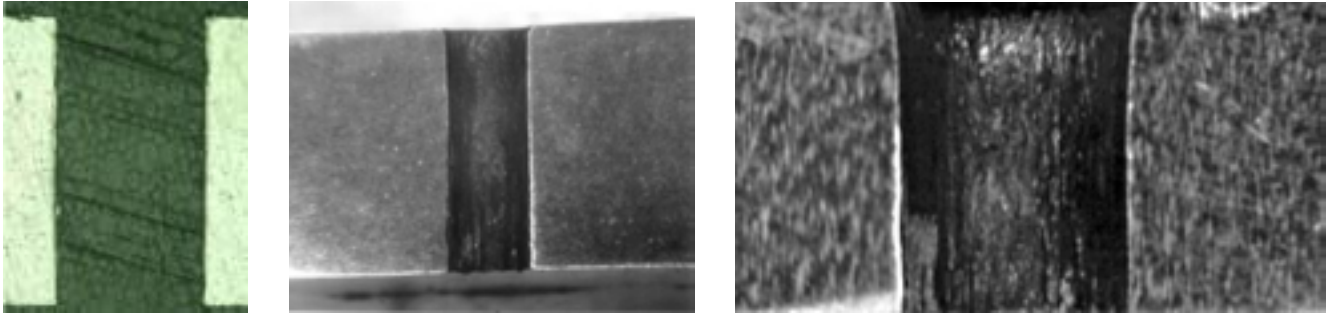
Figur 18. Överst ingångs- (a) och utgångshål (b) vid laserborring i grundmaterialet, och därunder motsvarande då borrarningen även sker genom TBC-beläggningen. I bilderna närmast är hålvinkeln i förhållande till substratet 45°, medan den längst t.h. är 30°.

bakgrund från Lumonics, Convergent Energy och SPI [Southampton Photonics Inc.], men numera verksam i Santa Clara för IPG Photonics, har ju länge varit en förespråkare för sk MOPFA [Master Oscillator Power Fiber Amplifier] –lasrar. Denna lasertyp har funnits på marknaden sedan en tid, men det är först nu som man lyckats utforma den för nanosecond-pulser i kombination med hög strålkvalitet [$M2 = 1,3-1,5$]. Dess huvudsakliga användningsområde är märkning i alla dess former och här berättade den gode Tony om IPGs Q-switchade modeller på effekter mellan 20-500 W och pulslängder kring 100 ns. Det går att nå topp effekter på 40 kW vid 200 kHz frekvens, något som han rekommenderade för märkning av polymerer. Bäst resultat får man med våglängder på 532 och 355 nm. Vid märkning av metaller ligger man

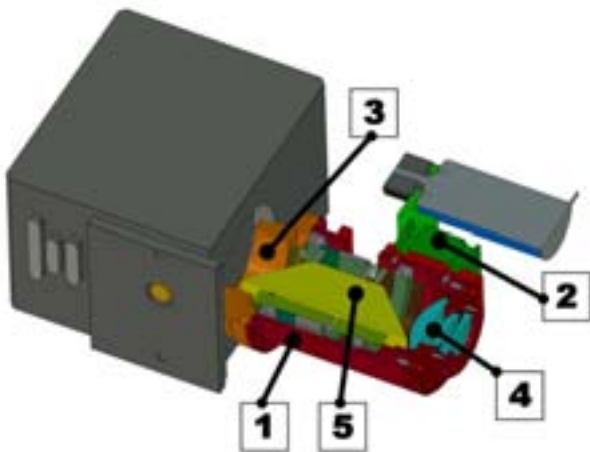


Figur 19. En 400 W-modell från Lumonics' nya fiberlaserbaserade produktserie, som liksom SPIs laserkällor bygger på sk "singel mode"-teknik.

på kortare pulslängder [$\sim 1 \text{ ns}$] men med en tiopotens lägre "repetition rate" [20 kHz]. Bearbetningshastigheten ligger på imponerande 2 meter i sekunden, och Tony menade att strålkvalitén, och därmed pulsergenin, är viktigare för resultatet än längden på laserpulserna. Att observera är vidare att det mänskliga ögat kan urskilja linjer ner till en bredd på 100 μm , medan lasertekniken alltså



Figur 20. Hålbörning i avancerade material med hjälp av en pulsad JK400FL-laser. Fr.v. 1,25 mm tjock Hastalloy med 0,5 mm håldiameter, 2,0 mm Inconel med 1,0 mm håldiameter och slutligen en 4,0 mm tjock Haynes-legering med ett 3,6 mm stort hål.



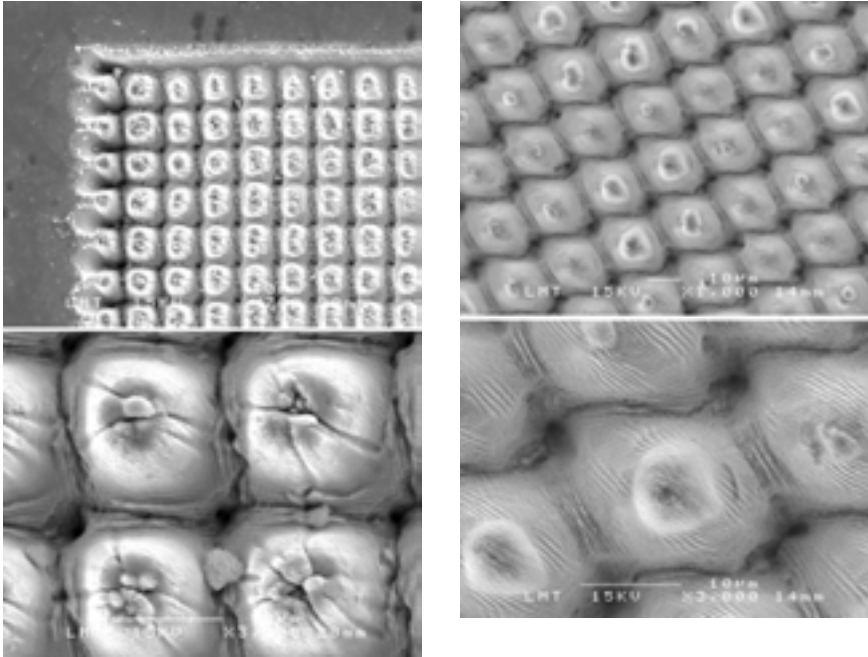
Figur 21. Modulärt uppbyggt verktyg för sk ”helical drilling”, med den roterande Dove-linsen i position 5.

ger möjlighet till betydligt ”finare” märkning än så!

Min gode vän Mohammed ”Mo” Naeem från GSI Lumonics i Rugby var näste talare. Mo lärde jag känna redan på 1980-talet då vi med Lumonics’ klassiska 400 W lamp-pumpade JK705 Nd:YAG-lasrar gav oss i kast med att överlappssvetsa zinkbelagda plåtar – ett gammalt kärt ämne som känns lika aktuellt än idag. Dr. Naeem adresserade samma ämnesområde som Dr. Druffner gjort tidigare, nämligen laserbörning av kylkanaler för olika aerospace-applikationer. Lumonics har nyligen lanserat en ny fiberlaser-baserad produktserie, där man bla utlovar en 2 kW multimode-variant under innevarande år, och här redogjordes för börning med hjälp av en 400 W SM [Singel Mode] –enhet [Fig. 19], som har en våglängd på

1080 nm och en gaussisk energifördelning med strålkvalitén $M2 < 1,10$. Det finns tre metoder för hålbörning med hjälp av laser; ”single pulse”, ”percussion” och ”trepanning”. Med de två första metoderna skjuter man laserpulser mot en och samma koordinat och förångar på detta sätt materialet. Dock menade Mo att dessa tekniker lämpar sig bäst för lamp-pumpade stavlasrar då dessa är överlägsna då det gäller att generera pulser med hög effekt. Detta låter sig knappast göras med en fiberlaser som p.g.a diodpumpkällorna inte når upp till liknande höga energinivåer. Därför var man i de aktuella experimenten begränsade till sk ”trepanning” där laserstrålen penetrerar i den koordinat där man förväntas få hålcentrum, varpå laserstrålen sedan successivt rör sig ut mot det tänkta hålets omkrets för

att sedan följa densamma. Med en JK400FL-laser med upp till 50kHz puls-frekvens hade material som Hastalloy, Inconel 625 och Haynes bearbetats [Fig. 20]. Håldiametrarna varierade mellan 0,2-1,0 mm och lutningsvinkeln till arbetsstyckets horisontalplan hade provats i intervallet 10-30°. Även 45° lutande hål hade åstadkommits med acceptabel snittkvalitet, men här fanns en begränsning i plåttjocklek så tillvida att maximalt 5 mm var processbart. Syrgas alternativt Argon med 5 bars tryck hade använts som skyddsgas och fokuspunkten på arbetsstycket var 20 μm i diameter. Detta gav vid en energitätthet av 40 MW/cm^2 och 15 kHz frekvens en avverkningshastighet på 13,8 mm^3/min . I motsats till vad fallet är med lamp-pumpade stavlasrar rör fiberlasern i cw-mode inte på att borra genom TBC [Thermal



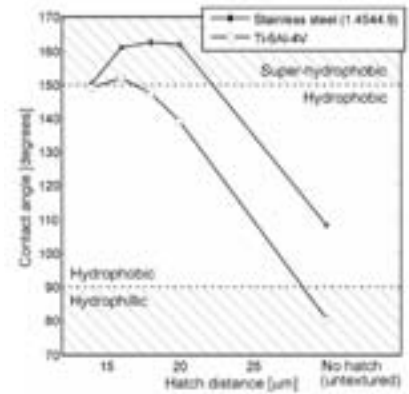
Figur 22. T.v. Ti6Al4V och därjämte rostfritt 1.4544.9-material vilka yttexturerats med hjälp av en pulsad laser med UV-våglängd. T.h. syns kontaktvinkeln för en vattendroppe som funktion av avståndet mellan nopporna vilket indikerar att bäst vattenavvisning erhåller man då detta mått är mellan 20-30 µm.

Barrier Coatings]. I dylika fall måste materialavverkningen ske medelst en modulerad laserstråle.

Vår finske kollega Henrikki Pantsar, sedan snart två år verksam vid Fraunhofer USA Center for Laser Technology i Plymouth, MI, presenterade en intressant innovation; sk "spiralformad borrar" med hjälp av en laserstråle. Idén som kläckts på sena kvällar tillsammans med kollegor som Petri Laakso, Mika Aikio och Jouni Huopana går ut på att man utför en trepanneringsskärning samtidigt som fokuspunkten förs ner i materialet med en hastighet kring 0,25 mm/sek. Man kombinerar rörelsen hos en Dove-lins som roterar med 5.000 rpm med den mekaniska rörelsen i en "scanner"-enhet [Fig. 21], varför den resulterande rörelsen av fokuspunkten i borrhålets periferi blir 10000 rpm eller 800 mm/sek, vilket är tillräckligt snabbt för att få igång en dylik skärprocess. Verktuget möjliggör skräddarsydd utformning av utgångshålet men

även skapandet av icke-cirkulära hål. Målet var att borra 200 µm stora hål i 200 µm tjocka kiselbrickor med hjälp av en 25 W Nd:YV04 MOPA-laser med 200 ns långa pulser och en repeterhastighet på 50 kHz. Framgångsrika försök hade utförts i såväl rostfritt som titanmaterial där den här borrarstekniken möjliggör borrar av små hål i tjockare material, något som inte är möjligt om enbart "scanner"-teknik används vid håltagningen.

Vid AKL [Aachener Kolloquium für Lasertechnik]-konferensen i Aachen 2008 berättade Marc Groenendijk från Lightmotif B.V. i Enschede, Holland om tekniken att med ultrakorta laserpulser skapa yttexturer som var vattenavvisande. Här i Orlando följdes detta ämnesområde upp med en presentation av Daniel Arnaldo del Cerro från Twente University. Nu var applikationen flygplansvingar med syftet att förhindra isbildning på desamma. Med hjälp av en ungefärlig lasereffekt på 180 mW i 7 ps långa pulser med 200



kHz frekvens skapas ett noppmönster där avståndet mellan noppor liksom deras höjd ligger kring 14-20 µm [Fig. 22]. På så sätt skapas en kontaktvinkel på över 150° för en vattendroppe vilket innebär att ytan blir vattenavvisande. Om avståndet mellan nopporna överstiger 20 µm förloras denna effekt såvida man inte repeterar bearbetningen ett flertal gånger. Man arbetar företrädesvis i det ultravioletta [UV] våglängdsområdet med våglängder som 515 och 343 nm, och de praktiska försöken hade utförts dels på rostfritt 1.4544.9-material och dels på den typiska aerospace-legeringen Ti6Al4V. Den bearbetade ytan beläggs efteråt med en 8 µm tjock HMDSO [HexaMethylDiSilOxane]-beläggning. Sådana provobjekt hade utsatts för fukt och kyla i laboratorium, men tyvärr var resultatet inte alltför positivt, såtillvida att förbättringen beträffande motverkan av frostbildning var marginell, men Dr. del Cerro ifrågasatte starkt om detta var en rättvisande provmetod och menade på att utprovning i verklig miljö är nödvändig. Däremot kunde man påvisa en uppenbar förbättring med lasertexturering då det gällde att motverka att isregn fastnade på ytan.

Härmed avslutas min rapportering från 2009 års ICALEO®-konferens, men snart drar det ihop sig till 2010 års evenemang som går av stapeln i Anaheim, CA mellan 27-30 september. Väl mött då!! ☺



Något av ett mellanår för EALA-konferensen, eller är det så att en viss mättnadsgrad uppnåtts vad gäller laseranvändning inom bilindustrin?

En statusrapport från 11th European Automotive Laser Applications 2010 3-4 februari i Bad Nauheim, Frankfurt a.M.

Av Johnny K Larsson, Volvo Cars

Årets EALA- [European Automotive Laser Applications] –konferens hade, de kärva ekonomiska tiderna med tillhörande reserestriktioner till trots, lockat drygt 130 deltagare till fashionabla Kurhotel Dolce i Bad Nauheim.

14 länder och 15 OEMs [Original Equipment Manufacturer, dvs. biltillverkare] var representerade [Tab. 1a & 1b], och de senare utgjorde 33% av konferensdeltagarna, medan 63% kom från underleveran-

törsföretag och 4% från institut och högskolor. Denna årliga högtidsstund för oss laserentusiaster inom bilindustrin arrangerades i sitt nuvarande koncept för elfte gången och var indelad i fem temablock. Dessa handlade om nya material, laseranpassad konstruktion, laserprocesser, ekonomiska aspekter samt presentation av några aktuella bilapplikationer. Nytt för året var att första konferensdagen avslutades med ett antal sk ”workshops”. Här kunde den intresserade välja mellan fyra olika ämnesområden som alla adresserade det övergripande problemet som var ”Hur den ideala laserprocessen skall

utformas?” Dessa områden anknöt till konferensens tidigare nämnda temablock och handlade om processplanering, sk ”business case” för laser, nya material och lämplig konstruktiv utformning. Själv hade jag nöjet att tillsammans med min kollega Niclas Palmquist moderera den förstnämnda. Här tog man upp en hel del tänkvärda och viktiga synpunkter som jag tror även kan vara till nytta för de av våra medlemmar som står i begrepp att satsa på exempelvis lasersvetsning. Därför kommer jag tillbaka i nästa nummer av LaserNytt då jag utförligt kommer att gå igenom resultaten från denna workshop.

