

Påhittiga smålänningar brutalsvetsar med laser

Laserdag hos Lasercentrum i Gnosjö

Lasergruppen hade sökt sig till Gnosjö i Småland för Laserdagen den 26 oktober med besök hos Bengt Johansson och Stefan Bengtsson vid Lasercentrum i Gnosjö AB. I nybyggda lokaler har man nu 13 anställda, som betjänar två stora Bystronic skärmaskiner och ett egenutvecklat lasersystem. Företaget ägs av Bengt och Stefan som också startade det 1993.



Bild 1. Bengt Johansson (t v) och Stefan Bengtsson, glada ägare till Laser Centrum i Gnosjö AB var värdar för Laserdagen i Gnosjö. Stefan visar en typ av sk designprodukter. Designprodukterna svarar för ca 30% av verksamheten.

INNEHÅLLSFÖRTECKNING

	Sid
Laserdag hos Lasercentrum i Gnosjö	1
RACER- programmet utvecklar laser och AWJ-tekniken	5
Laserseminarium i Markaryd slog rekord	10
3D-laserskärning – en ny dimension i TRYCKTAs utveckling	11
Rapport från ISATA-konferensen i Dublin 25-27/9/00	14
Lasersvetsning på Volvo Personvagnar i Olofström	22
Nya laserklasser förväntas från 2001	30
Några noteringar från föredragen under Laserdagen	31

Byggde egen utrustning

- Vi var inga ”laserkillar” när vi började säger Bengt Johansson, utan vi hade istället en bakgrund som ljud- och ljus tekniker med ett stort teknikintresse. Det hela började med att vi köpte en mycket begagnad 500W Electrox laser, som för övrigt var en av de allra första som tillverkades under 1979/80, och renoverade denna så att den gick att köra. Men då hade vi ingen arbetsstation heller så vi tillverkade en på egen hand. Det blev ett xy-bord på 1x0,5 m med ett höjdhållningssystem från Levitronics AB.
- Så 1993 startade vi verksamheten, fortsätter Bengt. Redan 1994 körde vi tre-skift och hade då vuxit ur vår utrustning. Då köpte vi ännu en begagnad laser. Denna gång blev det en 1500W Rofin Sinar, som hade svetsat hydraultryckare hos Volkswagen under många år. Till denna byggde vi själva ett nytt skärbord med flygande optik. Med den här utrustningen fick vi tillräcklig effekt för att kunna svetsa.

Brandvakt efter skiftet

Bengt berättar om ett av de första svetsjobbena som var att svetsa en för-



Bild 3. I juni i år hade Lasercentrum i Gnosjö inflyttning i nya egna lokaler i Gnosjö. En historisk händelse i företagets utveckling.

silvrad Invar-plåt. Silvret flöt tillbaka under svetsningen och bildade en ”efterbeläggning” av svetsen som alltså fick ett mycket attraktivt utseende. Ett annat tidigt svetsjobb var svetsning av en medicinsk produkt i titan som svetsades med en cirkulär stumfog 0,3 mm bred och 0,7 mm djup.

- Den första tiden höll vi till i ett gammal litet hus med trägolv, berättar Stefan Bengtsson. Så när skiftet var slut var vi tvungna att stanna kvar för att sitta brandvakt tills vi var säkra på att det inte skulle börja brinna.
- Men redan 1994 kunde vi flytta in i nya lokaler i Gnosjö trots att här råder kronisk brist på industrilokaler, fortsätter Stefan.

1997 blev ett viktigt år genom att vi då köpte en ny Bystronic 1800 W laserskärmaskin. Vi flyttade också återigen till större lokaler. Och så i juni i år köpte vi en 3kW Bystronic-maskin och kunde också flytta in i nya egna lokaler.

- Vi har nu tre laserskärmaskiner och två kantpressar på 100 respektive 30 ton, säger Stefan. Den berömda Gnosjö-andan har naturligtvis hjälpt oss i vår utveckling. Här rekommenderar vi grannfirman om vi tror att de kan göra jobbet bättre. Här lånar vi grejor av varandra och hjälper varandra på alla sätt. I Gnosjö området finns ju också en mängd företag så vi tillverkar alla möjliga produkter.
- Vår produktion består till 30% av s k ”design-produkter”. Med vår bakgrund som ”datahackers” kunde vi tidigt realisera effektiva CAD/CAM-lösningar som gjorde det möjligt att överföra skisser, foton m m till laserskurna detaljer. Skyltar och logotyper till olika produktställ som används vid skyltning i affärer utgör nästa 30% av produktionen. Gnosjö kallas ju ofta för ”trådställs-Mecca” eftersom det tillverkas så många produkter av tråd här. Resterande produktion är ”vanliga” produkter, fortsätter Stefan, och visar en liten segersäkring i 0,3 mm tjockt fjäderstål där hålen i säkringen är 0,4 mm i diameter.



Bild 2. Första lokalen för LaserCentrum i Gnosjö.



Bild 4. Stefan Bengtsson visar de nya lokalerna. Två Bystronic dominerar maskinparken.

Brutalsvets klara spalter

Bengt Johansson berättar vidare om deras erfarenheter av lasersvetsning. Han menar att det är viktigt att tänka på följande:

- fixtureringen; den måste vara exakt för en spalt på 0,1-0,2 mm kan vålla problem, speciellt vid höga hastigheter (svetsen missar). Sjunkning av fogen kan också vara ett problem vid stumfog eftersom inget material tillsätts.
- Detaljen slår sig. Spalten blir för stor och svetsningen upphör. Problemen är störst vid överlappsvets. Lösningen är att punktsvetsa detaljen innan svetsning.
- Sprickor vid material vid höga kolhalter eller martensitiskt rostfritt stål. En möjlighet att minska sprickrisken är att svetsa långsammare eller med defokuserad stråle för att få långsammare kylning och därmed större HAZ (heat affected zone). Hopsvetsning av olika metaller kan också medföra sprickor.
- Svetsning i titan eller zirkonium kräver att man är observant med skyddsgasen som ska slås på en stund före och även vara på en

stund efter att svetsen är utförd. Rotgas kan också bli nödvändigt vid känsliga detaljer.

- Plasmabildning; helium eller blandning av helium/argon bör användas vid svetsning med CO₂-laser.
- Svetssprut vid pulsad svetsning av finare detaljer; viktigt att ha rätt toppeffekt på pulserna (jämför Nd:YAG-svetsning).

- Vid svetsning av icke high-tech produkter med dåliga fogtoleranser använder vi "brutalsvetsning" berättar Bengt. Vi svetsar långsamt med hög effekt (ca 1m/min vid 1800W) och med defokuserad stråle. Då får vi en svets på 2-3 mm. Den stora smältan gör att en relativt stor spalt, ca 0.5- 0.7 mm, kan fyllas. Exempel på när "brutalsvetsning" kan användas är skyltställ, kåpor, rörstosar.



Bild 5. Bengt Johansson visar en småländsk "innovation" – en rörstos "brutalsvetsad" med laser. Då kan större spalter än vad som är vanligt överbryggas.



Bild 6. En trotjänare som fortfarande gör sitt jobb. Lasern, en Rofin Sinar 1500W har tidigare använts för svetsning av ventilttryckare hos Volkswagen i Tyskland.



Bengt avslutar med att berätta att Lasercentrum i Gnosjö i framtiden söker CO₂-lasereffekter upp mot 6 kW och att svetsning med tillsatsmaterial kan bli aktuellt. Man är vidare intresserad av ett 5-axligt ma-

skineri och en 200-500W Nd:YAG-laser för microsvetsning.

LaserNytt tackar för ett intressant besök och önskar Stefan och Bengt lycka till i framtiden.



Bild 7. Glada miner hos deltagarna i Laserdagen framför den nybyggda verkstaden hos LaserCentrum i Gnosjö AB.

RACER- programmet utvecklar laser och AWJ-tekniken

RACER- programmet avslutades med ett seminarium den 13 september i Braås som lockade 51 deltagare. Där presenterades resultat från alla projekt som har ingått i programmet.



Bild 1. Lasersvetsning av "bananbalk" som tillverkas av 9 mm Domex-material. Svetstid ca 2 min. med 17 kW CO₂-laser. Balken sitter i bakhjulsupphängningen i Scania-bussar.

- Vi har nu genomfört ett unikt program med många goda och viktiga resultat, säger Hans Engström, Luleå tekniska universitet, som har varit koordinator för programmet. Tillsammans med ett 20-tal svenska företag har Luleå tekniska universitet, som var ansvarig för programmet, Lunds Tekniska

Högskola, Chalmers Lindholmen, och IVF utvecklat ny teknik för laserbearbetning och abrasiv vattenstråleskärning (AWJ). Programmet har givit en kraftig skjuts för flera företag i deras strävan att vidareutveckla sina produkter och produktion.

- Programmet har också varit nytt så till vida att vi redan under programmets gång löpande har redovisat resultat, dels via en programkonferens i Göteborg i september 1999 och dels via Internet. Detta har varit ett önskemål från NUTEK som har delfinansierat programmet. Naturligtvis har det känts lite ovant att gå ut och offentliggöra resultat som inte är fullständiga, men det har också varit stimulerande att försöka få ut ny information så snabbt som möjligt, säger Hans.