Innehållet i de tekniska presentationer som togs fördes stödde uppfattningen att det kanske skett en mättnad beträffande antalet laserapplikationer inom bilindustrin. Några direkt revolutionära och nya grepp stod inte att finna på agendan, liknade tidigare års nyheter som VW:s omfattande globala satsning på lasersvetsning, införandet av laserlödning för kosmetiska fogar samt ”Remote Laser Welding” [RLW] –tekniken, vars främsta användare idag är Daimler AG. Efter introduktionen på C- och E-Klassmodellerna glunkas det om ytterligare införande av tekniken på A- och B-Klasse-varianterna i Rastatt. Men

TABELL 1A.	
Antal deltagare per nation	
Tyskland	88
Frankrike	8
Österrike	7
Storbritannien	6
Japan	4
Belgien	3
Korea	3
Spanien	3
Sverige	3
Schweiz	2
Canada	1
Finland	1
Italien	1
Nederländerna	1
Totalt	131

TABELL 1B.	
Antal representanter per bilföretag	
Volkswagen AG	11
Audi AG	9
Daimler AG	4
Hyundai-Kia Motors	3
PSA Peugeot-Citroën	3
Volvo Car Corporation	3
BMW AG	2
Toyota Motor Europe	2
Centro Ricerche Fiat	1
Honda Eng. Europe	1
Jaguar & LandRover	1
MAN Nutzfahrzeuge AG	1
Mazda Motor Europe	1
Nissan Motor Co. Ltd.	1
Renault SAS	1
Totalt	44

som sagt, några "ögonöppnare" i samma dignitet gick inte att finna vid årets EALA-konferens. Vidare är det tydligt att ett generationsskifte är på gång inom branschen. Bara genom att titta på medlemmarna i den styrelse som till stora delar är ansvarig för innehållet i konferensen hittar vi ett antal nykomlingar såsom Dr. Markus Baur [Audi AG], Jürgen Berndl [BMW AG], Manuel Lai [Centro Ricerche Fiat] och Dr. Hans Ferkel [Volkswagen AG]. Dr. Baur ersätter ju en av de verkliga trotjänarna nere i Audis Aluminium-Zentrum i Neckarsulm, nämligen Dr. Michael Niemeyer, och Herrn Berndl ersätter den i november förra året så tragiskt bortgångne Hans Hornig. Hans omkom i en bilolycka på väg hem från sin dagliga gärning vid FIZ [Forschungs- und Ingenieurs-Zentrum] i München. En EALA-konferens utan den sympatiske Hans Hornig kändes väldigt konstigt, och i samband med konferensens invigning hedrades hans minne och ett flertal av hans "lasergärningar" vid företaget hyllades. Dessa utgörs av tex taklasersvetsning av taken på BMW 3-Reihes touringmodell och 8-Reihes coupevariant, utvecklingsarbeten som skedde i nära samarbete med Volvo i slutet av 1980-talet. Vidare 11 meter lasersvetsning av den därpå följande 5-Reihe-modellen som omfattade laserapplikationer som mellanbräda och baklucka, 3-Reihe cabriolet med A-stolpe- och bottensvällarsvetsning med laser, lasersvetsning av aluminiumfronten på 7-Reihemodellen, fjärrlasersvetsning av en takbalk på flera 3-Reihe-modeller, laserskärning av lackerad plåt med hjälp av en Q-switchad laser, fram till fjolårets innovation med lasersvetsning av aluminiumdörrarna till de senaste 5- och 7-Reihe-modellerna. Ja, listan över av Hans Hornig utvecklade laserapplikationer i BMW:s produkter är lång, varför hans minne kommer att

leva kvar under lång tid framöver.

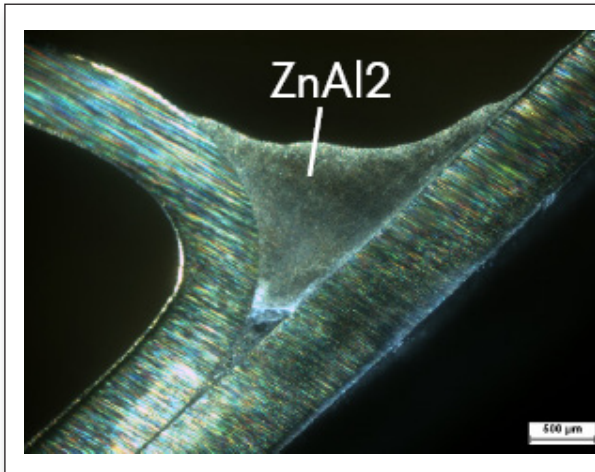
Även om nyheterna vid årets EALA-konferens var få så fanns det trots allt några guldkorn att vaska fram. Två av dessa hittar vi hos laserentreprenörerna vid Volkswagen [VW]. I sitt inledningsanförande lyfte professor Dr. Hans Ferkel fram nödvändigheten av att introducera nya material i karosstrukturen för att kunna uppfylla framtida hållfasthets- och viktkrav. Jag har ju tidigare nämnt VW:s omfattande satsning på varmformade karosseridetaljer i Borlegerat stål [22MnB5]. I tidigt utvecklingsarbete har man kunnat konstatera fenomenet med sk tidsfördröjd sprickbildning ["time-delayed cracking"] från mekaniskt klippta kanter i detta material, något som går att undvika om man i stället laserskär komponenterna. Med tanke på VW:s höga volymer och många modeller har det varit försvarbart att bygga upp en anläggning i Kasselfabriken för egentillverkning av varmformade detaljer, och i samband med detta installerades även 17,3 kW CO₂-lasrar för laserskärning. Nu visar det sig emellertid att man trots detta har svårigheter att upprätthålla en tillräckligt hög produktivitet i skärcellerna, varför en satsning på sk "Remote Laser Cutting" [RLC] står för dörren. Cykeltidskravet för exempelvis en B-stolpe ligger på 13 sekunder varför man behöver 4 skärmaskiner för kontur- och hålskärning av sammantaget 3240 mm per stolpe. För fjärrbearbetningstekniken skulle det räcka med en skärmaskin för att laserskära en komponent inom den givna cykeltiden. Emellertid finns vissa saker att beakta då man kommer upp i så här höga skärhastigheter. Instabiliteter liknande den "humping" som uppkommer vid alltför höga svets-hastigheter hade observerats [Fig. 1]. I höghastighetsfilmning kan man se hur det avsmälta materialet vid RLC har en tendens att flyta samman och



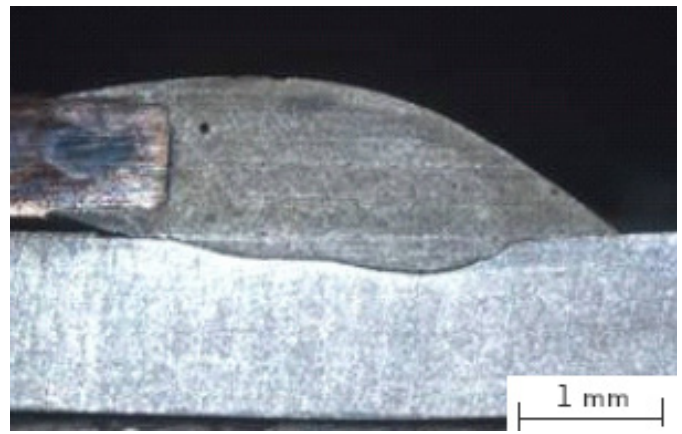
Figur 1. "Remote Laser Cutting" med 4 kW lasereffekt i 0,7 mm tjock elförzinkad stålplåt indikerar problem vid höga skärhastigheter. Nedifrån och upp illustreras resultaten vid skärning med 2, 4, 6, 8, 10 respektive 11 m/min.

stelna bakom nyckelhålet. Därför är det i dagsläget inte rekommendabelt att använda sig av en mindre fokaldiameters diameter än 600 µm vid denna form av bearbetning.

En annan åtgärd från VW:s sida, då det gäller att minska karossvikten, är att där så är möjligt introducera ytterplåtar i tjocklekar mellan 0,5 och 0,7 mm. Dessa sammanfogas lämpligtvis med laserlödning för att minimera värmeförvridningar, vilka dock ej är helt möjliga att undvika och blir mer uttalade ju tunnare materialet är. Därför hade en hel del mätningar av de distorsioner som uppstod vid olika parameterinställningar genomförts, och den generella rekommendationen för att minimera värmeförvridningarna var att använda höga lödhastigheter. Ett annat sätt att motverka dessa var att använda zinklegerat tillsatsmaterial i form av ZnAl2-tråd [Fig. 2] i stället för den i laserlödningssammanhang vanliga CuSi3. Även laserlödning av mix-material-kombinationer hade studerats vid Halle 18 i Wolfsburg som är VW:s fogningslaboratorium. Här positionerades ett 0,8 mm tjockt DX56-stål med zinkbeläggning [100 g/m²] ovanpå en AA6016-plåt med tjockleken 1,15 mm [Fig. 3], en orientering som enligt Dr. Ferkel endast är möjlig att löda med hjälp av en laser som värmekälla. Den



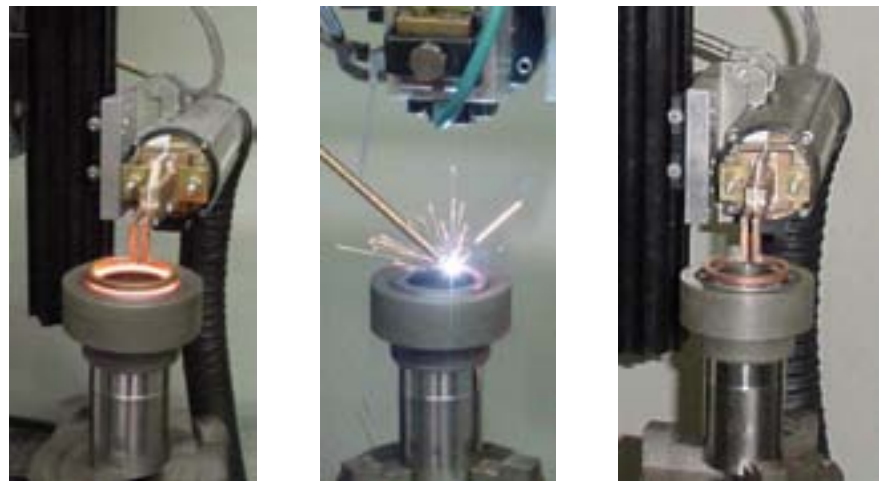
Figur 2. Ett sätt att motverka värmeförvridningar vid laserlödning av 0,5 mm tjocka stålplåtar kan vara att använda ett "skräddarsytt" tillsatsmaterial som i detta fall ZnAl2.



Figur 3. Lödning av stål till aluminium med stålplåten positionerad som topplåt är enligt experterna på VW endast realiserbart med laserteknik.

tidigare nämnda ZnAl₂-tillsatstråden hade använts i kombination med flussmedel och vid en konstant framföringshastighet på 2 m/min fick man acceptabla lödfogar inom effektintervallet 2,5-3,5 kW. Spaltöverbrygnadsförmågan i denna överlappsfog låg på 0,5 mm och fogens hållfasthet visade sig vara jämbördig med det svagare aluminiummaterialet vid genomförda dragprov.

Vid montering av drivlinekomponenter, vilka innefattar motordetaljer såsom kamaxlar och insprutningsmunstycken, växellåskomponenter som axlar och kuggjul, samt bakaxlar, differentialväxlar och stötdämpare, blir lasersvetsning alltmer en "State-of-the-Art"-metod. Ofta rör det sig om synnerligen svårsvetsade material och materialkombinationer, och några problemområden kvarstår att lösa, men dessa hade sakkunnige professor Dr. Berndt Brenner från IWS [Fraunhofer Institut für Werkstoff und Strahltechnik] i Dresden några förslag till. Genom att förvärma komponenterna med induktionsteknik blir avsvalningsförloppet vid lasersvetsningen långsammare vilket gör att martensitbildning och hög hårdhet i svetsgodset undviks. En kompletterande åtgärd kan vara att genomföra en efterhårdning av



Figur 4. Processkedjan för att undvika hög hårdhet och sprickinitiering i svetsgodset vid lasersvetsning av höglegerade och härdade komponenter för kuggdrev; Längst t.v. en förvärmning via induktion, därpå svetsning med tillsatsmaterial, varpå det hela avslutas med en anlöpning av svetsgodset.

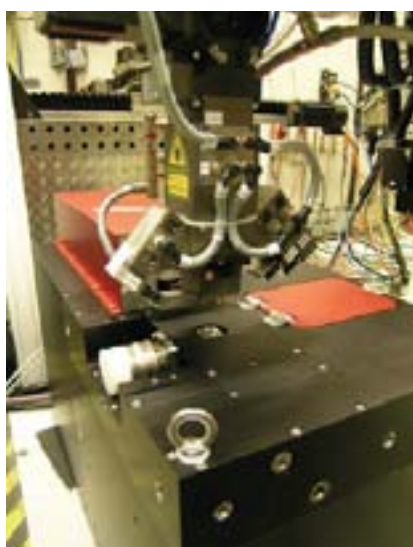
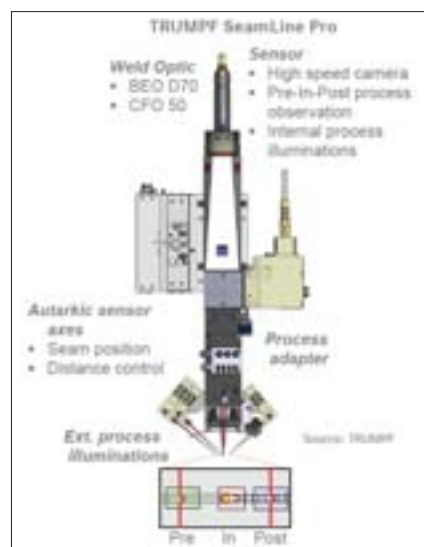
svetsgodset alternativt att använda sig av ett tillsatsmaterial som tillför duktilitet till svetsgodset [Fig. 4]. Dr. Brenner visade på ett annat praktikfall där utmaningen låg i att svetsa i en redan härdad komponent. Detta är inte möjligt såvida inte det hårda ytskiktet först avlägsnas, något som i det aktuella fallet hade gjorts genom laserborrning. Därefter kunde komponenterna sammansvetsas med hjälp av en fiberlaser och tillsatsmaterial.

Ytterligare ett sätt för att skapa en renare yta innan lasersvetsning av drivlinekomponenter kan vara att

deflektera en 150 W pulsad laserstråle över ytan [Fig. 5]. Detta förutsätter naturligtvis att nedsmutsningsgraden är begränsad men innebär att grundmaterialet ej smälts upp, energikonsumtionen är låg och därmed blir processen kostnadseffektiv. Detta beskrevs av bekantingen och fd VW-medarbetaren Cristian Elsner, vilken emellertid sedan 2002 tillhandahåller Daimler sina tjänster. Herrn Elsner har ju aktivt bidragit till införandet av lasersvetsning för många av företagets växellåskomponenter där kuggjul till axlar är den vanligaste applikationen. Hans



Figur 5. En av de verkliga laserpionjärerna inom bilindustrin är Cristian Elsner som bla berättade om hur man rengör drivlinedetaljer med en 150 W pulsad laser innan dessa sammansvetsas med hjälp av en högeffektlaser.



Figur 6. Några av de verktyg som Daimler använder i sin produktion för att säkerställa en hög svetskvalitet vid lasersvetsning av olika rotationssymmetriska detaljer; fr.v. Trumpfs SeamLine Pro, Primes' PowerMeter samt "Squirter" ultraljudsinspektion.