RACER, som står för **R**ationella bearbetningspro**C**esse**R**, var ursprungligen ett initiativ från NUTEK och professor Claes Magnusson vid Luleå tekniska universitet. Man ville skapa ett program som skulle hjälpa till att utveckla några rationella bearbetningsprocesser i samverkan med främst verkstadsindustrin för att öka dess konkurrenskraft. Dessutom skulle det stödja den seniora forskarmiljön vid universitet och högskolor och som tidigare nämnts ge en snabb tekniköverföring till deltagare men även annan industri.

Inom programmet genomfördes fyra laser och tre AWJ-projekt under två år, tabell 1.

Tabell 1. Genomförda projekt inom RACER programmet.

Projekt	F&U- organisation/Projektledare
Utveckling av lasersvetsteknik för detaljer i tjockt konstruktionsstål	Luleå tekniska universitet Tekn Lic Hans Engström
Automatisering/Robotiserad lasersvetsning	Luleå tekniska universitet Robert Borgström
Utveckling av processteknik och produktionsutrustning för laserytbehandling	Luleå tekniska universitet Greger Wiklund
Ythärdning med Nd:YAG- och diodlaser	IVF Dr Conny Lampa
Utveckling av alternativ processteknik för abrasiv vattenstråleskärning (tre projekt)	Chalmers Lindholmen Dr Christian Öjmertz/ Tekn Lic Gustav Holmqvist

Resultat

Det har producerats en stor mängd ny och intressant kunskap i RACER. I denna artikel redovisas bara ett axplock. För utförligare information

rekommenderas de tekniska rapporter som skrivits och de artiklar som publicerats.

Tabell 2 Lista över rapporter i RACER-programmet

Titel	Författare
Bearbetning med högenergistrålar – RACER Sammanställningsrapport	Hans Engström Luleå tekniska universitet, 2000:21
Utveckling av lasersvets teknik för tjockt konstruktionsstål	Hans Engström, Klas Nilsson, Jan Flinkfeldt, Tony Nilsson, Anders Skirfors, Marcus Miller, Erik Sandqvist Luleå tekniska universitet 2000:20
Robotiserad lasersvetsning	Robert Borgström Luleå tekniska universitet 2000:22:
Utveckling av processteknik och produktionsutrustning för laserytbehandling	Greger Wiklund Luleå tekniska universitet 2000:25
Ythärdning med Nd:YAG och diodlaser	Conny Lampa, Gunnar Tengwall IVF-rapport 00011
Abrasiv vattenskärning - Processutveckling och ytkarakterisering	Gustav Holmqvist Chalmers Lindholmen Rapport Nr 6, oktober 2000

Litteraturlista presenteras i slutet på artikeln.

Stor potential för lasersvetsning av tjockt stål

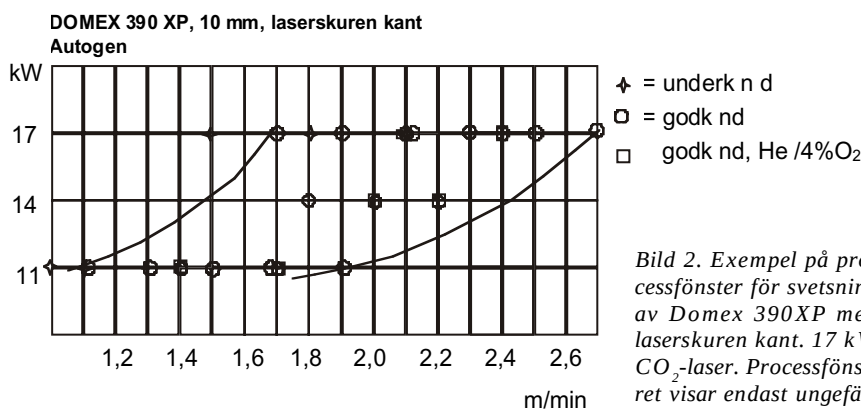
I ett av laserprojekten har tekniken att svetsa tjockt konstruktionsstål vidareutvecklats. Arbetet har skett i samarbete med SSAB, Tunnpå AB, Borlänge, SSAB Oxelösund AB, Feruform AB, Luleå (fd Scania Chassikomponenter AB) Volvo Construction Equipment AB genom Volvo Articulated Haulers AB, Braås och AGA AB.

- Projektet har visat att vi kan svetsa 12 mm tjockt konstruktionsstål med godkänd kvalitet, säger Hans Engström, som varit projektledare. Men vi har även svetsat tjockare material med bra resultat. Vi har ägnat mycket tid åt att ta fram sk processfönster som visar vilken svetshastighet som kan användas vid olika effektnivåer. Tendensen

är att processfönstren blir mindre ju tjockare plåten blir om vi tittar på stål med mager analys.

- De mekaniska egenskaperna för lasersvetsar i de undersökta stålen, som varit av typ DOMEX (kallformningsstål), WELDOX (konstruktionsstål) och HARDOX (slitstål) är alldeles utmärkta, fortsätter Hans. Hållfastheten är minst

lika bra som grundmaterialet för DOMEX och WELDOX medan HARDOX uppvisar något lägre värden beroende på "mjukningen" i den värmepåverkade zonen. Men den zonen är mycket smalare än för t ex MIG-svetsning. Slagseggheten är acceptabel till utmärkt och lasersvetsarna uppfyller SSABs krav på bockbarhet för grundmaterialet.



Figur 3.1, Processfönster vid lasersvetsning av 10 mm omex 390 XP, laserskuren kant (Laser 2)

Bild 2. Exempel på processfönster för svetsning av Domex 390XP med laserskuren kant. 17 kW CO₂-laser. Processfönstret visar endast ungefärliga gränser för godkända svetsresultat.

- Även utmattningsegenskaperna är bra. I ett tidigare projekt har vi visat att böjutmattningshållfastheten är minst lika bra eller bättre jämfört med konventionellt svetsade lådbalkar. Pågående prov indikerar också att vridutmattningshållfastheten troligen blir avsevärt bättre för lasersvetsade balkar, säger Hans. Detta kan förhoppningsvis omsättas i högre last eller minskad vikt hos fordonskomponenter.
- Vi har också lärt oss svetsa högkolkhaltiga stål mot stål med mager analys utan att få hårda värmepåverkade zoner.
- Den ekonomiska potentialen bedömer vi som hög, fortsätter Hans. Tänk att Du kan ersätta MIG-svetsning med dubbla strängar med ca 0.3 m/min med enkelsidig svetsning i 1,2-1,8 m/min. Det sparar en massa svetstid. Vi har gjort ett räkneexempel och där visar vi att en laserinvestering i 12-14 miljoners nivån med två års pay-off tid ger en besparing i svetskostnad på storleksordningen 40% vid tvåskiftstillverkning.

Allt detta och mycket mer presenteras i en teknisk rapport från projektet se tabell 2. Projektet har fortsatt i ett projekt där lasersvetsning ska kombineras med MIG-svetsning, s k hybridsvetsning.

Robotsvetsning med laser

Ett av RACER- projekten har handlat om svetsning med Nd:YAG-laser och industrirobot och har bedrivits i samarbete med AP Torsmaskiner AB, Torsås, Calamo Nords AB, Molkom, Motoman AB, Torsås, BT Products AB Mjölby och Hägglunds Vehicle AB, Örnsköldsvik. Projektet har letts av Robert Borgström, Luleå tekniska universitet. Även Lunds tekniska Högskola har medverkat.

- Vi började inledningsvis med att utveckla två verktyg, ett för robotsvetsning och ett för robotskär-

ning, säger Robert Borgström, och integrerade dessa med en Motoman Sk45 och Haas Nd:YAG-laser på 3 kW vid laserlaboratoriet i Luleå.

- En annan del har varit att göra en marknadsundersökning av de följare som finns och som skulle vara lämplig i detta sammanhang. Ett system från ServoRobot som heter SMART blev utvalt, inköpt och integrerat i roboten, vilket har krävt mycket arbete och här har vi verkligen varit på jungfrulig mark, fortsätter Robert. Vi har visat att systemet fungerar och kan detektera och följa spalter. Vi har också arbetat med att utveckla en adaptiv trådmattning som ska anpassa sig till spaltens storlek och visat att principerna fungerar. Dock lämpar sig en nyare version av robotstyrsystemet bättre för denna uppgift.

Robert berättar också att man har lasersvetsat flera applikationer med roboten t ex grenrör åt AP Torsmaskiner och rörkrökar åt Calamo Nords. Rörkrökarna uppvisar mycket bra kvalitet med tillsatsmaterial och man svetsar upp till 10 gånger snabbare än med TIG. Betningstiden minskar

dessutom avsevärt viket ger en stor bonus i den ekonomiska kalkylen.

- Vi har också visat att svetsning av s k pansarplåt kan ske utan förvärmning, och det är en förutsättning för en framtida applikation, om vi använder tillsatsmaterial, säger Robert. Läs gärna rapporten avslutar Robert.

Ythårdning med Nd:YAG och diodlaser

På IVF har Dr Conny Lampa arbetat tillsammans med SKF Autobalance Systems AB och Surte Precisionsteknik AB för att undersöka möjligheterna att selektivt härda vissa komponenter. Ett annat syfte har varit att försöka intressera företag att ta över en del av SKFs framtida produktion där laserhårdning ingår som en potentiell metod.

- Vi har med framgång härdat bannor i hus i material SAE 1055 med Nd:YAG-laser, säger Conny Lampa. Fördelen med Nd:YAG-lasern över CO₂-lasern är att vi inte behöver belägga ytorna med något absorberande skikt före hårdningen och följaktligen behöver vi inte heller tvätta bort över-

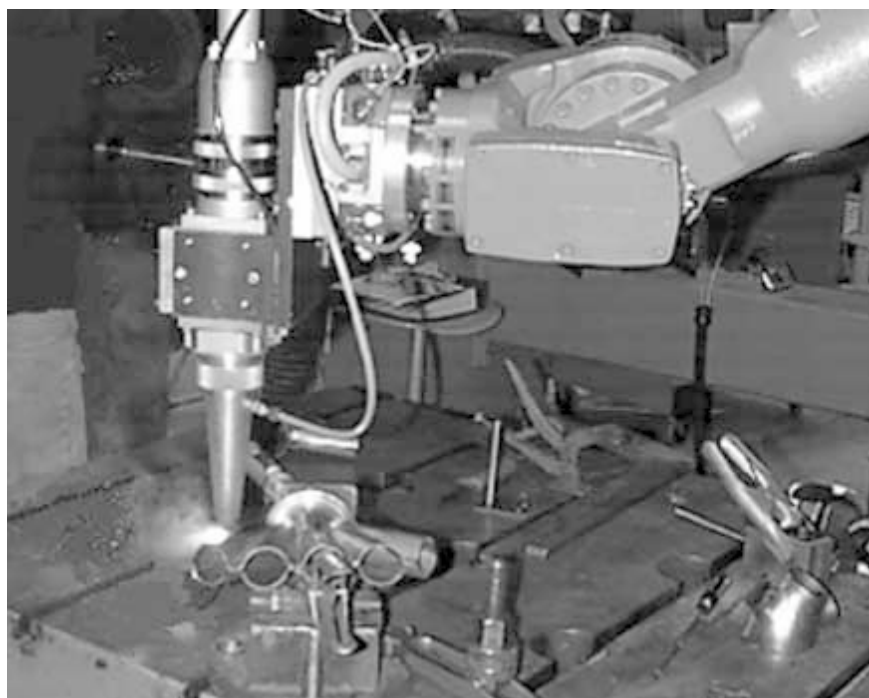


Bild 3. Lasersvetsning med Nd:YAG-laser och robot av grenrör i rostfritt stål.

blivet beläggingsmaterial. En klar förenkling av processen. Resultatet blir en hårdhet i banorna på över 800HV. Vi har även härdat samma material med 1kW diodlaser. Hårdheter på 690HV har uppnåtts, vilket är lägre jämfört med Nd:YAG-laserhårdning. Orsakerna till de lägre hårdhetsvärdena är inte säkerställd, men kan bero på långsammare kylning på grund av tunnare gods.

- Vi har också härdat kanter på hus i material SAE 1055 fortsätter Conny. Lasers våglängd och den lilla effekten gör att skarpa kanten har bibehållits och att martensitisk struktur med hårdheter på ca 700 HV har erhållits.

Slutsatserna från projektet blir, berättar Conny, att både Nd:YAG- och diodlaser kan användas med gott resultat för ythårdning. Effekten bör dock vara lika med eller större än 2 kW för att få ett härddjup på ca 1 mm med tillräckligt bred härddzon för industriella applikationer. Laserhårdning i ett svenskt småföretag bedöms som svårt, främst på grund av den höga investeringskostnaden avslutar Conny Lampa.

Abrasiv vattenskärning

Vid Chalmers Lindholmen har Dr Christian Öjmertz och Tekn. Lic. Gustav Holmqvist arbetat med att vidareutveckla den abrasiva vattenskärningsprocessen och att karakterisera skurna ytor. Man har samarbetat med sju företag och arbetet har delats i tre delprojekt efter företagens intresse.

ASJ

Abrasiv Suspension Jet som en väg till radikalt förbättrade prestanda har varit en av frågeställningarna. Man har gjort en insamling av litteratur och talat med leverantörer av utrustning berättar Gustav Holmqvist, för att klargöra läget för tekniken och dess förutsättningar.

- Man har kunnat påvisa att ASJ-tekniken är närmare fem gånger mer effektiv då stora abrasivmatningar används, säger Gustav, vilket ej är möjligt med den konventionella AWJ-tekniken. Sammantaget blir resultatet av en jämförelse mellan ASJ- och konventionell AWJ-teknik att investeringskostnaden ökar med en faktor närmare tre och att driftskostnaderna också ökar med en faktor

på ca tre. För ASJ blir kostnaden för abrasiv och suspenderande medel den dominerande delen av driftskostnaden.

- Den höga investeringskostnaden och osäkerhet kring driftskostnader anses vara ett hinder för införande av tekniken, säger Gustav Holmqvist.

Polymertillsats ökar effektiviteten

Man har också undersökt effekten av en viskös polymertillsats, Super-Water, vilken bedöms ha potential att skapa en ökad energiöverföring mellan vatten och abrasiv i blandningskammaren, fortsätter Gustav Holmqvist.

- Den mest kritiska faktorn är inblandningskoncentrationen. De skurna ytorna blir bättre för låga abrasiv-matningar och speciellt vid en specifik Super-Water koncentration. Denna potential bör dock vägas mot de kostnader som är förknippade med tillsatsen. Med ovanstående resultat och nuvarande förhöjda driftskostnader äts förbättringarna upp, menar Gustav.

Skärprocessens inverkan på snittytor

Utmattningsegenskaperna hos AWJ-skurna ytor i WELDOX 1100 har undersökts. Alla prover låg på en utmattningsnivå över den som ges för termiska metoder i International Institute of Weldings konstruktionsstandard för konstruktionsstål. Det

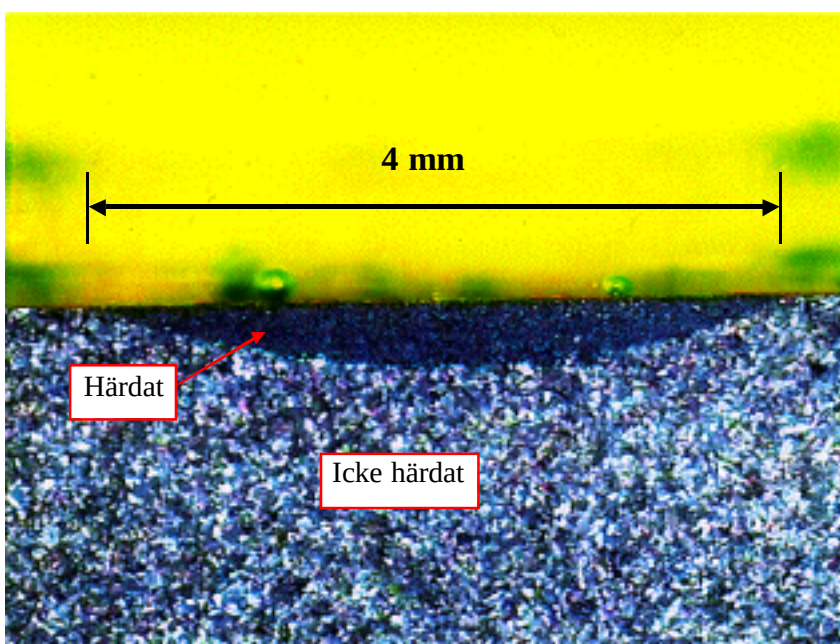
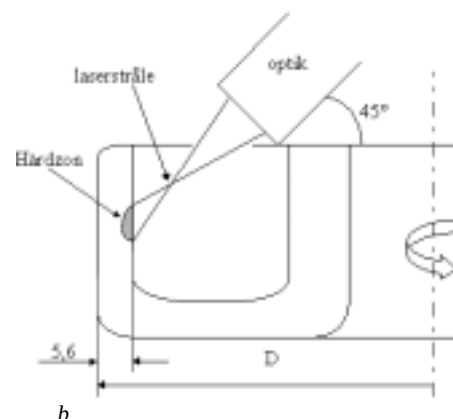


Bild 4. Laserhårdning av bana i hus med Nd:YAG-laser



kan noteras att en hel del provstavar klarade en långvarig belastning, men att den stora spridningen gör resultaten svårtolkade

- Ytkvaliteten visade sig ha en relativt liten inverkan på utmattningsegenskaperna, vilket är positivt. Det påvisar att även en relativt grov yta är funktionsduglig vid utmattningsutsatta detaljer.
- Dessutom har vi studerat möjligheten att utarbeta en standard. Och det arbetet fortsätter i ett nytt projekt inom RACER II avslutar Gustav Holmqvist.

Laser ytbehandlar brett och djupt

Vid Luleå tekniska universitet har Greger Wiklund i samarbete med Daros AB, som är världsledande tillverkare av kolvringar för stora marina motorer utvecklat ny teknik för påsvetsning med laser.

Greger berättar att ett av problemen är att få tillräckligt breda påsvetssträngar som är tillräckligt djupa när man påsvetsar med lasereffekter kring 5 kW. Naturligtvis kan man alltid skaffa större lasrar men kostnaden ökar då väsentligt så vi ville förbättra den befintliga tekniken i första hand.

- Vi har därför utvecklat en linjefokuserande optik och pulvermunstycken som blåser påsvetsmaterialet till påsvetsstället. Resultatet är som förväntat. Med den nya tekniken belägger vi 13 mm breda spår med en tjocklek på 2,5 mm med 5kW lasereffekt. Och därmed har vi nått målet för denna del i projektet.
- Vi har också arbetat med att utveckla ny teknik för att för- och eftervärma komponenter som påsvetsas, fortsätter Greger. I samarbete med Heat Tech AB har vi testat att värma en hel kolvring runt hela omkretsen samtidigt och det har fungerat väl. Vi kan hålla en temperatur på ± 20 grader under på svetsförloppet.