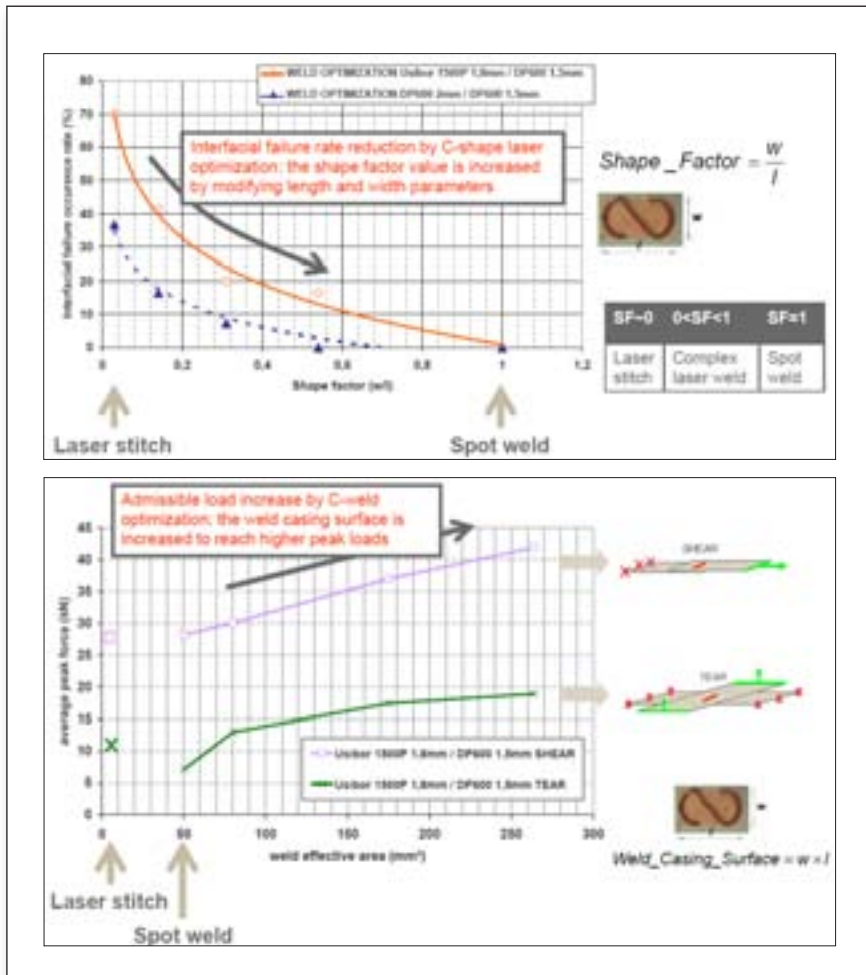
visade på några av de utrustningar som används i produktion för att säkerställa en hög kvalitet, som tex Trumpfs SeamLine Pro för precis positionering av laserstrålen och Primes' effektövervakningssystem [Fig. 6]. En egenutveckling hos Daimler är deras sk "Squirter"-system, ett springbrunnslänkande verktyg för ultraljudsprovning som gör att axelkomponenter kan bibehållas torra på insidan.

Dimensioneringsunderlag för lasersvetsar har ju länge varit bristfälliga och det har varit svårt att hitta information och regelverk för hur mycket en lasersvets klarar i olika belastningssituationer. Varje biltillverkare har tvingats till egna omfattande studier, men på senare år

har framförallt våra plåtleverantörer visat ett större intresse av att leverera information kring hållfastheten hos olika förband applicerade på de av företaget nyutvecklade materialkvaliteterna. I och med att RLW-tekniken blev praktiskt användbar har ju möjligheterna att konfigurera sitt svetsmönster blivit näst intill obegränsade. I en brett upplagd försöksstudie har ArcelorMittal försökt kartlägga detta och nu fick vi oss till livs ett uttömmande föredrag från Monsieur Aurélien Pic. Han hade myntat ett antal begrepp varav det första var SWE [Spot Weld Equivalent] vilket skall möjliggöra att jämföra en punktsvetsad konstruktionslösning med en lasersvetsad dito. Konklusionen var här att en

punktsvets motsvarar ett 20 mm långt laserstygn i mjukt plåtmaterial alternativt 30 mm långt om det är applicerat i ett höghållfast material. Denna tumregel skulle vara tillämpbar på såväl statiskt som dynamiskt belastade konstruktioner. Här bör dock påpekas att den gode Aurélien bara hade validerat sin modell på plåttjocklekar $\geq 1,5$ mm.

En annan strävan då man arbetar med korta laserfogar kan vara att göra dessa mindre känsliga för olika lastriktningar vilket man kan åstadkomma genom att undvika raka stygn och istället konfigurera dessa i C- eller S-form och därmed möjliggöra ett mer isotropt beteende. I detta sammanhang introducerade Monsieur Pic begreppet SF [Shape



Övre: Figur 7a. En ökad "Shape Factor" hos en kort lasersvets minskar risken för fogytebrott och närmar sig hur en punktsvets beter sig i motsvarande lastfall.

Nedre: Figur 7b. En större effektiv svetsarea, eller "Weld Casing Surface", ökar den maximala lastupptagande förmågan hos en lasersvets.

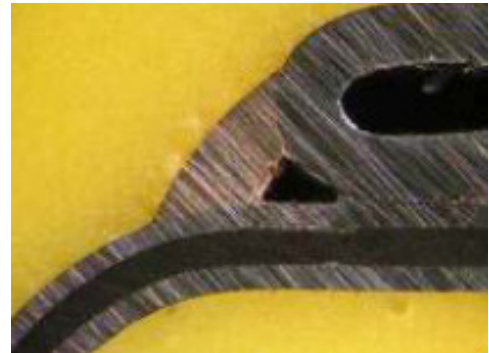
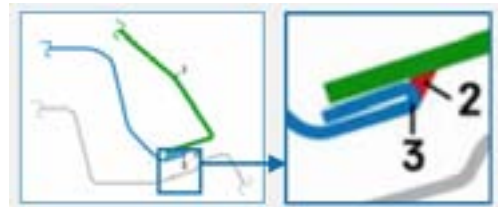
Factor]. Resultat från dragprov indikerar att om man ökar denna "Shape Factor" så att den närmar sig 1 minskar man avsevärt risken för att få fogytebrott [Fig. 7a]. Förmågan att ta upp last i lasersvetsen är kopplad till begreppet WCS [Weld Casing Surface] som beskriver den yta som lasersvetsens ytterkonturer omfattar [Fig. 7b]. Ett högre WCS-värde hos de enskilda lasersvetsarna hade förbättrat energiupptagningsförmågan vid experiment där dubbelhattar i 1,2 mm tjockt TRIP800 [Transformation Induced Plasticity] -material hade utsatts för axiell kompression. Vidare kunde man konstatera att brottbeteendet hos dessa balkar var likvärdigt med det som limpunkt-svetsade provobjekt uppvisade.

InCar®-projektet är en omfattande studie som ThyssenKrupp Stahl AG [TKS] genomfört och som med hjälp av åtskilliga innovativa applikationsexempel försöker illustrera hur avancerade stålmaterial kan användas för att ytterligare öka prestandan hos en bilkaross. Hela 13 olika divisioner inom TKS har deltagit och projektet har resulterat i att företaget Drauz-Nothelfer byggt tre stycken kompletta karosser i demonstrationssyfte. Bland annat har ett sk "sandwich"-material använts för vissa komponenter för att med bibehållna prestanda för styvhet och flexmotstånd kunna realisera ytterligare viktsbesparingar. Denna typ av laminatplåt består av två tunna metalliska skikt med en mellanlig-

gande polymerkärna, och det är uppenbart att sammanfogningen av dylika material ställer speciella krav på fogutformning och -metoder. Dr. Axel Grünekleer och Herrn Peter Cornelius visade på två exempel där detta material använts i karosstrukturen. Ett var en takpanel med 0,40 mm tjock polymerkärna och stålskal i tjocklek 0,30 resp. 0,20 mm. Skälet till att ha olika tjocklek på de senare är att eftersom taket laserlöds till övrig struktur vill man ha ett något tjockare material på den sida mot vilken lödfogen anbringas.

Ett annat exempel var en motorhuv där "sandwich"-materialet används i ytterplåten som var uppbyggd av två stycken 0,25 mm tjocka stålplåtar med en 0,40 mm polymerkärna däremellan. Här låg innovationen i att motorhuvens innerplåt, som är tillverkad i ett konventionellt BH [Bake-Hardening] -material, blindfalsas 180° för att därigenom lokalt skapa ett tjockare material att applicera lodmaterialet mot [Fig. 8]. Skälet till att välja laserlödning för sammansättningen av motorhuvens är att man enligt Dr. Grünekleer inte kan rullfalsa laminatplåten då man riskerar att falsrullarna kommer att skjuta det tunna plåtmaterialet framför sig och därmed åstadkomma en delaminering.

Viktsbesparingarna för dessa två applikationer jämförda med mer traditionella lösningar låg på 38% för taket och icke föraktliga 11% för motorhuvens. Vid lödoperationerna hade en HLD 3006D laser från Trumpf använts ur vilken man nyttjade ungefär 1 kW fokuserad till en brännfläck med 2,4 mm diameter. Genom att använda en förvärmad CuSi3 tillsatstråd kunde man överbygga den vågighet som vanligtvis uppträder på flänsarna då man arbetar med så här pass tunna tjocklekar. Framföringshastigheten låg på 2,1 m/min och motsvarande trådmatningshastighet var 2,5 m/min

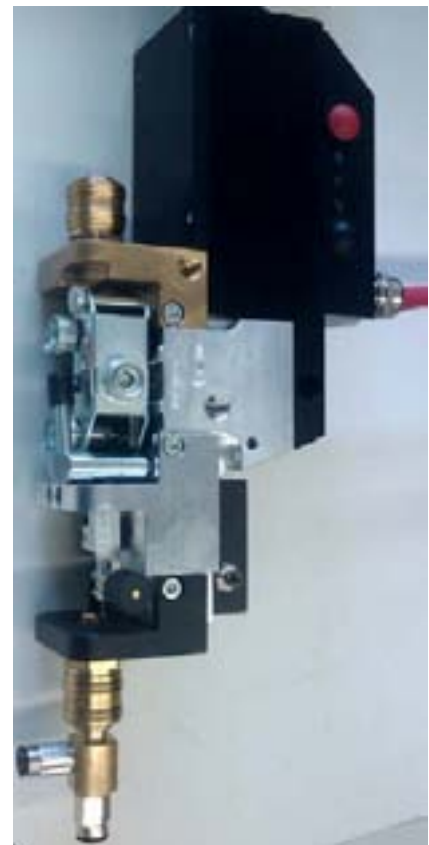


Figur 8. En av många innovativa tekniklösningar i InCar®-projektet; en laserlörd skarv i motorhuven mellan en ytterpanel i laminatplåt och en 180° falsad innerstruktur.

Vid lödaktiviteterna inom InCar®-projektet hade fogföljningsverktyget ALO1 från företaget Scansonic använts, och en annan talare vid EALA var Daniel Diepold från just Scansonic som här redogjorde för den vidare utvecklingen av verktyget och hur detta kan användas vid lasersvetsning av aluminiumkomponenter. Den senaste versionen av verktyget har beteckningen ALO3 och är utrustad med några "features" för vilka den något flegmatiska Herrn Diepold redogjorde. Vid lasersvetsning av aluminium krävs normalt en högre effekt pga materialets reflektivitet samt att användning av tillsatstråd är en nödvändighet. Det är ytterst viktigt att man har rätt matningskraft på sagda tråd och därför har ALO3-verktyget försetts med en teleskopisk arm [TA, Fig. 9] där fjäderkraften kan anpassas digitalt under lödprocessen. Men det är också möjligt att låsa armen i vad man bedömer vara ett ideellt läge. Vidare finns det en indragningsfunktion av tillsatstråden vilken möjliggör att man kan arbeta med större "stick-out" och därmed ligga längre från arbetsstycket med laseroptiken. En annan finess är en sk vippkompensering betecknad NEIGO, vilken



gör att inverkan av gravitet i olika lödpositioner elimineras. Optiken utgörs av en sk "BIFO" [Bifocal Module] vilket innebär att laserstrålen delas upp i två överlappande fokuspunkter. Därmed erhåller man en större brännfläck med tillhörande större nyckelhål vilket ger en mer stabil svetsprocess vid just bearbetning av aluminium. Dessutom blir tillsatstrådens inmatning vis-a-vis fokuspunkten mindre känslig. Slutligen har man i samarbete med ArbicorBinzel utvecklat en trådmatningsenhet benämnd DFE [Draht-



Figur 9. En vidareutveckling av Scansonics fogföljningsverktyg ALO3 som numera kan fås med anpassad fjäderkraft för optimal trådmatning via en teleskopisk arm (TA). Ovan har verktyget försetts med den nyutvecklade trådmatningsmodulen (DFE) från ArbicorBinzel.



Figur 10. Senaste nytt i laserverktyg från Precitec – den sk ”Wobble Tracker”, vilken kombinerar fogföljning med pendling och därför är ett utmärkt hjälpmedel vid svetsning i komplexa fogbanor med mindre exakt positionering mellan fogytorna.

FörderEinheit, Fig 9] som enkelt kan monteras som en extra modul på ALO3-verktyget. Denna enhet minskar den fria trådlängden till arbetsstycket och resulterar i en mer exakt trådmattning.

Sympatiske Markus Kogel-Hollacher från Precitec talade sig varm om företagets olika processverktyg för laserbearbetning. Huvud delen av hans presentation handlade om de specifika fokalpunktsförskjutningar som blir mer accentuerade i samband med utvecklingen mot allt bättre strålkvaliteter. Detta ämnesområde behandlas utförligt på annat ställe i tidningen i samband med min rapportering från ICALEO®-konferensen i Orlando förra hösten.

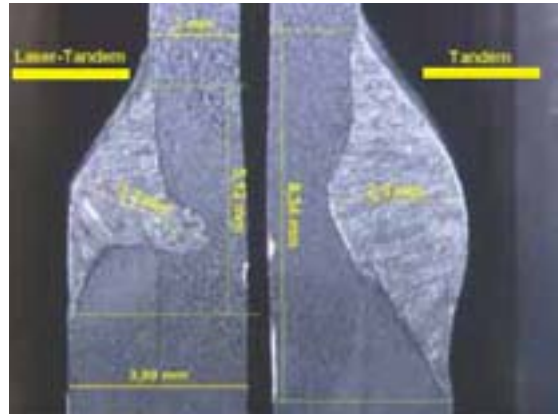
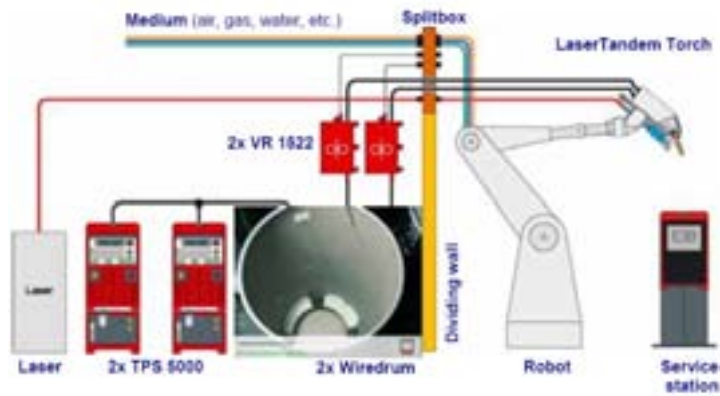
Nyheten vid EALA var en sk ”Wobble Tracker” som kombinerar traditionell fogföljning med en pendlingsfunktion [Fig. 10], en funktion som illustrativt presenterades för författaren av gamle laserbekantingen, numera Precitec-medarbetaren, Daniel Wildmann vid den lilla ”Table-Top”-utställning som förekom i anslutning till konferenslokalen. Pendlingsfunktionen

innebär att man fullt ut kan nyttja den goda strålkvaliteten hos en disk eller fiberlaser och exempelvis svetsa med en fokalpunktsstorlek mellan 200-300 µm även om man har en mindre exakt passning mellan plåt detaljerna. Pendelfrekvensen ställs in i förväg medan pendelamplituden regleras analogt. Svetshastigheten är naturligtvis applikationsberoende men kan beräknas enligt formeln $2 \times \text{fokalpunkten} \times \text{pendlingsfrekvensen}$, vilket för exempelvis en 0,2 mm stor brännfläck och en pendling med 250 Hz skulle motsvara en ungefärlig framföringshastighet på 6 m/min. I kombination med fogföljningsenheten kan komplexa svetsmönster med tex varierande spalter mellan detaljerna svetsas på ett kvalitetssäkrat sätt med i övrigt oförändrad optik i svetsverktyget.