Systemet med linjefokuserande optik och förvärmning har också testats med framgång som en enhet vid påsvetsning av hela kolvringar, avslutar Greger Wiklund.

RACER värdefullt för industrin

- Om vi gör ett försök att sammanfatta RACER-programmet, säger Hans Engström, så vill jag först nämna det stora intresset och delaktighet som deltagande företag har visat. Genom att vara med under försök och utvärderingar har kunskapsöverföring skett direkt till deltagarna och det var ju ett av huvudmålen med NUTEK:s satsning på programmet.
- Vi gjorde också en enkät bland deltagarna och där fick programmet lovord, fortsätter Hans. Det bör också påpekas att vi har haft en aktiv styrgrupp med industrirepresentanter och med Bertil Pekkari, Esab AB som ordförande och det har hjälpt till att hålla fart och fokus på arbetet i programmet. Resultaten är också överlag mycket goda. Ett projekt har bl a bidragit till att ett nytt företag har etablerats i Karlskoga och från ett annat projekt rapporteras att två företag har gått in i en aktiv fas för att undersöka förutsättningar för att införa lasersvetsning i produktionen.
- RACER har också varit mycket värdefullt för oss på universitet och högskolor. I Luleå har vi sedan tidigare lång erfarenhet att arbeta direkt mot industrin inom laserverksamheten och den erfarenheten har vi nu kunnat utveckla och fördjupa. Vi har en ödmjuk inställning till industrin och lär oss mycket själva genom detta aktiva samarbete. Det kan vi sedan omsätta i annan forskning och inte minst i vår undervisning.
- Det här programmet har också stärkt banden mellan oss forskningsutförare i Sverige och jag tror att det blir mycket värdefullt för framtiden. Vi måste lära oss

att samarbeta bättre och inte bara köra våra egna "race". Därtill är Sverige för litet och det finns för små forskningsmedel att tillgå. Ett planerat och aktivare samarbete skulle lyfta den tillämpade forskningen inom detta område till gagn för den svenska industrin.

RACER II tar vid

- Erfarenheterna blev så goda från RACER att vi har fortsatt med ett nytt program för laser och AWJ-teknik med samma forskningsutförare, säger Hans. Vi kallar det RACER II och det programmet skall pågå till slutet av 2001. Koncentrationen ligger på lasersvetsning och ytbehandling inom laserområdet och inom AWJ-sidan ska man jobba vidare med ytkaraktärisering. Vi kommer att ha ett avslutningsseminarium, troligen i november 2001 där vi ska ge alla resultat. Till dess kan ni som är intresserade få info från projektdeltagarna eller Internet avslutar Hans Engström.

För mera information kontakta
Hans Engström, Luleå tekniska universitet
Tel 0920-91269
E-post hans.engstrom@mb.luth.se
Internet www.mb.luth.se/mpb.htm

Christian Öjmertz,
Chalmers Lindholmen
Tel 031-772 50 83.
E-post choj@chl.chalmers.se

Conny Lampa, IVF
Tel 031-706 61 99
E-post conny.lampa@ivf.se

Litteraturlista

Engström H. Bearbetning med högenergi-strålar - RACER. Sammanfattning av RACER-programmet. Luleå tekniska universitet, 2000:21

Engström H. et al. Utveckling av lasersvetsteknik för detaljer i tjockt konstruktionsstål. Luleå tekniska universitet, 2000:20

Lampa, C. Ythärdning med Nd:YAG- och diodlaser. IVF-rapport 00011.

Borgström, R. Robotiserad lasersvetsning. Luleå tekniska universitet, 2000:22

Wiklund G. Utveckling av processteknik och utrustning för laserytbehandling. Luleå tekniska Universitet, 2000:25

Holmqvist, G. Abrasiv vattenskärmning Process-utveckling och ytkaraktärisering, Chalmers Lindholmen, Rapport Nr 6, Oktober 2000

Engström H. et al. Lasersvetsning av tjockt konstruktionsstål - ny svetssteknik på frammarsch för den tyngre industrin. Svetsen, Nr1 2000.

Holmqvist, G., Öjmertz, K.M.C., Bergengren Y. and Fronzaroli, M.: "Influence of Abrasive Waterjet Cutting on the Fatigue Properties of Extra High-strength Steel", Proceedings of the 10th American Waterjet Conference, Water Jet Technology Association, St Louis, MO, USA, pp. 1-13, 1999.

Engström, H. RACER - A New Laser and Water Jet R&D- programme in Sweden. Proc. 7th Nordic Conference in Laser Material Processing. Lappeenranta Univ. Of Technology, Lappeenranta August 23-24, 1999, Finland.

Engström, H., Nilsson, K., Flinkfeldt, J., Nilsson, T., Skirfors, A., Miller, M. High Power Laser Welding of Thick Construction Steel. Proceedings. ICALEO 99, November 15-18, 1999, San Diego, CA, USA.

Lampa, C., Vomacka, P., Tengwall, G. Transformation Hardening with Diode- and Nd:YAG-lasers. Proceedings. ICALEO 99, November 15-18, 1999, San Diego, CA, USA.

Engström, H. RACER - Nytt industriforskningsprogram för laser- och vattenstrålebearbetning. (PDF fil 640kB) LaserNytt 1, 1999, Sveriges Verkstadsindustrier, Stockholm.

Engström, H. RACER- ett forskningsprogram i syfte att utveckla laser- och vattenstrålebearbetning för ökad konkurrenskraft åt industrin. Svetsen, Årgång 58, Nr 5, 1999.

Engström, H. Strålände framtid för lasersvetsning. Teknik i Tiden, Nr 3 1999.

Borgström, R. Tillämpad laserforskning vid Luleå tekniska universitet (PDF fil 318kB), Aktuell Produktion, Nr 5, 1999

Borgström, R. Tillämpad laserforskning vid Luleå tekniska universitet del 2 (PDF fil 297kB), Aktuell Produktion, Nr 6, 1999

Laserseminarium i Markaryd slog rekord

Lasergruppen arrangerade ett seminarium i Laserteknik med inriktning mot lasersvetsning den 16 november. Denna gång var vi Markaryd efter ett initiativ från Mapro Lasersystem AB, Växjö, som också hjälpte till med det praktiska arrangemanget. 36 deltagare var nytt rekord för vår seminarieverksamhet och det var också trevligt att se många nya människor från företag utanför Lasergruppen. Det visar att information om tekniken behövs.



Deltagare vid Laserseminariet i Markaryd. Här samlade utanför Tryckta i Markaryd AB.

Förutom radartrion Engström-Larsson-Salmi, som körde sitt traditionella program, så berättade Masanori Nakayama från Nippei Toyama Corp. (NTC), Japan om tre-dimensionell laserbearbetning med bl a erfarenheter från bilindustrin.

Dagen avslutades sedan med ett besök på Tryckta i Markaryd AB för att se deras nya 3D-laser och bekanta oss med företaget, se separat artikel.

Herr Nakayama är chefskonstruktör på NTC och har lång erfarenhet med bl a internationellt arbete i Detroit. NTC byggde sin första 5-axliga maskin redan 1983 och sedan har man utvecklat sitt koncept kontinuerligt. Den senaste versionen är från 1999 då man bl a utvecklade ett nytt styrsystem.

NTC har totalt levererat 400 lasersystem så man har stor erfarenhet av många applikationer för 3D-bearbetning. Genomgående använder man Fanuc-lasrar, som enligt Nakayama har speciellt låga driftskostnader. Han gav många fina exempel på 3D-skärning med laser från bil-, flyg- och an-

nan industri. Det finns t ex många applikationer för renskärning och håltagning i plastpaneler inom bilindustrin där laser används.

Herr Nakayama gav också exempel på beräkningar av kostnader för skärning. Ett exempel var högtrycksskärning av 6 mm rostfritt stål med nitrogen där totalkostnaden (i Japan) beräknas till 2654 Yen/tim medan skärkostnaden angavs till 87 Yen/m. Skärgaskostnaden uppgår till ca 67%.

Lars-Erik Persson, Mapro Lasersystem AB berättade att företaget har fem ägare som tillsammans har 99 års erfarenhet från maskinindustrin och 60 års erfarenhet från IT – och annan högteknologisk verksamhet. Man vill hjälpa kunderna att tjäna pengar genom high-tech lösningar med laser och är nu representant för NTC. Man säljer också märklasar av fabrikat HK Technologies, samt lager- och hanteringssystem. Kontor finns i Växjö och Halmstad.

Mera information genom:
www.mapro-laser.se

3D-laserskärning – en ny dimension i TRYCKTAs utveckling

I de tidigare gränstrakterna till Danmark, i det sydvästra hörnet av Småland, väl synligt från E4:an, ligger TRYCKTA ett företag som är välbekant för många för sin produktion och produktutveckling av formade plåtdetaljer. Nu satsar man på 3D-laserskärning med en ny maskin från NTC, Nippei Toyama Corp.

Vid Laserseminariet arrangerat av VIs Lasergrupp besökte vi TRYCKTA för att se den nya 3D-laserskärmaskinen och att lära känna företaget. Värd för besöket var Bengt-Ove Johansson, vd för företaget och Åke Person som är informationsansvarig.