En välbekant profil i dessa konferenssammanhang i Bad Nauheim är Dr. Herbert Staufer från Fronius GmbH i österrikiska Wels. Både vid den dedikerade årliga fogningskonferensen i april såväl som vid EALA-konferenserna brukar den gode Herbert dyka upp och delge oss senaste information om företagets uppfinningar. Fronius har ett välrenommerat rykte i lasersammanhang då man tidigt engagerade sig i laserhybridtekniken och var först med att presentera integrerade svetsverktyg för denna metod. Dessa finns numera tillgängliga i en ”generation två” där miniaturiseringen av verktygen fortsätter. Vidare har man patentet på den sk CMT [Cold Metal Transfer] –tekniken som är en form av pulsning vid gasmetallbågsvetsning vilket innebär att metoden ”går kallare” och därmed är synnerligen lämpad för svetsning i tunna karosseriplåtar. Denna gång torgfördes metoden LaserTandem [Fig. 11], vilket är en hybriduppställning där bågsvetseenheten arbetar med en tandemuppsättning, vilket hjälper till att ytterligare öka produktiviteten.

Laserstrålen går som ”ledande” i uppställningen och som laserkälla används en 8 kW TruDisk-laser från Trumpf. Försök hade genomförts på en länkarm som svetsats med 6 kW lasereffekt, och som kvalitetsövervakning hade man använt Fronius’ eget sk ”Q-Eye”-verktyg. Jämfört med laserhybridsvetsning kunde svetsastakningen ökas från 4,5 m/min till 5,1 m/min. Dock måste man vara medveten om att förbrukningen av tillsatsmaterial och skyddsgas ökar med i princip det dubbla jämfört med traditionell laserhybridsvetsning. Dessutom rekommenderas en något grövre tillsatsstråd, diameter 1,2 mm i stället för 1,0 mm, vid denna typ av svetsmetod. Också en uppställning som bestod av ett konventionellt laserhybridverktyg kombinerat med en tandem bågsvetsutrustning och med ett interavstånd på 100 mm mellan processerna presenterades. Vi får väl se om det vid nästa EALA-konferens utkristalliserat sig några lämpliga användningsområden för dessa LaserTandem-tekniker.

En av de mera applikationsinriktade presentationer som föredrogs kom från England och presenterades av herrarna Paul Meeson [Stadco] och Richard Hewitt [University of Warwick]. Här handlade det om RLW [Remote Laser Welding] och försöksobjekten var sidodörrarna till Jaguar-modellerna XF, vilken är tillverkad i stålplåt, och XJ som är en lättviktskonstruktion i aluminium [Fig. 12]. Utrustningen utgjordes av en 4 kW fiberlaser från IPG med stråldistributionen integrerad i Comaus patenterade SmartRobot-koncept. Ståldörren sätts samman med 83 stycken raka laserstygn som är cirka 25 mm långa, och den totala processtiden är 63 sekunder, vilket innebär att den faktiska svetsastakningen ligger mellan 3,2-4,2 m/min. Eftersom aluminiumdörrarna till XJ-modellen är dörrbågslösa krävs



Figur 11. T.v. illustreras principen för Fronius' LaserTandem-metod. T.h. en jämförelse av svetsvärsnitten mellan en LaserTandem-svets (t.v.) utförd med 4 m/min i svets hastighet och WFS (Wire Feeding Speed) på 14 m/min och en konventionell tandemsvetsning med 3m/min i framföringshastighet och 22 m/min WFS, vilket indikerar en 50%-ig reduktion av tillsatsstråd.

här endast 44 stycken 25 mm långa stygn, processtiden är 55,8 sekunder, och svets hastigheten konstant 2,2 m/min. Vid oförstörande efterkontroll av svetskvaliteten hade man framgångsrikt använt sig av holländska företaget AmsTechs ultraljudsverktyg. Jämfört med ett punktsvets eller nitbaserat processupplägg kan robotantalet minska med 85% och behövlig golvyta i fabriken med 50%. En kostnadsjämförelse gav vid handen att ett laserstygn var 34% billigare än en punktsvets respektive 87% billigare jämfört med en stansnit. Bland de erfarenheter som vunnits under projektets gång var att man även vid aluminiumsvetsning är betjänt av en mindre spalt mellan plåtkomponenterna för att erhålla en perfekt svetskvalitet. Vidare att laserstrålens infallsvinkel maximalt får avvika 20° från ytnormalen vid svetsning i aluminium, medan upp till 30° infallsvinkel kan tolereras vid svetsning i stål.

Kopplingen till universitetet i Warwick och dess välutrustade applikationslaboratorium [Fig. 13], i vilket RLW-cellen varit i drift sedan mars 2008, samt att provobjekten utgjordes av Jaguar-dörrar är det inte alltför vågat gissat att det är detta företag eller dess partner LandRover som har planer på att implementera denna metod i kom-



Figur 12. Framgångsrika "scanner"-svetsförsök vid University of Warwick på Jaguar XF:s ståldörrar (t.v.) och de dörrbåglösa aluminiumdörrarna för XJ-varianten (t.h.).

mande produkter. Detta bekräftades också senare i samtal med min gode vän Anil Mistry, fogningsansvarig vid det Lighthorne-baserade utvecklingskontoret. Det är projektet L405, som i klartext innebär nya Range Rover-modellen med produktionsstart 2012 och baserad på samma bottenplatta som Jaguar S-Type, som avser att satsa på fjärrlasersvetsade sidodörrar i aluminium.

Det senare är ett utmärkt exempel på det initierade skvaller som vi konferensdeltagare kan ägna oss åt under pauser och måltider vid EALA-konferenserna – ett nätverksbyggande vars värde aldrig kan överskattas [Fig. 14]. Sålunda fick jag i samtal med kollegor veta att Hyundai har processproblem med sina nuvarande laserapplikationer främst beroende på variationer i inkommande karosserimaterial. RLW-applikationerna

för påhångsdetaljer går bra, och nu har man köpt på sig ett antal utrustningar för laserlödning.

PSA [Peugeot Société Anonyme] Peugeot Citroën lasersvetsar sidodörrar till 3008- och 5008-modellerna med konventionell laserteknik där svetsföljden har visat sig vara kritisk. För att underlätta detta avser man att i framtiden i stället satsa på RLW [Fig. 15]. 2013 räknar man med att ha runt 50 högeffektlasrar i drift, att jämföras med de 6 som var aktiva i produktion 2008.

Renaults strategi är att i fortsättningen laserlöda taken till karossidorna på alla sina modeller. Man har ett nytt plattformsprogram på gång, vilket kommer att innebära en avsevärd ökning av antalet varmformade detaljer med ty åtföljande behov av laserskärning.

RofinSinar har idag disklasrar på



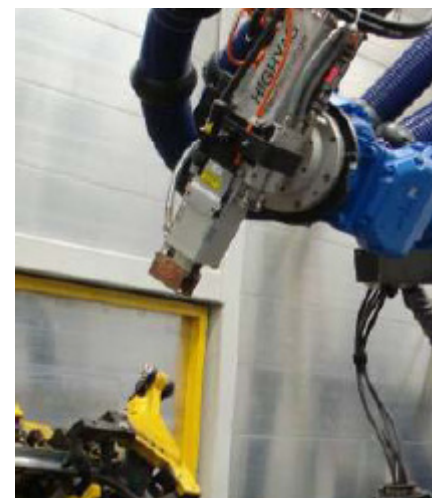
Figur 13. Den synnerligen imponerande anläggningen vid University of Warwick som erbjuder ett välutrustat applikationslaboratorium med möjlighet att utprova de flesta fogningsmetoder som förekommer inom bil- och annan industri.

upp till 4 kW uteffekt i sitt sortiment. Beträffande fiberlasrar är 2 kW det kraftfullaste man kan erbjuda idag, men enligt Markus Rüttinger kommer en 4 kW-enhet att bli tillgänglig under 2010.

Se där bara några av de nyheter som gick att snappa upp under konferensen, som i vanlig ordning avslutades med att representanter från biltillverkarna gav sina visioner över den fortsatta laserutvecklingen vid sina respektive företag. Här rörde sig mycket kring lättviktssatsningar, mix-material-scenarios, lasersvetsning och lasersvetsning av aluminium och höghållfasta stålkomponenter. Men även processfrågor som effektövervakning, hastighetssensor för trådmatning och gasflödeskontroll, samt ett behov av ökande "beam-on-time", alltså den tid under cykeln som lasern verkligen levererar energi, stod på agendan. Daimler betonar mycket ämnet "effekteffektivitet". Man opererar idag över 100 stycken högeffektlasrar i sina fabriker, men har enligt Ralf Bernhardt alltför mycket "stand-by"-effekt. Prognosen är att år 2015 ha ett laserbestånd som till lika delar består av diod- och disklasrar, vilka kommer att användas vid tillverkningen av de nya modellerna i CLS-, C-, E- och S-segmenten. Slutligen kan nämnas några tänkbara synpunkter från



Figur 14. Volvo satsar stort på diodlasrar, eller...? Artikelförfattaren i samtal med LaserLines marknadsansvarige i Europa; Axel Luft.

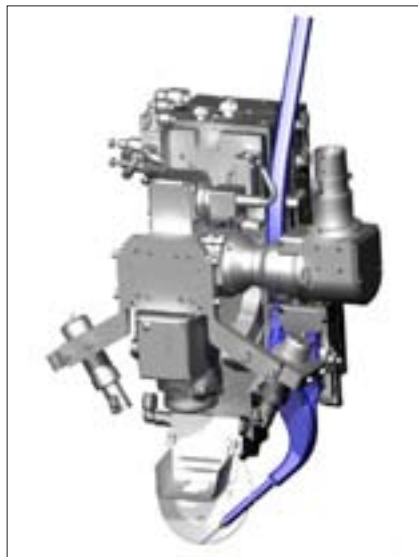


Figur 15. Uppställningar för laserlödning och fjärr-lasersvetsning (närmast) vid Peugeot-Citroëns utvecklingscenter i Vélizy utanför Paris.



Figur 16. Niclas Palmquist från Volvo Cars "lägger ut texten" vad gäller företagets framtida laserstrategier, där mycket handlade om flexibilitet i form av exempelvis verktyg kombinerade för svetsning och lödning (t.h.).

min Volvo-kollega Niclas Palmquist, som menade att med hänsyn till våra relativt låga volymer av olika



modeller har frågan om mer flexibla laserceller för kombinerad svetsning/lödning/skärning aktualiserats som

ett led i att minimera produktionskostnaderna [Fig. 16].

Sammanfattningsvis vill jag säga att några radikala nyheter inte stod att finna vid årets EALA, men det är kanske ändå inte det som är det viktigaste syftet med dessa konferenser. Det schemalagda programmet i all ära, men det som verkligen tillför mig och andra deltagare "näring" och fortsatt inspiration till nya djärva lasersatsningar är den gemytliga stämning och informella atmosfär som råder vid dessa träffar i Bad Nauheim. Ett nog så överraskande konstaterande med tanke på att närmare 70% av delegaterna utgörs av i vardagslag vanligtvis strikta och reserverade tyska medborgare! ☺

Fibertube Advanced –

Avancerad fiberlasersvetsning och -skärning av rostfria rör

Av Joakim Hedegård, Swerea KIMAB

Både kvalitet och produktivitet vid tillverkning av rostfria rör har stor potential att förbättras genom laserbearbetning. Den nya fiberlasern möjliggör utmärkt precision och hög hastighet inom svetsning och skärning, vilket har framkommit i pilotprojektet "Fibertube". Tekniken behöver dock utvecklas, instabilitetsfenomen bemästras samt process och applikationsteknik anpassas. Genom höghastighetsfilmning, teoretisk analys m.m. ska utveckling ske för olika rörtillämpningar. Rörtillverkare, systemtillverkare, slutanvändare, institut och universitet deltar, för bästa processförståelse och implementering i industrin.

Projektet finansieras av Vinnova och industrin och ingår i Stålforskningsprogrammet 2007-2012. Projektet löper under perioden 2009-11-01 – 2012-12-31.

De deltagande företagen är Outo-

kumpu Stainless/Outokumpu Stainless Tubular Products, Sandvik Materials Technology, Westinghouse Electric Sweden AB, Permanova Lasersystem, Forsmarks Kraftgrupp och Vattenfall Ringhals. Tillsammans med Fogningscentrum vid Swerea KIMAB och Luleå tekniska universitet (LTU) som internationellt erkänt universitet inom laserbearbetning bildar de ett konsortium som ska leda till högkvalitativ forskning och applikationsutveckling för avancerade svets- och skärprocesser med fiberlasern samt ökad produktivitet och konkurrenskraft bland svenska rörverk.

Projektet handlar om att undersöka och utveckla lasersvetsning, laserhybridsvetsning (tex kombinationen Laser-MAG/MIG) och laser-skärning för ett antal olika rostfria rörapplikationer hos de tillverkande företagen. Bredvid genomförandet av systematiska experiment med olika högeffektlasrar, speciellt med



Penetrationstest i rostfritt stål, 15 kW fiberlaser med 300 mm/min svetsningshastighet.

den nya 15 kW fiberlasern på LTU, ska nya vetenskapliga metoder som tex höghastighetsfilmning användas för att observera, utvärdera, dokumentera och analysera experiment. Dessutom ska innovativa varianter av bearbetningstekniken studeras, tex genom användning av speciell optik. ☺

En allians som märks

Processerfarenhet och laserautomation förenas



Vår mångåriga erfarenhet av laserprocesser och dess användningsområden förenas äntligen och skapar en allians med ett brett utbud för alla kunder. Vårt kompletta produktprogram sträcker sig från laserkällor till flexibla maskiner baserade på kunders behov.

Delade visioner om kundservice och lyhördhet möjliggör en kreativ och strukturerad utveckling av kundanpassade utrustningar.

Lokaliseringen i Sverige ger en bättre närhet till skandinaviska kunder.

STJERNBERG
automation

www.stjernbergautomation.se

A·V·N Maskin

www.avnmaskin.se

Aterförsäljare för **rofin**

CO₂ Laser Systems from Richardson Electronics



No matter what brand of CO₂ laser you use, Richardson Electronics has the tubes, replacement lenses and mirrors you need.

We have been supplying quality power grid tubes to the CO₂ laser market from the very beginning. We maintain an extensive inventory of triodes and tetrodes used in many of today's state-of-the-art laser cutting systems, including **Bystronics** and **Trumpf**. These tubes are in stock and ready for same-day shipping. We also stock replacement water fittings and preformed tubing for **Trumpf** laser systems.

We also offer our **National** line of high quality replacement lenses and mirrors for all laser makes and models.

Richardson Electronics is a global organization serving customers from a network of local sales offices and stocking locations throughout the world. Locate the Richardson Electronics sales representative nearest you at www.rell.com.

Richardson Electronics

Stockholm, Sweden

+46 8 564 705 90 • Fax: +46 8 760 4663

jensk@rell.com • www.rell.com/lasers

<u>OEM Part Number</u>	<u>Richardson Electronics Part Number</u>
RS3021CJ	AX3021CJ
RS3021CJS	AX3021CJ
B1634A	NL11826
C1583	NL10277-1
C1583A	AX1583A
Y826	NL11826
3-500Z	NL11826
RS2048CJ	AX2048CJ
RS2048CJC	AX2048CJ
NL10277-1	NL10277-1
NL10277	NL10277
Q450-1	Q450-1
Q450-2	Q450-2
Q450-4	Q450-4
Q450-5	Q450-5

 **Richardson Electronics**

Your Global Source for
Electron Tubes and
Vacuum Devices

Stort intresse för utveckling av laserhybridsvetsning

Av Per Westerhult, Lasergruppen

Laserdag I tillika Lasergruppens vårmöte ägde rum den 27 maj 2010 på Esab AB i Göteborg. På laserdagen deltog 26 personer. Laserdagen inleddes med att dagens värd, Johan Tolling hälsade alla välkomna och gav en kort presentation av Esab AB:

Företaget Esab AB som betyder Elektriska Svetsnings Aktiebolaget grundades 1904 av Oscar Kjellberg som en följd av en uppfinning, den belagda elektroden. Sedan dess har Esab ständigt förbättrat material och metoder. Parallellt har Esab utvecklat nya metoder för att möta den tekniska utvecklingen. Idag producerar Esab tillsatsmaterial och svetsutrustningar, för så gott som alla svets- och skärprocesser samt applikationer. Mer än 100 års ständig forskning och utveckling har gjort Esab världsledande inom svetsning och skärning. Sedan 2005 har Esab sin verksamhet och huvudkontor förlagt till Lindholmen i Göteborg.