Senaste satsningen

- Det finns ju en speciell anledning till att vi tittar på TRYCKTA idag. Ni har ju gjort en stor investering i år.
- Ja, säger Bengt-Ove Johansson med stolthet i rösten. Som ni vet kan vi forma plåt på olika sätt med varierande metoder. För att komplettera dessa har vi nu satsat på den här maskinen, säger Bengt-Ove och pekar på en maskin som upptar en yta som en halv villa

och som når nästan upp till taket i fabriken. Detta är en 3D-laserskärmaskin.

- Men lasermaskiner är väl inget ovanligt idag?
- Nej, fortsätter Bengt-Ove, men denna maskin är speciell. För det första har den en laser med hög kapacitet, vilket gör att den med hög hastighet kan arbeta i olika metaller med varierande tjocklek. För det andra är det en 3D laser. Som ni ser sitter laserhuvudet monterat på en konstruktion som är ledad på flera ställen. Detta innebär att maskinen obehindrat arbetar tredimensionellt.

Bengt-Ove fortsätter och berättar att maskinen alltså kan göra skärningar och håltagningar i detaljer hur de än är formade. Man kan oftast inte göra

hål innan man formar plåten. Plåten pressas och tånjs på olika sätt och då deformeras även hålen.

Tungt vägande skäl

- Med den här maskinen kan vi variera hålbild helt efter kundens önskemål utan att behöva göra dyra stansverktyg, säger Bengt-Ove. Det innebär också att maskinen har väldigt stora fördelar även för produktion av prototyper. Det är också ett tungt skäl till att vi satsat på denna maskin. Vår roll i förhållandet till kunderna har med åren förändrats. Numera är vi ofta med och hjälper till redan vid utvecklingen av produkterna.
- Titta nu, säger Bengt-Ove och pekar på lasermaskinen, nu har den skurit färdigt detaljerna på det ena bordet och ska påbörja skärningen på nästa bord.

Vi ser det stora bordet glida bort från laserroboten, de stora plexiglasportarna öppnas och bordet växlar in på ett sidospår medan det andra bordet glider fram till roboten. Plexiglasportarna stängs och laserhuvudet börjar arbeta. Man kan se att den skär för det sprutar smält metall.

- Ja, säger operatören, Det syns lite mera när vi skär stål men när vi kör aluminiumdetaljer blir det inte mycket gnistor.
- Är det inte svårt att köra den här maskinen?
- Maskinen är mycket avancerad, men vi är vana vid att arbeta med programmering och annan avancerad beredning. Så det har till stor del varit en utveckling av våra tidigare kunskaper. Det japanska företaget som byggde maskinen hade en man här i en halv månad vid igångkörningen och dessutom

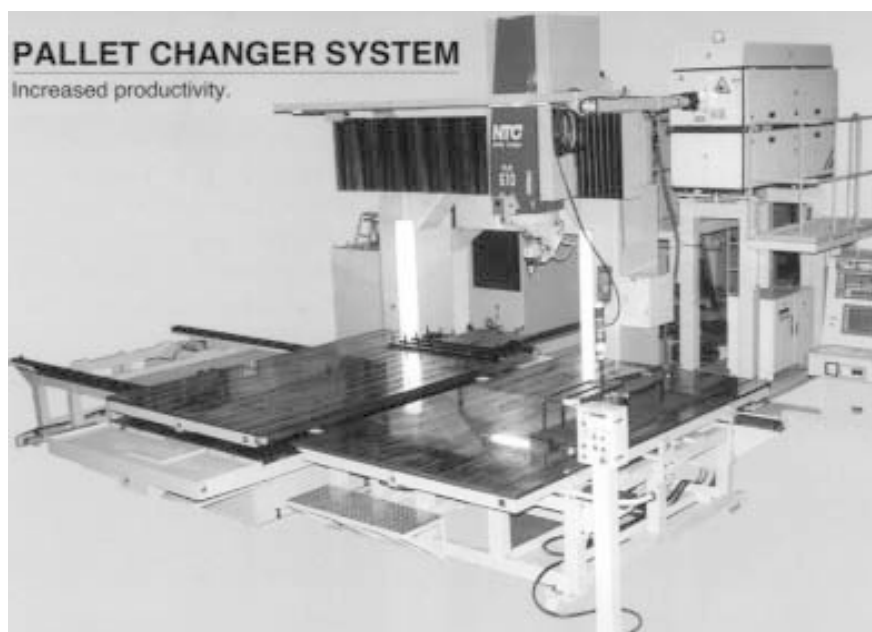


Bild 1. 3-D laserskärmaskin från NTC utrustad med pallettsystem



Bild 2. Skärning av pressad plåt detalj hos TRYCKTA.

tag och är dominerande leverantör för 3D-laserskrämaskiner i USA och Japan. Totalt har man 400 levererade system.

Bengt-Ove berättar att man var i Japan på utbildning och man var med när maskinen monterades ner för att lära sig den i detalj. Monteringens hemma gjorde man själva och de japanska installatörerna som kom för att köra igång maskinen behövde i stort bara kontrollera mekaniken och de elektriska kopplingarna.

- Vi valde maskin med stort arbetsområde för vi har ett systerföretag i England som kan trycksvarva detaljer upp till 3000 mm diameter och förr eller senare kommer också detaljer i den storleken att laserskräas. Redan idag så laserskrä vi var 3:e detalj som pressas, säger Bengt-Ove.

Modernt företag med olika specialiteter

- Hur ser då företaget ut idag?
- I produktionen har vi ett antal specialiteter, segment, som kompletterar varandra. Låt oss ta en rundtur i produktionen och titta, säger Bengt-Ove Johansson.

Under rundvandringen startar vi med avdelningen för djupdragning. Sex stycken dragpressar producerar detaljer med mycket varierande storlek och form.

- Tre av de här dragpressarna är helt datorstyrda och operatörerna programmerar själva sina maskiner.

Då vi kommer till avdelningen för trycksvarvning visar Bengt-Ove på att här utförs arbete från rent hantverk vid handtrycksvarv till avancerad automattryksvarv, som vid behov producerar dygnet runt.

Vidare tittar vi på revolverstansmaskiner för stansning och nibbling, excenterpressar och kantpress, som bockar olika detaljer i upp till tre meters längd.

har vår ledning och arbetsledare varit i Japan vid två tillfällen för att lära sig maskinen. Det engagerar ju också lite extra när man får vara med från början med något nytt som detta.

Bengt-Ove berättar att maskinen har ett arbetsområde på 3000x1900x600 mm och att den har en 3 kW Fanuc-laser som går att köra till 3,6 kW. Vi har gjort ett mycket grundligt jobb vid installationen och ställt maskinen, som totalt väger 23 ton, på ett eget fundament. Allt kablage ligger ingjutet i golvet för att få rent runt maskinen och inte få driftstörningar genom kabelbrott. Laserresonatoren sitter också fäst vid maskinen.

- Vi har lagt mycket möda på att göra maskinen användarvänlig och säker. Därför har vi plexiglasskydd monterade nedtill på rullportarna och vi har också sett till att det är helt tätt så att inget laserljus kan komma ut i lokalen, säger Bengt-Ove.
- Varför en japansk maskin, när det finns etablerade europeiska fabrikat av toppklass??
- Ja, svarar Bengt-Ove, jag har flera andra japanska maskiner som jag är mycket nöjd med, speciellt tillförlitligheten är enastående, så jag har ett mycket stort förtroende för japanska maskintillverkare. NTC är ju också ett erfaret före-



Bild 3. Bengt-Ove Johansson, vd på TRYCKTA (2:a från höger) berättar om lasermaskinen för Hans Engström, Luleå tekniska universitet, Thomas Häggglund, Trumpf Maskin AB och Annika Wannerberg, VI.

- Vi har ju också en del andra specialmaskiner och dessutom en slip- och poleringsavdelning samt lackering.

40-års jubileum 2001

TRYCKTA startades av två personer i en källare i centrala Markaryd 1961. Verksamheten omfattade då trycksvarvning, en metod som har historisk förankring i trakten sedan sekelskiftet. Kunderna var till en början ett antal företag inom belysningsbranschen i Sverige.

Verksamheten ökade och utvecklades successivt och tio år efter starten, då även nya ägare tillträtt, blev nuvarande vd, Bengt-Ove Johansson, platschef vid företaget.

Offensiv satsning på framtiden

- Hur utvecklades då företaget efter att du tillträdde som platschef 1971?
- Under 70-talet och fram till 1985 expanderade företaget på flera sätt, säger Bengt-Ove Johansson. Antalet kunder ökade och fler metoder och maskiner för plåtbehandling infördes i verksamheten. Därmed breddades också antalet typer av produkter samt

branscher, som vi samarbetade med. Två flyttningar till nya lokaler blev också nödvändiga på grund av expansionen, först 1974 och sedan 1985. Vi flyttade in i den nuvarande fastigheten vid E4 under hösten 1985.

- Under perioden 1985-1993 fortsatte vi att investera intensivt med satsningar på maskiner, teknik och personal. Vi har hela tiden varit på det klara med, fortsätter Bengt-Ove, att det finns bara en sak som gäller för överlevnad; offensivt satsande!
- Det räcker inte med att följa utvecklingen och hänga med i den. Utan man ska vara ett steg före i allt. Jag vill inte påstå att så alltid är fallet hos oss, men vi försöker att jobba efter den devisen.

Resultat av medveten satsning

- Det var en obeskrivlig känsla att se när den kraftfulla satsningen på ny teknik och datorstyrda maskiner gav väntat resultat under 1994, då omsättningen ökade med 80 %, från 18 till 32 Mkr, säger Bengt-Ove med ett stort leende. Vår kundstock har sedan dess också ökat och omfattar idag mer än 500 företag och varje år levererar vi till

ca 400 företag, och vi levererar till uppemot 100 stycken varje månad.

Bevarad kunskap inom företaget

- Er verksamhet kräver ju stor kunskap hos alla i företaget. Hur har ni klarat det?
- Lyckligtvis är det så, svarar Bengt-Ove, att parallellt med att investeringar i maskiner har gjorts, så har vi också lyckats bevara hantverksskicklighet och kunskap inom företaget. Vi har haft förhållandevis liten omsättning på folk. Operatörerna har både bred och djup kunskap och de flesta kan arbeta vid många maskiner. På så sätt kan vi hela tiden bemanna de segment där vi har mest belastning för tillfället. Och i samband med våra satsningar på ny teknik och övrig utveckling av verksamheten har vi också lyckats rekrytera relevant kunskap utifrån.
- Vi har också varit tidigt ute med att satsa på datorbaserade system inom såväl produktion, administration som kommunikation. Det har vi gjort bland annat för att klara omvärldens ökade krav på garanterad kvalitet på hela produkten, från material till leveranssäkerhet.

TRYCKTA – ett kunskapsföretag

- Som ni har sett så är det den stora kunskapen, från hantverk till senaste high-tech, som dominerar i verksamheten, säger Bengt-Ove. Vad vi sysslar med idag är att producera plåt detaljer till våra kunder, men också att delge våra kunder vår stora kunskap och erfarenhet redan då de utvecklar sina produkter.
- Detta gör att vi idag kallar oss ett kunskapsföretag, avslutar Bengt-Ove Johansson.

Och utvecklingen går framåt med stormsteg; omsättningen har ökat från 30 miljoner 1999 till 40 i år och man är nu 40 anställda.



Rapport från ISATA-konferensen i Dublin 25-27/9/00

Av Johnny K Larsson
Volvo Cars

Årets ISATA¹-konferens hade förlagts till Dublin på den gröna ön Irland, där vi höll till i RDS's (Royal Dublin Society) lokaler. Detta var den 33:a ISATA-konferensen i ordningen, men också den sista, ett förbluffande besked som ISATA's ordförande *Mark Bursa* gav oss vid invigningsceremonien. Nu visade detta sig inte vara fullt så allvarligt som det i förstone kunde låta. ISATA ägs sedan 1997 av *Messe Düsseldorf*, och för att nå en bredare spridning kommer *Messe Düsseldorf* i fortsättningen att genomföra denna konferens i samarbete med välkända SAE (Society of Automotive Engineers). Namnet ISATA försvinner och ersätts med ATTCE (=Automotive Transportation & Technology Conference & Exhibition), och nästa års sammankomst är redan bestämd att förläggas till Barcelona under tiden 1-4 oktober.

Ett tusental delegater hade samlats för att höra några av branschens auktoriteter i olika "key note speeches" under morgontimmarna, samt deltaga i någon av de 14 parallella

tekniska sessionerna som genomfördes senare under dagarna. Därutöver gavs åtskilliga tillfällen till diskussioner med kollegor under mer informella former. ISATA hade arrangerat ett omfattande socialt program med besök på bl a Malahide Castle, Smithfield – Old Jameson Distillery och Johnny Fox's Pub med "Riverdance". Det hela avslutades med en välbesökt galamiddag på Clontarf Castle där bl a priser för bästa tekniska presentationer vid förra årets ISATA i Wien delades ut.

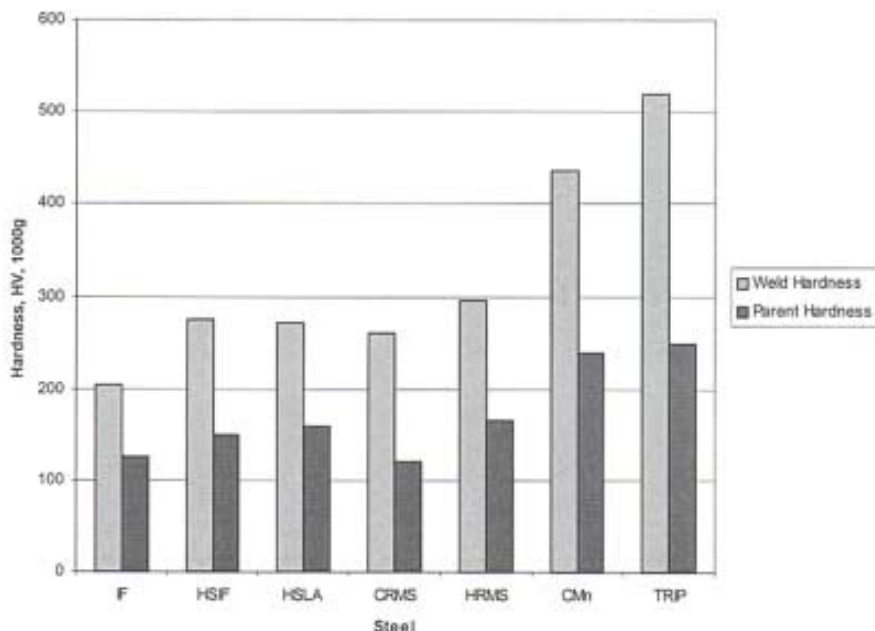
Själv hade jag fått äran att agera ordförande i Track 12 "Lasers and Joining Applications", där jag hade stor hjälp av mina bisittare; Jens Klaustrup Kristensen från FORCE Institute i Danmark och Kimihiro Shibata från Nissan Motor Company. Vi fick ta del av ett antal högklassiga presentationer, vars innehåll jag här kommer att återge i koncentrat. För den intresserade går det alltid bra att kontakta mig för att erhålla en kopia på det kompletta "papret".

Tema Stål

Laser Welding (CO₂- and Nd:YAG) of Steels for Lightweight Vehicle Construction

Dr E R Wallach, University of Cambridge

Sju olika stålqualiteter, t ex IF², HSLA³ och TRIP⁴ hade lasersvetsats med såväl CO₂ som Nd:YAG-laser. Ett av huvudsyftena med denna undersökning var att bedöma formbarheten för olika stumsvetsade materialkombinationer. Det visade sig att foggeometrin hade större inflytande än mikrostrukturen då det gäller formbarhet. Smala svetsar, svetsade med hög hastighet, kan visserligen uppvisa hög hårdhet [Figur 1], men ändå ge bättre formbarhet än breda och mjukare svetsar. En hårdhetsprofil tvärs svetsen kan därför ge en indikation om materialkombinationens formbarhet; ju mindre yta under hårdhetsskurvan desto bättre formbarhet. Att Nd:YAG-våglängden har en gynnsam inkopplingsmekanism i aluminium känner vi ju sedan tidigare. Detta



Figur 1. Relation mellan grundmaterialets och svetsens hårdhet vid lasersvetsning av olika höghållfasta stålqualiteter

är också relevant vid svetsning i stål, varför Nd:YAG-lasern kommer att ge bredare och mjukare svetsar jämfört med CO₂-lasern om processparametrar som effekt och svetshastighet hålls lika.

Mechanical Properties of Beam Welded High- and Ultra-High-Strength Steels

Mr A Ghandehari, Aachen University of Technology

Denna presentation behandlade i princip samma ämnesområde och mate-

rialkvaliteter som föregående. Olika svetsmetoders inflytande på svetskvalitet och hållfasthetsegenskaper hade kartlagts. Bland de undersökta metoderna fanns CO₂-lasersvetsning med och utan tillsatsstråd, elektronstrålsvetsning utan vacuum och laser/MAG-hybridsvetsning. Samtliga metoder fungerade tillfredsställande med undantag för hybridsvetsningen där närvaron av zink på plåtytorna gav problem. En avsevärd hårdhetsökning kunde registreras i svetsen. Genom att använda tillsatsstråd var

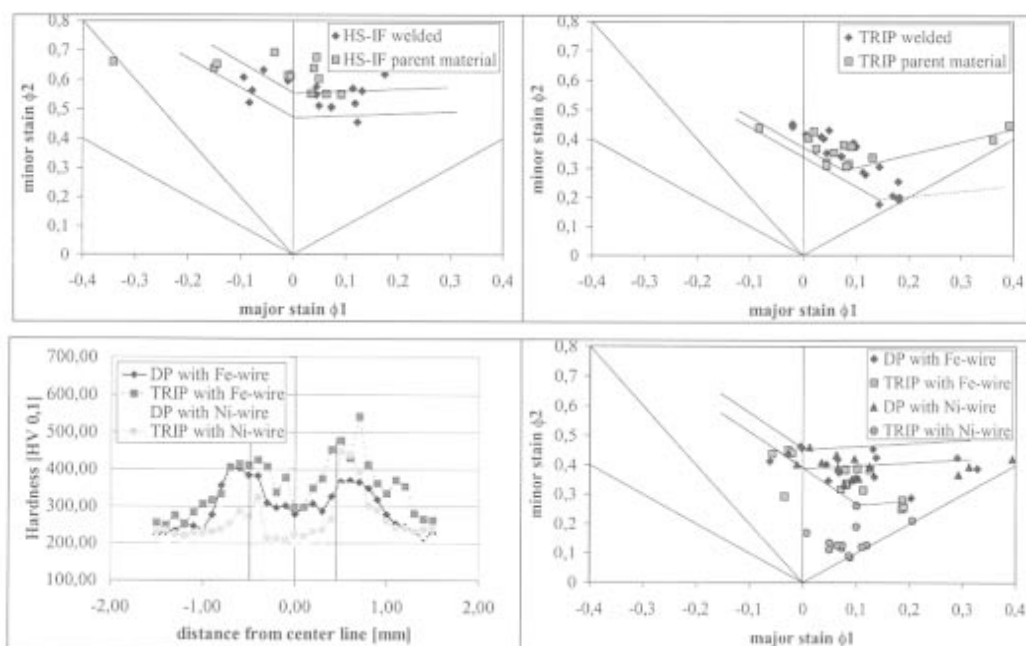
det möjligt att sänka hårdheten och därmed öka formbarheten [Figur 2]. Vid utmattningsprovning kunde utmattningsbrottet härledas antingen till metallurgisk anvisning (hårdhetsökning i HAZ⁵) eller geometrisk anvisning (svetsens tvärsnittsform). För flertalet av materialkombinationerna skedde brottet i HAZ, undantagslöst var fallet så i DP⁶- och TRIP-kvaliteterna.