Några riktlinjer för laserhybridsvetsars funktion i olika lastsituationer

Alexander Kaplan från Luleå tekniska universitet inledde den tekniska session med ett föredrag på temat "Några riktlinjer för laserhybridsvetsars funktion i olika lastsituationer". Föredraget var indelat i tre olika avsnitt, ett allmänt avsnitt om laserhybridsvetsning samt två



Deltagare vid laserdagen hos Esab, Göteborg. Värd för dagen var Johan Tolling.

olika fallstudier (fall: "hybridsvetsens toppsida avgörande under last" samt "rotsidan avgörande under last"). Några slutsatser från undersökningen:

- * Utmattningslast: max spänning initierar sprickor
- * Beroende på lastfall: topp- eller rotgeometri är avgörande
- * Hybridsvetsning (tråd) kan forma svetsens toppsida
- * Om tillåtet, förenkla från 3D till 2D – last

Erfarenheter från kommersiell laserhybridsvetsning

Magnus Eriksson från Duroc Rail AB redogjorde för deras erfarenheter från kommersiell lasersvetsning. Duroc Rail AB erbjuder idag kunder i huvudsak inom transportsektorn, breda höghållfasta stålplåtar som ger förbättrad prestanda och viktreduktion till en lägre kostnad. Företaget tillverkar svetsade plåtar upp till

8 meters längd och 3 meters bredd, plåttjocklek 1.95 – 8 mm. Bland produkterna som tillverkas i dag är det malmvagnar och containrar.

Erfarenheter och problem vid laserhybridsvetsningen är:

- * Inte insett vikten av snabb hantlingsutrustning
- * Tjockare än 10 mm bör man fräsa kanten
- * Tunnare än 2 mm kräver mycket snabb framföringshastighet
- * Rotgas
- * Förebyggande underhåll

PROHYB Lasersvetsning för bil- och verkstadsindustrin

Tore Salmi, Permanova Lasersystem AB presenterade resultatet från en studie "Laserhybrid welding of thin sheets in automotive industries" som är en del av MERA projektet: "PROHYB – Production Development with Laserhybrid Welding" (ett samarbetsprojekt mellan

Permanova och SWEREA Kimab).

Syftet med projektet har varit att studera laserhybrid – MAG svetsning i tunna plåtar till bilindustrin, förbättra svetsbarheten genom processoptimering. Resultatet från undersökningen visar bland annat en ökad produktivitet, minskad antal produktions steg samt förminskade ledtider.

Lasersäkerhet & AFS 2009:7 – Artificiell optisk strålning

Urban Widén, Sjögårdsvik AB redogjorde ingående för Arbetsmiljöverkets föreskrifter om artificiell strål-

ning (AFS 2009:7). Presentationen gav en insyn i vad olika laserklasser innebär, vilka typer av skador (hud, ögon) uppstår då man exponeras av laserstrålning.

Laser – Tandem MAG hybridsvetsning, en process som ökar spalttoleranser och svetskvalité

Johan Tolling presenterade resultatet från ett ”Laser – Tandem MAG hybridsvetsningsprojekt” som genomförts på Esab. I projektet har problem, problemlösning samt fördelar med laser hybridfogning studerats. Problemen är oftast ”droppig rot i tocka material” samt ”brännsår

mot ytor som har olika former av oxider”. Dessa problem löses genom en ”ökad depositionsgrad” samt ”en annan form på smältan”. Fördelarna med processen är följande:

- * Ökning med cirka 20 – 30 % i plåttjockleken runt 5 mm
- * Ökad svets hastighet
- * Ökad penetration

Ovanstående föredrag finns inlagda på Lasergruppens hemsida www.lasergruppen.eu, medlemsexklusiva delen, och kan laddas ner.

Laserdagen avslutades med en guidad visning av Esab:s processcenter. ☺

Rapport från laserseminarium i Danmark den 4 maj

Av Mikael Mimer, Trumpf Maskin AB

Den danska motsvarigheten till Lasergruppen, Laser-ERFA-gruppen, arrangerade i våras ett seminarium på temat fibertransporterad laserbearbetning. Ca 30 åhörare kunde lyssna till föredrag om laserskärning, lasermärkning och lasersvetsning, allt med fibertransporterad laserteknologi.

Dagen inleddes med en presentation av Andreas Kettner, utvecklingsdirektör för laserskärningsmaskiner på TRUMPF Werkzeugmaschinen GmbH. Åhörarna fick höra vad TRUMPF's filosofi kring laserskärning med fibertransporterat laserljus kontra det traditionella CO₂-lasersljuset är. TRUMPF's nyaste till-

skott inom området fibertransporterad laserskärning heter TruLaser 5030 Fiber och presenterades några veckor tidigare på ett öppet hus vid huvudkontoret i Ditzingen. Vi fick höra att laserskärning med fibertransporterad laserteknik inte är någonting nytt. Sedan mitten på 90-talet har TRUMPF levererat över 200 maskiner för skärning med den här tekniken. ”Det är erfarenheter som vi har tagit med oss till de nya maskiner som vi nu lanserar” sa Andreas Kettner.

Dagen fortsatte med en föreläsning från Tim Westfälling, IPG Laser, som pratade om en ny serie fiberlasrar för pulsad bearbetning. Enligt föreläsaren skall de här lasrarna ersätta de lamppumpade YAG-lasrar som i stor utsträckning används för pulsad lasersvetsning inom finmekanisk industri idag. Även Rofin-Sinar var inbjudna att hålla föredrag den här dagen. Det Hamburg-baserade

företaget valde att prata om lågeffekts fiberlasrar för finskärning. En applikation som till stor del är inriktad mot medicinteknik. Den andra delen av Rofin's föredrag handlade om lasermärkning med fiberlaser. Laser- och maskinleverantörernas del av dagen avslutades med en presentation av Gianni Piccolo från Salvagnini som presenterade hur marknaden hade mottagit lanseringen av företagets första fiberlaserbaserade skärningsmaskin.

Efter en trevlig buffélunch presenterade den danska maskinbyggaren Egatech A/S hur de integrerat en fibertransporterad laserälla i en helautomatisk svetsanläggning till Micro Matic i Odense. Tillsammans med Micro Matic fick vi höra hur projektet hade vuxit fram och realiserats. Dagen avslutades med ett studiebesök på Micro Matic där vi fick se den ovan nämnda helautomatiska svetsanläggningen. ☺

Dämpningen hos laserskyddsglasögon åldras och försämras

Av Per Olof Hedekvist, SP Sveriges Tekniska Forskningsinstitut

Nyligen presenterade SP Sveriges Tekniska Forskningsinstitut mätningar som visar att den skyddande dämpningen i laserskyddsglasögon kan försämras med åldern. Spridningen i uppmätt dämpning jämfört med specifikationen ökar med tiden, alltifrån acceptabelt skydd efter 30 år till en betydande försämring redan efter 5 år. Även om det inte är någon kontroversiell upptäckt, är det remarkabelt att det inte uppmärksammats tidigare.

Bakgrund

Laserskyddsglasögon utgör det personliga skyddet för landets användare och operatörer av laser klass IIIB eller IV. För att kunna användas obehindrat har de hög dämpning vid den eller de våglängder som de avser att skydda mot, och låg dämpning vid övriga vilket ger ett högt ljusgenomsläpp men med en färgton. Detta innebär också att det kan vara svårt att med det mänskliga ögat uppfatta en förändring med tiden. Trots att alla material har någon typ av åldrande, har väldigt lite intresse visats mot hur dessa glasögon åldras. Till och med Arbetsmiljöverket i AFS 2009:7 "Artificiell optisk strålning", vilket är den föreskrift som beskriver hur arbetsplatsen ska skyddas för att minimera risken för arbetsskador, skriver att glasögon ska väljas för att dämpa



Glasögon av olika ålder, material och modell har testats.

tillräckligt vid de aktuella laservåglängderna, och ha god transmission vid övriga våglängder. Beskrivningen utgår från tillverkarens specifikationer vid tillverkningstillfället, och ingenting skrivs om att det ska säkerställas att glasögonen under hela sin användningstid faktiskt skyddar mot farliga optiska effektnivåer i den omfattning som märkning och dokumentation påstår. Därför har det väckt ett stort intresse då SP Sveriges Tekniska Forskningsinstitut presenterar resultat som visar att glasögon kan tappa merparten av sitt optiska skydd inom några år. Genom att ta in glasögon från olika tillverkare och av olika ålder från användare runt om i landet har en spridning uppnåtts så att resultaten kan anses representativa för statusen hos laserskyddet i Sverige. Det ska betonas att ingenting i studien tyder på att tillverkarna anger ett felaktigt

värde, eller att skyddet försämras under garantitiden. Samtidigt lämnar ingen tillverkare någon garanti överstigande 4 år.

Flera laseroperatörer tar på sig sina laserskyddsglasögon i stort sett dagligen, och inom ett par år är de repiga, slitna i lederna, och det är naturligt att byta ut dem. Å andra sidan är det inte ovanligt med lasrar som används mer sällan, och där glasögonen förvaras utan mekaniskt slitage. Det är heller inte ovanligt att de ersätta glasögonen fortfarande förvaras i anslutning till lasern, för att kunna användas i samband med besök, demonstrationer eller upplärning av ny personal. Då kan dessa upplevas som funktionsdugliga även efter 10 – 20 år. SPs studie visar att de kan ha acceptabel dämpning även efter 30 år, men kan också ha tappat merparten av sitt optiska skydd redan efter 5 – 10 år. Denna försämring kan inte här-



Uppmätningen har utförts i en spektrofotometer, med 20dB dämpning i referensstrålen.



Exempel på CE märkning av glasögon. Glasögonen på bilden har även OD märkning enligt ANSI på vänster skalm.

röras till ett felaktigt hanterande eller förvaring, utan snarast en utveckling av ett normalt användande.

Vad betyder siffrorna?

Trots att laserskydd sedan många år ska vara provade enligt den europeiska standarden EN207, förekommer många gamla glasögon som enbart testats enligt amerikansk ANSI standard. Detta är tydligast då märkningen stipulerar en dämpning i Optical Density (OD) vid definierade våglängder. Det kan dessutom noteras att flera av dessa skydd påstår sig ha en dämpning på OD 14-16 något som varken då som nu är möjligt att mäta med rimlig noggrannhet. Dessa värden är snarast beräknade baserat på tillverkningsteknik och uppmätning av lägre dämpningar. En klar skillnad mellan ANSI och EN är att den amerikanska utgår från minimal dämpning, medan den europeiska utgår från maximal transmission.

EN 207, vilken kommer ut med en ny revision under 2010, omfattar märkningarna L1 till L10, där maximal transmission vid specificerad våglängd för L1 är 10-1 och för L10 är den 10-10. Våglängden anges som ett tal, och att det motsvarar nm är underförstått och anges inte. Vidare anges om det test som ligger till grund för transmissionsuppskatt-

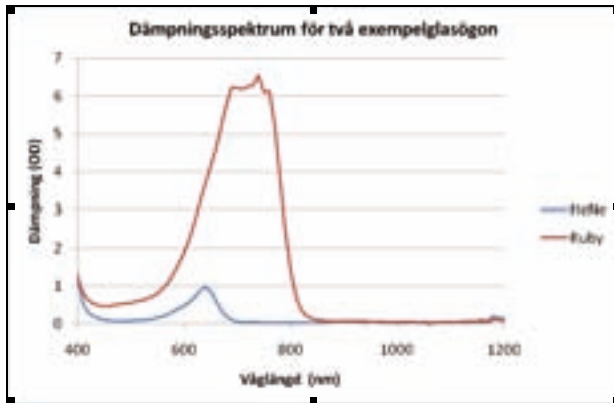
ningen, och därmed indikerar vilken typ av laserstrålning som glasögonen är godkända att skydda mot, är utfört med cw-laser (D), pulsad laser (I), Q-switchad laser (R) eller mod-låst laser (M). Bokstäverna kan kombineras om tester gjorts under flera betingelser, och beroende på vilken eller vilka betingelser som anges ska glasen erbjuda korrekt dämpning för olika intensitet under minst 10 s eller 100 pulser (värdena baseras på EN 207:2003 och kan förändras i EN 207:2010). Under denna belastning får inte glasögonens transmission öka, eller spricka på den sida som vetter mot ansiktet. Däremot är det tillåtet att de börjar smälta, så länge som detta medför oförändrad eller ökad dämpning. Typprovning innebär som med andra varor att ett representativt urval av produktionen görs, och dessa individer utsätts för destruerande tester. Detta innebär att de glasögon som säljs har endast mätts upp vid lägre effektnivåer, eventuellt har endast filtermaterialet mätts upp, innan själva produktionen av glasögonen utförs.

Enligt EN 207 ska även tillverkaren anges, vilket görs med en kod som registreras på Europa-nivå. LV, W eller RH betyder tex att glasen är tillverkade av Laservision / Uvex, och GPT står för Sperian / Glendale.

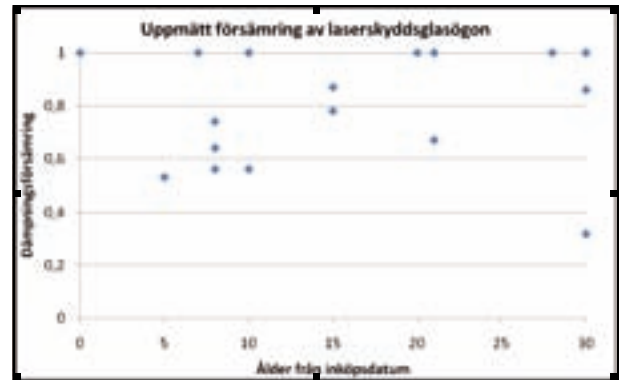
Det finns inget formellt krav att tillverkningsdatum ska anges, men flera tillverkare har ändå inkluderat detta i dokumentationen tillhörande glasögonen. I de fall SP mottog glasögon utan angivet tillverknings- eller inköpsdatum berodde detta oftast på att dokumentationen inte förvarades i anslutning till glasögonen.

SP genomförde en inventering

Under hösten 2009 kontaktades i stort sett alla användare av laser i Sverige, och ett flertal svarade på frågan om hur översynen av det optiska skyddet hanterades. Det visar sig att flera användare köper nya laserskyddsglasögon vart femte år, medan andra använder de glasögon som levererades med lasern. I förekommande fall byttes glasögonen ut när det var för repiga för att se igenom, men det noterades att ingen av de tillfrågade utförde någon mätning för att bestämma det optiska skyddets nivå. Vidare erbjöds en uppmätning av ett par glasögon från varje tillfrågad användare, och därmed uppgick den experimentella delen av studien till 20 par. De flesta av dessa har ett specificerat skydd vid 1064 nm (Nd:YAG), men även 632 nm (HeNe), 532 nm (Ar) och 694 nm (Rb) finns representerade. Pga mättekniska begränsning-



Dämpning av två exempelglasögon. Båda har en specificerad dämpning på OD 6 vid 632 nm (HeNe) resp. 694,3 nm (Ruby). Utfallet är som synes inte lika bra för det ena paret.



Dämpningsförsämring visas som kvoten mellan specificerad dämpning och uppmätt dämpning, där båda värdena anges i OD. Kvoten har ingen fysikalisk betydelse, men motsvarar en subjektiv uppfattning om hur korrekt eller felaktig angivelsen på glasögonen är.

ar har inga uppmätningar genomförts på glasögon som skyddar mot 10,6 μm (CO_2), vilket utgjorde den största gruppen i de kontaktade användarna. Slutligen finns både plast och glas representerade, men med en tonvikt på de förstnämnda.