Tema Aluminium

Mechanical and Corrosion Properties of Laser Welded Aluminium Alloys

Dr J K Kristensen, FORCE Institute

Flera, för bilindustrin vanliga aluminiumlegeringar, hade svetsats (både CO₂ och Nd:YAG) och utvärderats gentemot den preliminära kvalitetsstandarden prEN⁷ ISO⁸ 13919-2, vilken har tre nivåer för svetskvalitet; sträng (B), medium (C) och moderat (D). Med hjälp av tillsatsmaterial är det möjligt att erhålla klass B-svetsar i samtliga legeringar. Utan tillsatsmaterial är risken stor att kvalitén faller i en lägre klass då porbildningen ökar, speciellt vid ökad magnesiumhalt. Som tillsatsstråd hade använts AlMg5, AlSi5 samt AlSi12. Även tjockare aluminiumplåt (8mm) hade svetsats. Från dessa försök kunde man konstatera att ökad plåttjocklek minskar

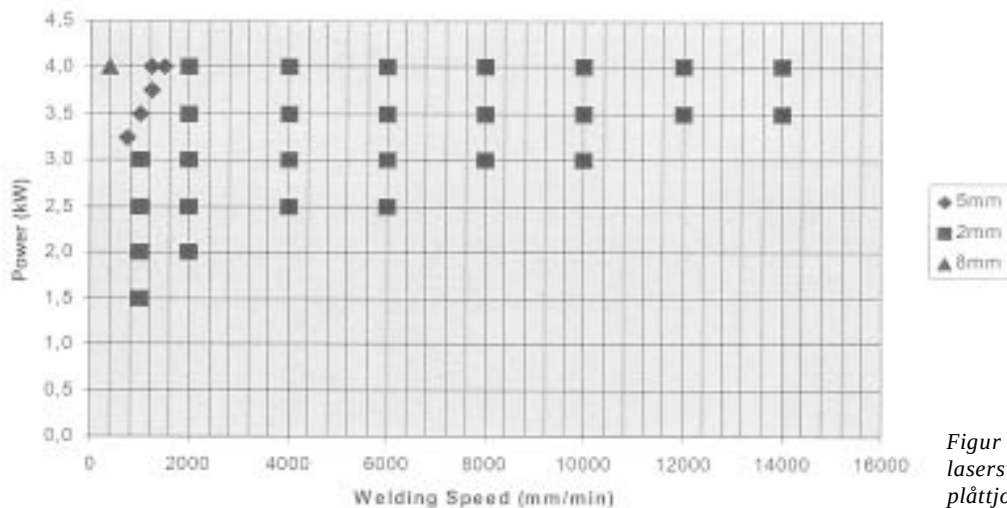


a

b

Figur 2. Formgränskurvor och hårdhetsprofil för lasersvetsade IF-, DP- och TRIP-stål

ACCEPTABLE Nd-YAG WELDABILITY LOBES IN AA5083 I-Butt welds - Autogenous - Varying thickness



Figur 3. "Svetsfönster" för Nd:YAG-lasersvetsning av AA5083 i tre olika plåttjocklekar

"svetsfönstret" [Figur 3] och ökar risken för porbildning, något som i detta fall inte går att åtgärda med tillsatsmaterial. Svetsarna uppvisar en signifikant hållfasthetsreduktion jämfört med grundmaterialet. Detta är mest uttalat för 6- och 7000-materialen.

High Power Nd:YAG Laser Welding of Aluminium Alloys with Wire Feed Dr M Naeem, GSI Lumonics

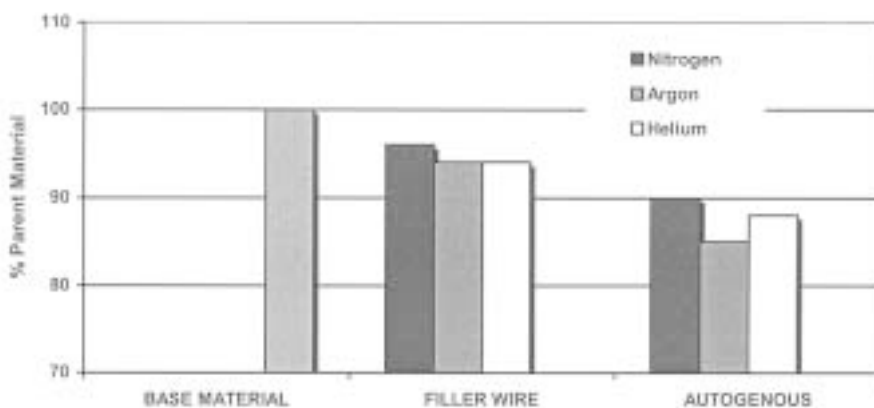
En undersökning av svetsbarheten för tre 6000-legeringar hade genomförts med en 3.5kW Nd:YAG-laser där tre olika fokalpunktsdiametrar (0.30, 0.45 och 0.60mm) använts. Stor fokalpunkt ger ett större "svetsfönster". Olika trådmatningshastigheter (4043A-tråd) hade undersökts och här visade det sig att vid hastig-

heter över 3m/min (svetshastigheten var 5-6m/min) fick man ej full penetration utan en stor svetsråge, men effektiviteten i fokalpunkten räcker inte till för att både smälta tillsatsstråden och bibehålla "nyckelhålet". Kvävgas, helium och argon hade undersökts som skyddsgas, och här gav kvävgas lägst porositet. Dock gick det inte att finna något samband mellan använd skyddsgas och statisk draghållfasthet [Figur 4], vilken för svetsade provstavar genomgående låg på 94-96% av grundmaterialet.

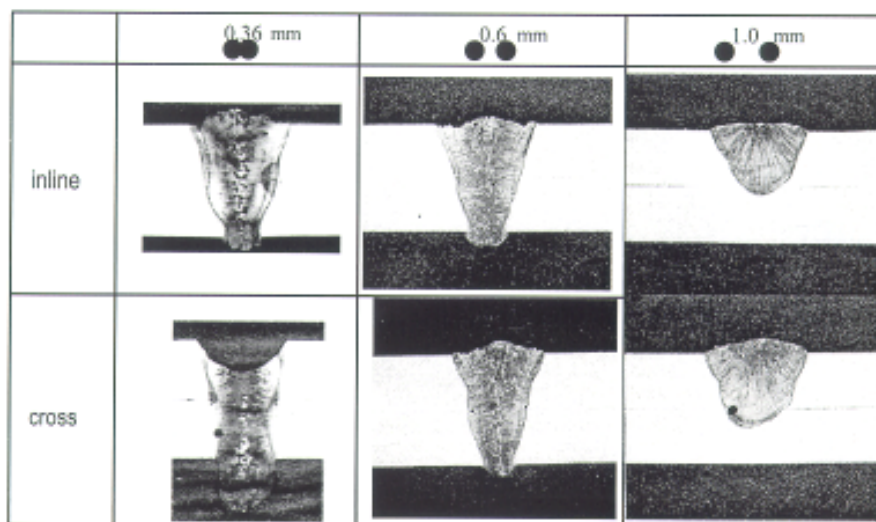
High Power Nd:YAG Laser Welding of Aluminium Alloys for Car Body Dr K Shibata, Nissan Motor Company Ltd

Här hade sk "twin-spot"-teknik utvärderats genom att sammankoppla

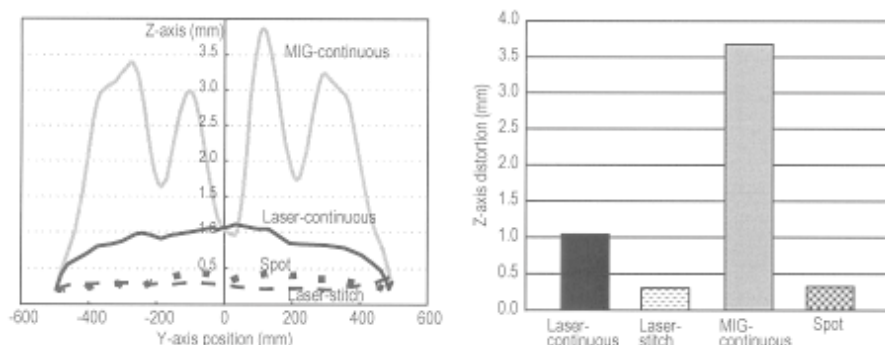
en 2kW och en 3kW Nd:YAG laser. Olika centrumavstånd mellan de två fokalpunkterna hade undersökts; 0.36mm, 0.6mm och 1.0mm. Fokalpunkterna orienterades efter varandra dels i svetsriktningen och dels tvärs densamma. Vid det mindre centrumavståndet blir svetsprocessen instabil och man får genombränningshål. Större avstånd ger en lugnare process och bra utseende på svetsen. Ett alltför stort centrumavstånd hindrar däremot penetrationsförmågan, varför 0.6mm tycks vara ett optimum i det här fallet [Figur 5]. Teorin om varför ett större avstånd ger bättre svetskvalitet är att "nyckelhålet" blir större och därmed möjliggör en lättare avgasning av förångat aluminium. På en lådkonstruktion hade man jämfört kontinuerlig lasersvetsning med MIG-svetsning. Jämförbar hållfasthet erhöles med lasersvetsning med en svetshastighet 10 gånger högre och med en distorsion som bara var en femtedel i förhållande till MIG-svetsning. Laser-"stitch"-svetsning gav också lägre distorsion då den jämfördes med konventionell punktsvetsning [Figur 6].