Mätningen utfördes i en spektrofotometer, nyligen kalibrerad och med regelbundna referensmätningar av kända dämpare för att minimera inverkan av mätfel. Glasögonen monterades för vinkelrät strålgång och transmissionen uppmättes relativt en referensstråle. För att öka dynamiken dämpades denna referens 20 dB, vilket möjliggör en maximal absorptionsmätning av 70 dB, vilket motsvarar OD 7. Dämpningen beräknades som inversen av transmissionen, för att bättre harmonisera med flertalet av de första mätobjekten. Eftersom studien gjordes ur ett användarperspektiv mättes flera glasögon endast vid enstaka våglängder, där hög dämpning är utlovad. För fullständighetens skull mättes både höger och vänster öga, och detta visade att skillnaden inte är lokal då samtliga provobjekt uppvisade mycket liten skillnad mellan de två mätpunkterna.

Resultat av studien

På några glasögon uppmättes en spektralupplöst dämpning över

hela det synliga området. Ur dessa spektra är det uppenbart att dämpningen i de godkända glasögonen endast påverkar ett smalt område runt den kritiska våglängden. En intressant detalj är att vissa glasögon uppvisar en dämpning i paritet med den utlovade, men vid fel våglängd. På dessa glas har skyddet flyttats till aningen längre våglängder, och dämpningen vid den avsedda är försämrade. Det var dock lika vanligt att dämpningen var maximal vid rätt våglängd, och helt enkelt blekts och därmed försämrats.

Slutsatser

Studiens slutsats är att allt laserskydd bör utvärderas regelbundet, med avseende på skydd mot optisk effekt vid de avsedda våglängderna. Dessutom bör dessa rutiner baseras på tillverkningsdatum, då detta kan skilja avsevärt från inköpsdatum. Även om skydd mot CO_2 -laser inte omfattas av studien, bör åtgärderna vara desamma även vid dessa våglängder.

De ska också noteras att vid en bedömning av åldringen av ett par laserskyddsglasögon finns det tre datum att ta hänsyn till; tillverkningen av filtermaterialet, tillverkningen av glasögonen, och försäljningsdatumet. Dessa tre kan skilja avsevärt, och det förstnämnda finns

sällan någon spårbar dokumentation till.

Vad kan man göra själv?

Även om det kan kännas logiskt att sätta glasögonen framför sin laser, och mäta med en vanlig detektor att ljuset som passerar inte överstiger en skadlig nivå, faller det på att glasögonen kan gå sönder av en sådan behandling. Liksom med cykelhjälm bör ett par glasögon som utsatts för stark exponering kasseras, och därmed måste uppmätningen ske vid mycket lägre nivåer. Samtidigt kan det upplevas oekonomiskt, i de fall man inte själv har utrustning för att utföra mätningarna, att skicka sina laserskyddsglasögon till ett fotometriskt ackrediterat lab typ SP, då kostnaden är hög relativt inköpskostnaden för nya glasögon. Därför är det viktigaste för att upprätthålla arbetsplats säkerheten med avseende på förhindrandet av laserskador att man:

- för en dialog med sin leverantör av skyddsutrustning om lämpliga tidsintervall för utbyte av skyddsglasögon

- kasserar ett par glasögon som ersätts pga ålder, och inte sparar dem för eventuellt framtida bruk då fler par behövs tillfälligt.

För mera information kontakta: per.olof.hedekvist@sp.se

Mikrobearbetning med laser

Johnny K Larsson, Volvo Cars

Efter den inledande artikeln om lasermikrobearbetning i LaserNytt # 1-10, som för övrigt rönt stor uppmärksamhet bland våra läsare, följer här en andra artikel som beskriver tre nya intressanta applikationsexempel.

Lasermärkning av glasflaskor för nagellack

Kodmärkning av glasflaskor för diverse konsumentprodukter är ett vanligt användningsområde för CO₂-lasrar. Eftersom dessa flaskor vanligtvis är små och dessutom uppvisar en bomberad yta på vilken märkningen skall anbringas, måste särskild uppmärksamhet riktas vid val av linstyp. Linser som ger långa fokallängder erbjuder ett större skärpedjup vilket kompenserar för stora kurvaturer, men å andra sidan blir fokuspunkten större, vilket i sin tur gör det svårt att åstadkomma en finare, mer detaljerad märkning. Omvända förhållandet gäller om man väljer en fokuserlins med kort brännvidd. Denna presenterar ett mindre skärpedjup vilket begränsar storleken av det område som kan märkas på en bomberad yta [för att undvika att märkningen blir diffus], men däremot ger dessa linser en mycket liten fokalpunkt och är därför perfekta för miniatyrmärkning.

I den här aktuella applikationen var önskmålet att skapa en åttaställig alfanumerisk datumkod på ytterkanten av glasflaskor avsedda för nagellack [Fig. 1]. För ändamålet valdes en 10 W CO₂-laser och ett "FH Flyer" märkverktyg försett med en 125 mm lång fokallängd. Detta val resulterade i en fokalpunkt med 180 µm diameter på glasytan, vilket



Figur 1. En åttaställig datumkod med 3,8 mm teckenhöjd graverad på en glasflaska för nagellack med hjälp av en 10 W CO₂-laser. Processhastigheten ligger kring 127 mm/s vilket innebär att det tar 0,34 sekunder att märka en flaska!

var vad som krävdes för att åstadkomma den för datumkoden önskade textstorleken. Linsen erbjuder ett skärpedjup på 3 mm vilket tillät märkning av de åtta tecknen utan att man riskerade att falla utanför en tillräckligt liten brännfläck.

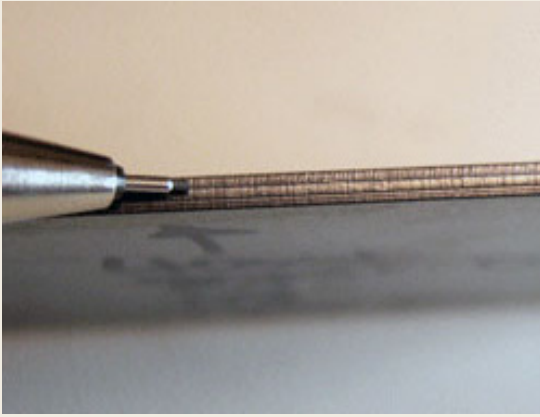
Teckenhöjden är 3,8 mm och märkningshastigheten ligger på 127 mm/sekund vid 10 W lasereffekt. Genom att programmera teckenradien med ett negativt värde korrigeras den skevhet som texten annars skulle uppvisa pga flänskantens lutning kring glasflaskans hals. Med de här nämnda parametrarna märktes hela datumkoden på 0,34 sekunder! Den kontrast som uppstår vid märkningen blir minimal med ett halvt transparent utseende, varför den knappast påverkar synintrycket av produkten, men likväl blir lätt läsbar för ögat.

Laserskärning av stålplåt

Trots att låghållfast stålplåt är den särklassiskt mest vanliga metall som

bearbetas via laserskärning, pga hög skärhastighet och utmärkt snittkvalitet, är materialet samtidigt ytterst känsligt vid val av skärparametrar. Genom en noggrann kontroll av dessa tillåts man arbeta med snäva toleranser, vilket gör att man kan erhålla en konstant högsta snittkvalitet samtidigt som man undviker onödig avsmältning av stålmaterial. Förutom att man arbetar med en CO₂-laser med utsökt strålmåde och -kvalitet är andra viktiga processparametrar; skärgasens renhet, gastrycket, munstycksdiameter för skärgastillförslen samt munstyckets positionering i förhållande till arbetsstycket.

Framgången vid exotermisk bearbetning beror i hög grad på renheten hos den använda assistgasen i form av Oxygen. Om föroreningarna i denna ökar har detta en signifikant inverkan på produktiviteten då man i sådana fall tvingas till en avsevärd minskning av skärhastigheten. Därför är rekommendationen



Figur 2. Denna 2,0 mm tjocka stålplåt laserskars med en hastighet på 3,2 m/min med 400 W lasereffekt. Lagg märke till det typiska, vertikala räfflade mönstret på skärkanten samt den rena och slaggfria snittkvalitén.



Figur 3. Märkning med god kontrastverkan utörd på ett polypropylenrör med 80 W lasereffekt och en märkningshastighet av 305 mm/s. Märkytan uppgår till 19 × 292 mm och består av 64 tecken plus en detaljerad logotyp allt skapat på strax under 9 sekunder!

att använda en Oxygen-renhet på 99,996% eller bättre vid laserskärning av stålplåt.

Då det gäller munstycksdiameter och därmed sammanhängande gastryck är ett Oxygentryck kring 5,5 bar och ett koniskt munstycke med en öppningsdiameter mellan 0,9-1,0 mm ett bra utgångsläge. Denna kombination av gastryck och munstycksdiameter skapar ett gasflöde med överljud som resulterar i ett snabbt skärförlopp. Emellertid blir processfönstret begränsat, varför en nogsam positionering av munstycket i förhållande till skärtytan krävs för att uppnå en optimal skärkvalitet. Munstyckets sk ”standoff” är viktigt eftersom assistgasens höga flödes hastighet skapar sneda chockvågor, som växlar mellan höga och låga tryck, allteftersom avståndet till arbetsstycket ökar. På experimentell väg går det dock snabbt att fastställa ett läge för munstyckets spets så att det centreras mellan dessa olika tryckområden och därmed tillåter ett större och mer robust processfönster.

Figur 2 illustrerar ett typiskt exempel på laserskärning av mjuk stålplåt. Här har material av kvalitén 1018 i tjockleken 2,0 mm laserskurits med 400 W effekt och en hastighet på 3,2 m/min. Fokuserlinsen har

en brännvidd på 63,5 mm (= 2,5”) vilken resulterar i en 100 µm stor fokalpunkt på arbetsstycket och ett skärpedjup på 1,8 mm. Assistgasen Oxygen tillfördes koaxiellt med ett tryck på 5,5 bar genom en munstycksöppning med 0,9 mm diameter för att åstadkomma en riktig avverkning av den smälta metallen och därmed skapa rena och slaggfria snittytor. Denna mekanism skapar det karakteristiskt räfflade mönster som kan ses längs snittkanten och som beror på att smält material stöts bort periodvis.

Lasermärkning av polypropylenrör

Rörledningar i polypropylen [PP] används för hantering av vätskor i olika installationer, alltifrån dricksvatten och system för vattenrengöring till avlopp för syror och andra kemikalier. Detta material passar särskilt för högtemperaturapplikationer där polyetylen [PE] och polyvinylklorid [PVC] är mindre lämpade. Extruderade PP-rör är sömlösa och mer eller mindre opåverbara av kemiska substanser. När flera rörsektioner eller förgreningar smältsvetsas samman erhåller man ett kontinuerligt rörssystem med en nollprocentig läckerisk.

I det här aktuella fallet skulle ett UV [UltraViolet] –beständigt polypropylenrör med en utvändig diameter på cirka 50 mm märkas [Fig. 3]. En Firestar t80 laser från företaget Synrad användes tillsammans med ett ”FH Flyer” märkverktyg och ett mjukvaruprogram benämnt ”WinMark Pro”. Eftersom det här rörde sig om märkning av en förhållandevis stor yta försågs märkverktyget med en lins med 370 mm fokallängd, vilken resulterade i en 540 µm stor brännfläck för bearbetningen som med ”scanner”-verktyget kan ske över en yta på 241 × 297 mm.

I detta fall täcker märkningen en yta på cirka 19 × 292 mm och består av tillverkningsdata, företagsnamn med adress, logotyp samt patent- och artikelnummer. Den största texten som utgörs av företagsnamnet är 14,2 mm hög medan den minsta [som är artikelnumret] mäter 6,1 mm. Logotypen slutligen täcker en yta på 19,3 × 19,8 mm.

God kontrastverkan vid märkningen fick man vid 80 W lasereffekt och en processhastighet på 305 mm/sekund. Detta innebär att den totala märkningstiden per PP-rör ligger på 8,7 sekunder. ☺

Kort guide till OSS och Nitrogengeneratorer för laserskärning

Av Bo Williamsson, AGA Gas AB

Generatorer för produktion av nitrogen på plats hos laseranvändaren har funnits på marknaden under en tid. Denna artikel beskriver den grundläggande funktionen och de omständigheter man som användare måste beakta vid valet mellan en generator och övriga leveransformer.

Vad betyder OSS ?

OSS är en förkortning för On Site Supply, vilket betyder att gasen tillverkas på platsen för förbrukningen via någon typ av gasgenerator. Detta kan göras på olika sätt, i detta dokument beskrivs endast nitrogenförsörjning för laserapplikationer.

Historik

Att producera gas på plats är ingen nyhet. Nyheten består i att generatorerna numera har anpassats till de krav som ställs vid bla laserbearbetning. Tidigare har gaskvalitet och prestanda varit otillräcklig för laserrändamål. Buffertsystem i kombination med förbättrade prestanda hos gasgeneratorerna har dock förändrat bilden en smula.

Princip

Det finns några olika sätt att producera nitrogen på plats. En metod är att använda så kallade PSA-utrustningar, se fig 1. PSA betyder Pressure Adsorption Swing och består av enheter som arbetar med omväxlande tryckstegring och tryckavlastning. Torkad och filtrerad luft strömmar

under tryck genom en adsorbent varvid syre och andra oönskade komponenter i gasen tas bort, återstoden är nitrogen med renhet som beror av PSA-enhetens kapacitet. En OSS-anläggning enligt denna princip arbetar med två parallella kanaler. Den ena sidan regenereras samtidigt som den andra sidan är i drift. På detta sätt fås en kontinuerlig drift.

Ytterligare ett alternativ är att arbeta med membran teknik. Ingångsluften får här passera ett membran som avskiljer de oönskade komponenterna. Metoden lämpar sig främst för applikationer där kraven på nitrogenkvalitet är moderata eftersom nitrogenet kommer att innehålla en del oxygen pga membranets kapacitet. Membranenheter är i regel betydligt billigare än PSA-enheter.

Oavsett vilken typ av utrustning som används för nitrogentillverkning så är storleken på enheten proportionell mot kraven på flöde och renhet. Ju högre renhet och/eller flöde, desto större (och dyrare) enhet.

Systemkoncept

Ett sätt att hålla nere storleken på enheten är att utnyttja det faktum att ingen laser är i drift till 100 % dygnet runt. Ofta används lasern runt 60 % av tiden (ibland mer, men oftast mindre) vilket betyder att, om ett korrekt dimensionerat buffertsystem används, kan generatören utnyttja "icke-lasertid" till att producera och lagra nitrogen. Detta, kombinerat med en väl fungerande produktionsplanering kan skapa förutsättningar för en OSS-enhet även för laserapplikationer.

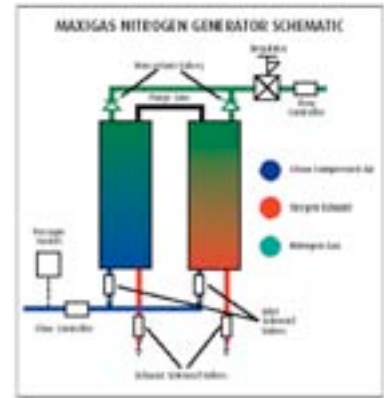


Fig 1. Principskiss PSA-anläggning

Gaskvalitet och flöden

Vid laserskärning av rostfritt material ställs vissa krav på skärgasens kvalitet, tryck och flöde. Kraven kan variera en del mellan olika maskintyper och fabrikat. Grovt sett kan följande krav ställas på nitrogenförsörjningen till de flesta lasrar:

- * Gasrenhet: $O_2 < 25 \text{ ppm}$, $N_2 > 99,95 \%$ (Ju högre kvalitet, desto bättre skärresultat.)
- * Gasflöde: $< 90 \text{ m}^3/\text{h}$ (beroende på skärtryck och munstycksdiameter)
- * Tryck: Upp till 30 bar (ingångstryck i maskinen)

Avgörande för snittkvaliteten är nitrogenets renhet. I figur 2 visas skärprover som gjorts med nitrogen från en nitrogengenerator samt referenssnitt skurna med vanlig industrinitrogen. Viktigt här är att kontrollera att anläggningen kan producera den kvalitet som krävs vid skärning.

Systemdrift

Ett lasersystem är ofta i drift i minst två skift. Undantag från detta är dock relativt vanligt. Den höga beläggningen gör det nödvändigt med



Fig 2. Skärprover. Övre biten är skuren med industrinotrogen. Den undre biten är skuren med nitrogen från en generator med otillräcklig kapacitet.



Fig 3. Komplet anläggning för produktion av nitrogen.

en noggrann planering av produktionen i lasern så att OSS-enheten ska kunna leverera önskad mängd gas. Om fler lasrar används ställs ännu större krav på framförhållning och planering. Vid rätt planering och dimensionering kan kraven på flöde och gasrenhet ofta tillgodoses.

Fall där denna typ av gasförsörjning kan komma i fråga handlar i regel om medelstor förbrukning av nitrogen i paket, med årsvolymerna runt 10 000 m³. Detta är bara en grov uppskattning, naturligtvis kan avvikande fall finnas beroende på produktions-

fall, materialmix, finansiering etc. I regel måste en kalkyl göras för att klargöra detta. I normalfallet lönar det sig dock inte för en användare med en tankinstallation att investera i en OSS-anläggning.

Driftskostnader och andra hänsyn

Ingenting är gratis här i livet, inte heller nitrogen från en generator. För det första måste hänsyn tas till investeringskostnaden för utrustningen. Ju högre gasförbrukning, desto mindre effekt har investerings-

kostnaden på m³-priset. Investeringskostnaden är att betrakta som en fast kostnad, men det finns också en rörlig kostnad som beror av elförbrukning, service och reparationer. Denna kostnad är fast per m³ producerad gas. För att kunna göra en rättvis jämförelse måste alla dessa kostnader tas med.

För högtrycksskärning måste utrustningen bestyckas med en utgångskompressor. I vissa fall används högtryckskompressorer upp till 300 bar. Till detta kommer buffertkärl för mellanlagring av gas samt tork- och filtersystem. Om det befintliga kompressornätet inte kan leverera tillräckligt flöde och/eller kvalitet utrustas anläggningen med en ingångskompressor. Storleken på själva PSA-enheten anpassas efter beräknad förbrukning. Fig 3 visar ett exempel på en komplett anläggning.

Slutsatser

Nitrogengeneratoren (eller OSS) är ett bland flera tillgängliga alternativ för leverans av nitrogen till lasern. I några fall kan detta vara en lämplig lösning, medan det i de flesta fall är att föredra att försörjning med gas i paket eller flytande nitrogen i tank. En noggrann dimensionering av anläggningen samt beräkning av de faktiska kostnaderna är en förutsättning för att få en korrekt beslutsunderlag. Här är det också viktigt att ha en klar bild av produktionssituationen. Beläggning, antal skift, material osv. påverkar analysen i hög grad. Den rörliga kostnaden är relativt låg, men när kapitalkostnaden räknas in så förändras situationen avsevärt. I normalfallet är generatoren inget realistiskt alternativ till flytande nitrogenförsörjning. När det gäller gas i paket måste man räkna på varje enskilt fall. Gasbolagen tillhandahåller samtliga leveransformer av nitrogen, även generatorer, och kan bistå med underlag för beslut. ☺

Permanova – integratör med passion för laser!

Av Tore Salmi, Permanova Lasersystem AB, Mölndal

Permanova brinner för laserteknik för bearbetning! Sedan ca 25 år har vi hjälpt kunder från första applikationstest till en rullande säker produktion i ett nyckelfärdigt lasersystem från Permanova. Både små och stora företag hör till vår kundkrets, i huvudsak i Skandinavien, men också i andra delar av världen.

Vi bygger i första hand moduluppbyggda robotiserade lasersystem för plåtanvändande företag. I de flesta fall rör det sig om system med fiberörförd laserstråle, dvs med disk-, fiber-, diod eller Nd-YAG-laser. För vissa specialsystem använder vi också CO₂-lasrar.

Fördelar med laser

Avsikten är att framför allt med hjälp av lasersvetsning (inkl påsvetsning och lödning), 3D laser-skärning eller lasermärkning höja våra kunders produktivitet och produktkvalitet. Laserprocesserna ger ju höga processhastigheter, precision, designfrihet och liten värme-påverkan.

Kunden får därför sin produkt snabbare färdig, med flexiblere utformning. Inga övriga bearbetningssteg i form av riktarbete, bearbetning till slutmått eller liknande, behövs normalt.

Säljare med kompetens

Som blivande kund stöter du i regel först på en säljare hos Permanova. Då kan det vara bra att veta att det

oftast är en person med egen allsidig erfarenhet av laserbearbetning, och med kunskaper om näraliggande områden, tex material, produktutveckling etc.

Ta exempelvis Erik Vännman, säljare av lasersystem hos oss sedan snart två år.

Erik har en bred bakgrund inom material-, produkt- och processutveckling, då han har arbetat på Höganäs AB 1991-1995 och Alfa Laval 1995-2008. Erik och hans familj har bott i nästan tio år i Frankrike. Hos Alfa Laval Vicarb var han bland annat projektledare för produkt- och processutveckling av Compabloc-värmeväxlaren, då produkten utvecklades för att klara högre tryck och förbättrade utmattningsprestanda.

Erik införde lasersvetsning för att klara de nya kraven. Tack vare lasersvetsens mycket mindre värme-påverkade zon och höga svetshastighet så kunde både produktprestanda

och produktionskapacitet förbättras radikalt.

Under åren i Frankrike arbetade Erik med projekt rörande ren produktutveckling, produktionsutveckling, trouble shooting internt och ut hos kunder och Sex Sigma projekt som Green och Black Belt.

Det är givet att Erik är en bra och kompetent kontaktperson för dig, och du kommer att se mera av honom inom Lasergruppen!

Vår Björn Lekander, civilingenjör, säljare av system och processverktyg, har en gedigen maskinteknikutbildning, med inriktning på produktutveckling, och började på Permanova med konstruktion av verktyg och system för nio år sedan. Idag är han sedan fyra år systemsäljare, med flera tunga projekt bakom sig. Humor är hans adelsmärke vid all kommunikation och problemlösning. Det Björn inte kan lösa för en kund i ett säljprojekt, finns nästan inte!



Björn Lekander, säljare av system och processverktyg hos Permanova Lasersystem AB



Erik Vännman, säljare av lasersystem hos Permanova Lasersystem AB

Våra kunder

Våra kunder finns inom plåtanvändande verkstadsindustri, verktygsindustrin, flyg- och rymdindustrin, kärnkraftindustrin och transportmedelsindustrin. Vårt geografiska marknadsområde är i första hand Norden, dvs Sverige, Norge, Danmark och Finland. I vissa fall levererar vi också till företag i övriga Europa. Speciellt följer vi våra större kunder ut i världen med systemleveranser, som exempelvis ABB, Alfa Laval och Volvo Personvagnar.

Andra viktiga referensföretag för oss är exempelvis Westinghouse och Sandvik, men också många mindre företag som tex Bendi Profile Tech.

Vi gör också installationer och service av laserkällor för vissa OEM-användare, tex CO₂-lasrar av DC SLAB-typ.

Våra lasersystem

Robotiserade lasersystem är ju grunden för oss, avsedda för lasersvetsning, 3D skärning och märkning, men vi gör också några typer av system utan robot, exempelvis:

- * Fast-optik-svetssystem med följning för rullformningslinjer (rör, profiler och band)
- * XYZ-specialmaskinsystem för vissa svets- och skärtillämpningar, efter noggrann riskanalys, i vår geografiska närhet
- * Dedikerade märklasersystem för vissa applikationer, tex borrar, fräsverktyg etc

Duktiga projektledare, kompetenta applikationsingenjörer, allsidiga projektingenjörer/igångkörare, vassa optik-konstruktörer och en bra serviceorganisation hör till våra styrkefaktorer.

Tillsammans tar vi dig snabbt och effektivt från första applikationstest (i vårt laserlabb med 6 kW fiberlaser och robot) till säker produktion! Fler än 150 framgångsrika lasersystemleveranser talar sitt tydliga språk! 🌟



Lasersystem till från ovan. ABB, Duroc AB, Volvo Aero levererade från Permanova Lasersystem AB

Lasermarknaden i USA känner fortfarande av lågkonjunkturen inom tillverkningsindustrin

David Belforte är en av de verkliga pionjerna vad gäller industriella laserapplikationer. Jag lärde känna sympatiska David under 1980-talet, och sedan dess har vi haft mer eller mindre regelbundna kontakter.

Idag arbetar han som internationell konsult i frågor rörande utveckling och implementering av applikationer relaterade till materialbearbetning med laser. Vidare är han grundare och chefredaktör för tidskriften ILS [Industrial Laser Solutions]. Han är medlem av LIA [Laser Institute of America] där han under ett år hade funktionen som president. 1995 belönades han med det prestigefyllda "Arthur Schawlow Award" för sina omfattande gärningar då det gäller att främja en utökad laseranvändning genom information och utbildningsaktiviteter. Sist jag träffade David var i samband med AKL'10 i Aachen i våras då han hade vänligheten att delge mig initierad information beträffande "lasersituationen" i USA, något som sammanfattas i följande artikel.

Av Johnny K. Larsson, Volvo Cars

Världsmarknaden för lasersystem avsedda för materialbearbetning upplevde i fjol sin brantaste nedgång någonsin. Endast en gång tidigare, perioden 1990-1992, har den senaste 25-årsperioden upplevt en nedgång i intäkter – den gången kring 16%. Inte ens under den specifika lågkonjunkturen i USA år 2000 gick försäljningen av lasersystem ned, mycket beroende på marknadens globala karaktär. Men från mitten av 2008 till slutet av 2009 har marknaden för industriella lasersystem upplevt en plötslig och djup nedgång. Under 2009 sjönk försäljningen av industrilasrar med 24% och för lasersystem med 29%. Emeller-

tid börjar man nu kunna skönja en återhämtning av marknaden för industriella lasrar. Figur 1 visar den effekt som de två större lågkonjunkturer haft på försäljningen av industrilasrar under den senaste 25-årsperioden.

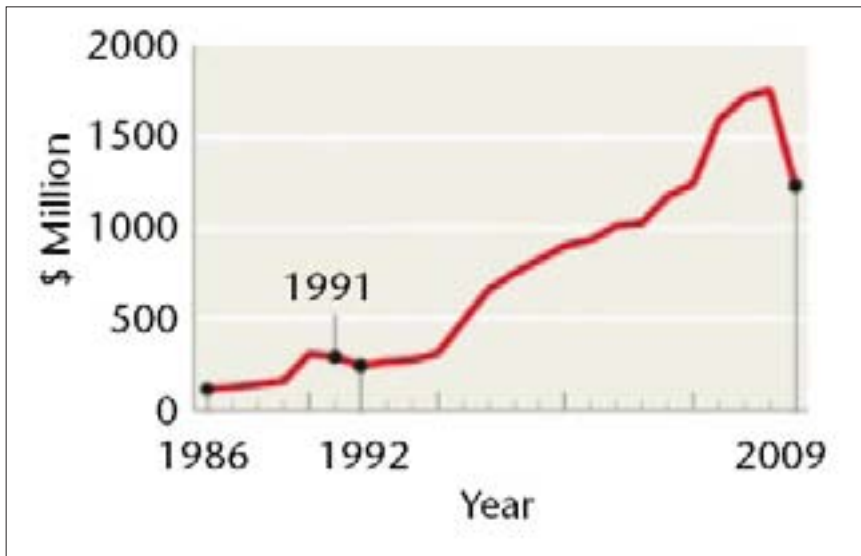
Om man tittar explicit på USA har dess marknadsandel av världsförsäljningen stadigt sjunkit pga att andra marknadssektorer som tex Sydostasien har expanderat. En del av den procentuella nedgången kan hänföras till en livfull och snabbt ökande marknad för vissa industriella laserapplikationer såsom lasermärkning i Kina vilka representerar en signifikant andel av försäljningen i Sydostasien. Figur 2 visar utvecklingen för den globala försäljningen av lasersystem under den senaste 5-års-



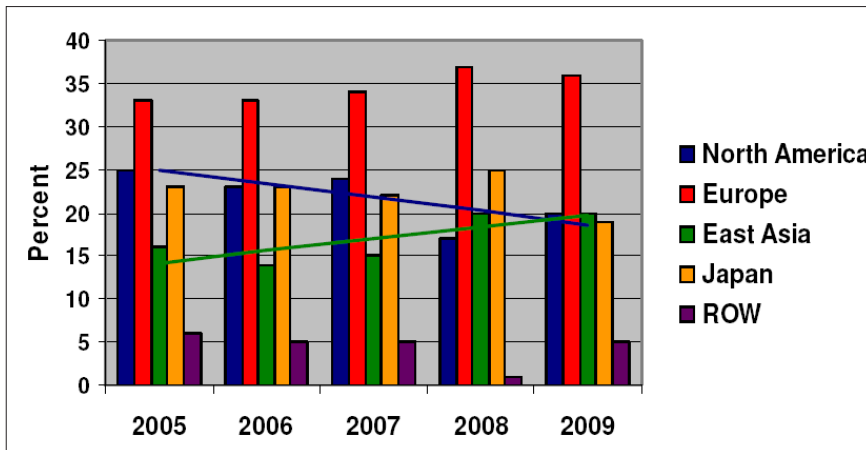
perioden. Här framgår det tydligt av trendlinjerna att användningen av industriella lasersystem har minskat i Nordamerika medan marknaden har ökat i Sydostasien. Följderna av den längre lågkonjunkturen i Nordamerika jämfört med den i Sydostasien blir uppenbar när trendlinjerna skär varandra under 2009.

Bilden blir något annorlunda om man tittar på var i världen laserköllorna produceras [Figur 3]. Om man tittar på trendlinjerna här är det uppenbart att den lågkonjunktur som startade under andra hälften av 2008 och fortsatte under 2009 hade en betydande påverkan på produktionen av lasrar i USA. Fram till dess hade positiva tillväxtsiffror varit mer eller mindre norm då landet har en stark position vad gäller CO₂- och fastkroppslasrar med låg effekt liksom att man är basen för världens ledande fiberlasertillverkare.

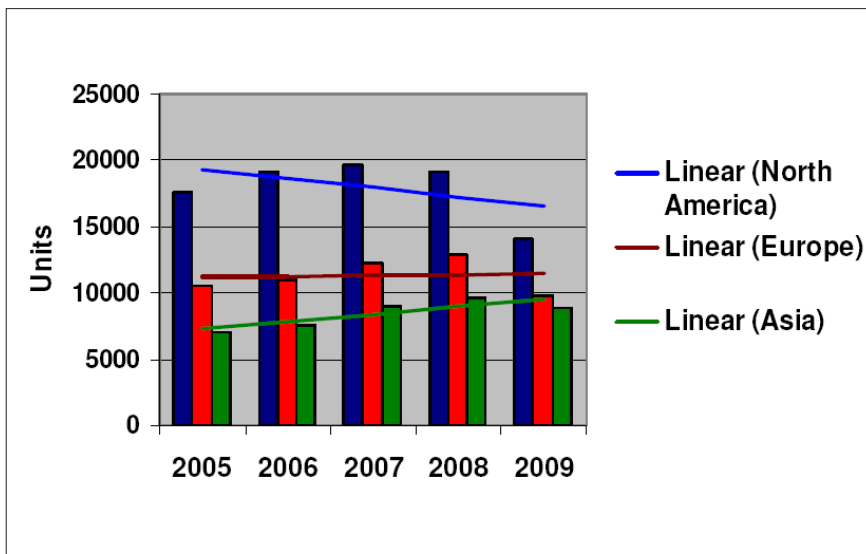
Ser man däremot på intäkterna,



Figur 1. Värdet av försäljningen av industriella lasersystem under de senaste 25 åren, där man ser en smärre nedgång under perioden 1990-92 och en djup lågkonjunktur för 2009.



Figur 2. Andelen av global försäljning av lasersystem i olika regioner med hänsyn till total omsättning.

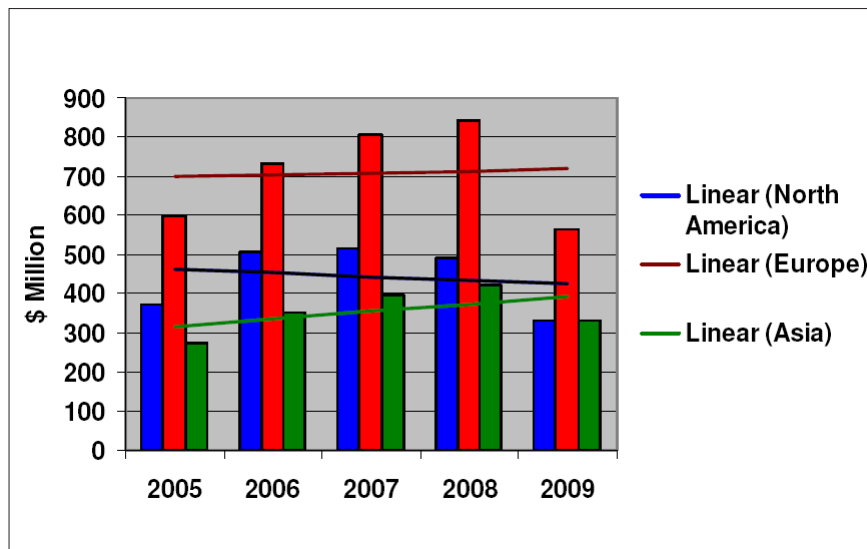


Figur 3. Antalet försålda lasrar med hänsyn tagen till i vilken region dessa har tillverkats.

och inte antalet försålda enheter, från försäljning av industriella lasersystem är utvecklingen något mer svårtolkad [Figur 4]. Prispressen inom det konkurrensutsatta lågeffekt CO₂-segmentet har ökat under ett antal år och drivit ner priserna, särskilt pga den snabbt växande men priskänsliga markanden i Kina, där man inte känt av lågkonjunkturen på samma sätt som i resten av världen. Effekterna av denna prispress mildras emellertid till viss del av de låga laserpriserna inom volymsektorer som märkning och gravering, som har en mindre påverkan på den totala omsättningen även om den totala volymen av försålda enheter är mycket stor. Sålunda var intäkterna i Nordamerika här likvärdiga med dem som noterades i Asien!

Detextremt stora försäljningstappet i Europa kan spåras till den försämrade världsmarknaden för CO₂-lasrar med hög effekt vilka till stora delar används i laserskärmskiner. En 38%-ig nedgång i detta marknadssegment innebar en försäljningsförlust för lasertillverkarna på sammanlagt mer än kvarts miljard dollar. Detta var mest kännbart i Europa [Tyskland, Schweiz och Italien] men också i Japan. Försäljningen av CO₂-lasrar i USA minskade också, men i betydligt mindre omfattning pga de lägre lasereffekterna, och därmed priserna, för produkter avsedda för specifika marknadssektorer som exempelvis Kina.

Försäljningen av fastkroppslasrar föll i USA, främst hos två av de ledande laserleverantörerna till marknadssektorer som mikroelektronik- och halvledarindustri. Europa, som är basen för världens två ledande lasertillverkare av "solid state lasers" för makroapplikationer, upplevde likaså en allvarlig omsättningsminskning mycket tack vare sina höga prisbilder för dessa lasertyper. För första gången i sin relativt korta historia



Figur 4. Intäkter från försäljning av lasrar och lasersystem med hänsyn till i vilken region dessa har producerats.

minskade också försäljningen av fiberlasrar med 4%, en siffra som emellertid är avsevärt lägre jämfört med situationen för övriga lasertyper. Till nedgången bidrar såväl en prispress pga ökad konkurrens som den allmänna lågkonjunkturen. För denna lasertyp var nedgången mest kännbar i USA då landet står för omkring 85% av försäljningen.

Försäljningen av direktverkande diodlasrar och excimer-lasrar, som utgör ungefär 5% av den globala laserförsäljningen, föll också för allra första gången under 2009 med cirka 12% utslutande pga lågkonjunkturen. Minskningen var mindre kännbar i USA än i Europa, där vi hittar de flesta av de större aktörerna inom diodlaserområdet.

Under en följd av månader har USA också kunnat njuta av de exportfördelar som förklaras av en svar dollarkurs i förhållande till Euron. Detta har skapat försäljningsfördelar för inhemska laser- och systemtillverkare eftersom deras produkter varit mer konkurrenskraftiga på världsmarknaden. En annan effekt är den att globala, internationella tillverkningsföretag, som asiatiska och europeiska biltillverkare, valt att förlägga nya fabriker

i Nordamerika för att dra fördel av den förmånliga växelkursen, vilket gör att lasertillverkarna plötsligt fått en expanderande hemmamarknad för sina produkter och produktionsystem.

Den 18 månader långa lågkonjunkturen i USA är nu över och industrin befinner sig i en tidig återhämtningsfas, vilket också gäller nyckelmarknader som omfattar laserprodukter. Därför förväntar sig leverantörer av laserutrustning nu att få se ett förbättrat ekonomiskt resultat. Till exempel räknar leverantörer av laserskärsystem med en mer än 10%-ig ökning i försäljning jämfört med föregående år även om det första halvåret 2010 visat på en marginell uppgång. Prognosen för en fortsatt tillväxt är god så snart lagren av relativt nya, begagnade lasermaskiner, vilka kom att samlas ”på hög” under den investeringsåtstramning som skedde inom ”jobshop”-verksamheten, är tömda. De nyligen introducerade skärutrustningarna baserade på fiberlaserteknik kommer att ge marknaden draghjälp såtillvida att de kommer att finna nya segment vilka idag inte använder billiga CO₂-baserade system.

Även inom andra marknadssektorer ser man möjligheter för en ökad tillväxt av laserbearbetnings-system. Lasersvetsning av batterier och bränsleceller, som är viktiga byggstenar i strävan att minska energiförbrukningen i Nordamerika, kommer att medföra en snabbt växande marknad för såväl fastkroppss- som fiber- och CO₂-lasrar. USA:s regering riktar en avsevärd andel av sina stimuleringspaket mot nya företag vilka arbetar med alternativa energikällor. Tillväxten inom halvledarområdet, vilken faktiskt tog sin början då lågkonjunkturen var som värst, kommer att fortsätta stärka försäljningen av lasermikrobearbetningsutrustningar. Inkomsterna härifrån för amerikanska företag, som försåg inhemska och asiatiska halvledartillverkare med fastkroppss- och fiberlasrar, såg en positiv trend redan under sista kvartalet 2009, vilket hjälpte till att mildra dessa företags förluster. Denna trend förväntas fortsätta under 2010, liksom att den snabbt tillväxande marknaden för nanoteknologi inte minst kommer att gynna lasersystem med ultrakorta pulser.

Marknaden för elektrolytiska solceller, som avstannat i termer av försålda installationer och lett till en överetablering under 2009, tycks nu vara på väg att växa då nya tekniker för tillverkning av solceller expanderar marknaden för laserbearbetning. Flera av de större leverantörerna av lasrar och lasersystem för detta marknadssegment är baserade i USA.

Den för lågkonjunkturer vanligtvis okända marknaden för medicinutrustning, där lasrar används att skära, svetsa och märka instrument, kommer att tjäna på de förändringar inom sjukförsäkringsområdet som är under genomförande i USA. I mitten av 2009 såg man även i denna sektor följderna av lågkonjunkturen, men situationen vändes i en positiv riktning under årets sista kvartal. Just



Figur 5. David Belforte lägger ut texten under den sk "Technologie Business Tag" [TBT] vid AKL'10-konferensen i Aachen. Blä försökte han sig här på att prognostisera återhämtningen för laserindustrin i USA, där lågkonjunkturen slog hårt mot denna bransch under 2009.

denna marknadssektor anses allmänt vara nyckeln till en försäljningsökning av industriella lasersystem under 2010.

Lasermärkningsapplikationer,

vilka för första gången på årtionden upplevde en mindre tillbakagång under lågkonjunkturen, är nu tillbaka till ett stabilt tillväxtmönster, vilket mycket beror på

kraven på spårbarhet inom tillverkningsindustrin. Eftersom dessa marknadskrav för identifiering och kodning, särskilt inom industrinäringar där produktokumentation krävs, tycks vara obegränsade, förväntas marknaden återgå till en dubbelsiffrig procenttillväxt under 2010.

Pappersförädling (skärning, trimning och perforering) och bearbetning av plastfilmer (skärning, trimning och fogning) kommer att expandera marknaden för CO₂-lasrar med låg effekt. Andra applikationer för laserstödd bearbetning kommer att öka då företagen kommer att fortsätta på den inslagna vägen av smart tillverkningsteknik som drevs fram under lågkonjunkturen. Ytmodifiering som tex texturering med diodlasrar kommer att flytta från laboratoriestadiet in i fabriksmiljön, liksom påläggning och värmebehandling med denna typ av laserälla.

Om blott ett fåtal av de här uppräknade laserapplikationerna blir verklighet under året är det troligt att de blygsamma tillväxtmålen för 2010 uppnås. Den långsammare tillväxten för lasrar inom högeffektområdet för skärning och svetsning har fortsatt under första halvåret i år vilket medför att den sammanlagda tillväxthastigheten bromsas.

De nya marknadsmöjligheterna för exempelvis ultrakortpulsasrar och lasrar inom det gröna våglängdsområdet, som avstannade under 2009, bör nu ta ny fart och leda till en ökad försäljning under senare delen av 2010, och därmed utgöra en motpol till den långsammare marknaden för högeffektlasrar.

För den som kontinuerligt vill hålla sig uppdaterad beträffande trender inom laserbearbetning såväl i USA som övriga världen rekommenderar jag ett besök på ILS:s hemsida: www.optoiq.com/index/lasers-for-manufacturing.html. ☺

Åke Merkell: en laserlegend

Av Bengt Johansson, Lasercentrum i Gnosjö AB

Mitt i det vackra västgötska jordbrukslandskapet ligger den lilla orten Floby och där, i en ganska nybyggd fd lastbilshall, har Åke Merkell sitt laserlabb: Flexlaser. De som har varit med i branschen ett tag vet att han är en riktig legend och bland de första i Sverige med laserbearbetning.

Åke föddes 1938 i Karlskoga. Han är utbildad metallurg och tog examen i Bergsskolan Filipstad 1961, där han även arbetade som assistentlärare i ett år. Han började sin yrkesverksamma bana 1962 på Sandviken AB Stålforskning för att ta fram nya material och metoder för sågklingor och verktyg. Bland annat var han med att utveckla elektronstrålesvetsning av bimetallband för metallsågar på ett rationellt sätt.

Inspirationen till just laseranvändning kom via tekniska tidskrifter och forskningsrapporter. Lasern var ”het” forskning på 60- och 70-talet. I mitten på 70-talet deltog Merkell i ett projekt för att skära stansformar med laser i plywood till förpackningsindustrin, för vilket Sandviken Frankrike köpte in en laser.

Pionjär på laser i Sverige

1978 startade Merkell laserföretaget Focus Laserteknik tillsammans med en kompanjon och man utrustade sig med en laserskärmaskin med en CO₂-laser på 400W av märket Ferranti.

Focus såldes 1981 till Uddeholm. Efter ett år ansågs lasertekniken inte lönsam eller användbar för Uddeholm och det hela lades ner.

Åke hade då redan startat nytt! Företaget hette Meltec Laser med agentur för Coherent's lasrar från USA. Första laseranläggningen från Coherent levererades till Rifa (Ericsson) 1982.

Lasertekniken var definitivt inte olönsam eller oanvändbar. Meltec levererade en lasermaskin med egna idéer om koncept och fokuseringsoptik tillsammans med SIKOB (ÅF Industriteknik) till LASAB i Skellefteå 1984. Meltec utförde tjänster som metodframtagning, processoptimering, och tillämpningar med nya material, legobearbetning som skärning/gravering samt service på industrilasrar. Åke levererade mellan 1983 – 2008 ca 25 lasrar eller laseranläggningar, CO₂ och YAG för skärning, svetsning, ythårdning och gravering till företag i Sverige, Norge, Finland, England och Portugal.

Fortfarande aktiv

År 2009 köpte Åke tillbaks en av de egentillverkade maskinerna vilken renoverades och används idag. Den har en 400W Coherent CO₂-laser och skäryta 1250x2500mm.

En annan gren som Åke har på sitt nuvarande program är lasergravering. Han både utför arbeten och säljer utrustning för lasergravering/skärning. Maskinerna kommer från Digima Oy och finns med CO₂-laser, lampumpad YAG samt diodpumpad YAG/Fiber.

Minsta CO₂-varianten är på 80W och har helslutna laserrör, som både kan skära och gravera i icke-metalliska material med ett litet XY bord. Resultatet ser trevligt ut med möjligheter till djupgravering som ger intryck av en fräst yta i trä. Maskinerna är mycket enkla att både sköta och underhålla.

Flexlaser tillhandahåller även



Åke Merkell under arbete i sitt laserlabb.

optik till de flesta lasermaskiner på marknaden.

Åke ser ljusst på laserns framtid då han menar att priserna på laserutrustning kommer att falla. Det har redan kommit utrustningar för metallskärning från Kina som väl kan passa mindre verkstäder och för prototypframtagning.

Åke har nu fyllt 72 år och verksamheten är på en mer lugn nivå än tidigare.

–Man får inte binda upp sej för mycket med en massa jobb, säger Åke.

Men eftersom laserteknik är roligt så är han ändå ”still going strong”!



Bystronic

Best choice.

Laserskärning | Bockning | Vattenskärning
bystronic.com

Kalendarium 2010

Oktober

- 11–13 EWF Specialkurs Lasersvetsning del II
Luleå tekniska universitet
Hans Engström, LTU
- 14 Laserdag II
Wedholms AB, Nyköping
Per Westerhult
- 14 LaserNytt 2
- 26–28 Studieresa till Tyskland i samband med
Blechmässan i Hannover
Tyskland
Per Westerhult

November

- 16 Workshop Lasersvetsning
LaserCentrum i Gnosjö AB
Per Westerhult
- 24–25 EWF Specialkurs Lasersvetsning, del III
Luleå tekniska universitet
Hans Engström, LTU

December

- 15 LaserNytt 3

Kalendarium 2011

Mars

- 17 Laserseminarium – Konstruera för laser
Per Westerhult

Maj

- 12 Lasernytt nr 1
- 12 Laserdag I
Duroc Rail AB, Luleå
Per Westerhult

Juni

- 27–29 NOLAMP I3, Trondheim
Hans Engström, LTU



A Member of
The Linde Group

AGA

LASERLINE®. Globala gaslösningar.

Med konceptet LASERLINE® erbjuder AGA ett komplett urval av produkter och tjänster skräddarsytt för lasermarknaden, vilket garanterar maximal produktivitet och avkastning på din investering. I LASERLINE® förenar AGA teknik och know-how för att sätta nya standarder inom laserområdet. Tjänsterna omfattar allt från val av gas och leverans, gasinstallationer och distributionsteknologi till support för alla tänkbara laserapplikationer. Resultatet är ett vittomfattande leverans- och servicepaket anpassat för laserbearbetning på högsta nivå.

Leveranslösningar

- Leveranssäkerhet
- Kvalitetsutrustning och -installationer
- Kompletta distributionsalternativ

Processkunnande

- Applikationsutbildning
- FoU-projekt med kunder
- Konsulttjänster
- Utveckling av framtida teknologier

Tjänster

- Kvalitets- och säkerhetsrevisioner
- Säkerhetsutbildning
- Installation och besiktning
- Dedikerad support

Gaser

- Högsta kvalitet och renhet
- Brett urval av
 - Lasergaser och blandningar
 - Processgaser

AGA – ideas become solutions.