Figur 4. Jämförelse av statisk draghållfasthet vid svetsning av AA6181A med olika skyddsgas samt med och utan tillsatsråd



Figur 5. Tvärsnitt vid svetsning med s k "twin-spot"- teknik och olika centrumavstånd mellan fokuspunkterna



Figur 6. Distorsion i vertikalled för en detalj svetsad med olika tekniker

Improvement of 550W Pulsed Nd:YAG Laser Welding Effect of 1mm Thick Aluminium Alloy

Prof X Yu, Jinlin Institute of Technology

Man hade svetsat AA5154 med en 550W pulsad Nd:YAG-laser. På grund av den låga effekten hade olika åtgärder gjorts med ytan för att förbättra inkopplingsmekanismen. Varianter som förekom var sandblåstrat, ytbehandlat med "China-ink" och ytbehandlat med TH1, som egentligen är en beläggning som används vid laserhårdning. Den senare visade sig vara den som gav sämst resultat med mycket smal bindning i stumfogen mellan plåtarna, och därmed låga förlängningsvärden vid dragprov. Vid dessa dragprov gav "China-ink" bästa brotthållfasthet, eller 184N/mm² (grundmaterialet 208N/mm²). Därför valde man att gå vidare med denna ytbehandling för att se vilken effekt

en förvärmning av materialet innan svetsning skulle ge på hållfastheten. Olika temperaturer mellan 150-400°C undersöktes, och här visade en förvärmning till 300°C ge den bästa hållfastheten, eller 204N/mm².

Tema Magnesium

Laser Beam Welding as a Suitable Joining Method for Magnesium Alloys

Mr P Cordini, Laser Zentrum Hannover e.V.

Magnesium verkar vara ett material som sakta men säkert vinner insteg i bilbranschen. Denna presentation redovisade vilket inflytande det snabba kylningsförloppet vid lasersvetsning har på olika magnesiumlegeringars mekaniska, tekniska och kemiska egenskaper. Nd:YAG-våglängden uppvisar överlägsna absorptionsegenskaper (40-60%) jämfört med CO₂-

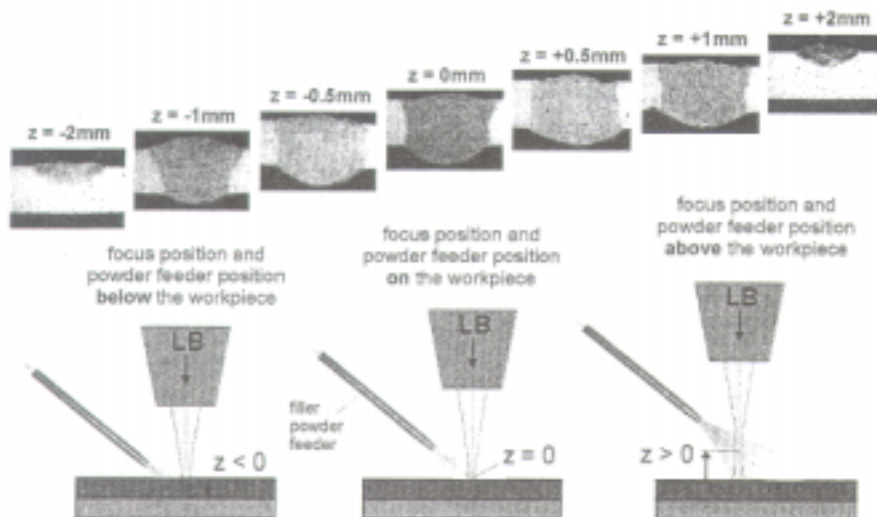
lasern (10-20%) vid svetsning av de i studien ingående magnesiumlegeringarna, vilka var AZ61A, AZ31B och AZ91. Svetsningen hade genomförts med tillsatstråd AZ61A, vilken förbättrade förlängningen vid dragprov, jämfört med svetsning utan tillsatsmaterial. Positionering mellan lasersmunstycke och tråd tillåter bara ett mycket litet processfönster för att uppnå god svetskvalitet. Liten tråddiameter gör processen mindre känslig, och därför hade en $\Delta 1.2$ mm tråd utvecklats inom det tyska forskningsprogrammet InMaK⁹. Minsta kommersiella tråddiameter är annars $\Delta 1.6$ mm. Vid överlappssvetsning bör full penetration undvikas då smältans låga viskositet kan orsaka genomrinning.

Tema Tailored Blanks and Tailored TUBING

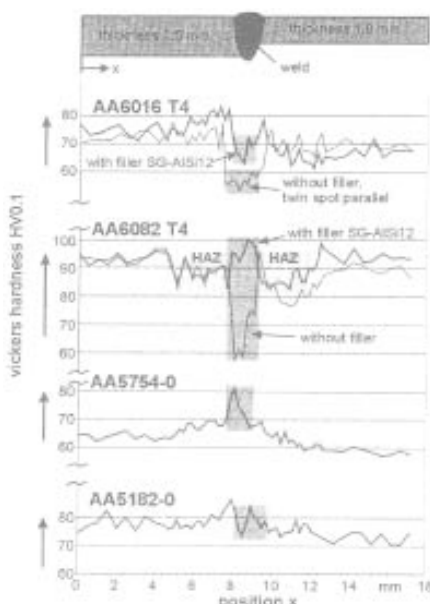
Laser Welded Aluminium Tailored Blanks – Recent Results from Applied Research

Mr T Pohl, ERLAS GmbH

Här jämfördes två olika angreppssätt för ämnesskarvning av aluminium; CO₂-laser med tillsatstråd och Nd:YAG-laser med pulvertillsats. Svetsastigheterna är likvärdiga vid jämförbara lasereffekter, men den stora fördelen med pulver tycks vara att toleransen för positioneringsnoggrannhet mellan laser/tillsatsmaterial och arbetsstycke ökar ($z=\pm 1.0$ mm) jämfört med vad som gäller för tråd ($z=\pm 0.1$ mm) [Figur 7]. Tråd och pulver i AlSi12 hade använts med framgång vid stumsvetsning av AA6016 och AA6082. Hållfastheten vid dragprov ligger nästan i paritet med grundmaterialets hållfasthet och brotten uppstår i HAZ. I hårdbara legeringar blir svetsgodset mycket mjukt, men genom tillsatsmaterial kan nästan hela denna förlust "tas igen" [Figur 8]. Som avslutning redogjordes för ett praktikfall med icke-linjär ämnesskarvning av en AUDI-sidodörr i aluminium. 1.5mm AA6016 hade svetsats till 1.15 AA6016, men i samtliga pressförsök sprack dörrpanelen cirka 5cm från svetsen. Vid byte av det



Figur 7. Konsekvenser på svetsens tvärsnitt vid några olika positioneringslägen för fokuspunkt och pulver tillförsel



Figur 8. Hårdhetsprofiler vid svetsning i olika aluminiumlegeringar. Lägg märke till inverkan av tillsatsmaterial för de hårdbara AA6000-legeringarna

tunnare materialet till legering AA5182 erhålls fullgoda pressdetaljer utan defekter eller sprickor. Vid samtliga dessa försök hade AlSi5 Δ 1.0mm tillsatsstråd använts.

Technologies and Processes for Tailored Blanks, Tubes for Hydro-forming Applications and Successful Weld System Designs

Mr R Corrodi, Soudronic AG

Ämnesskarvade rör i stål för efterföljande hydroformning börjar bli en intressant teknik för biltillverkare och

används idag framförallt i motorrammar och IP¹⁰-balkar. Rören kan tillverkas cylindriska, alternativt koniska, och skräddarsys genom att sättas samman av olika plåttjocklekar. Tyngdpunkten av presentationen lades annars på Soudronics patenterade process för ämnesskarvning av plåt kallad SOUKA[®]. Denna process behöver ej ställa alltför hårda krav på klippkantstoleranser för fogen, då eventuella gap tillsluts med hjälp av en tryckrulle som deformerar den tjockare plåten och därmed trycker den mot den tunnare. Vid lika plåttjocklek i delarna används två tryckrullar. Kraften för dessa ligger i området 250-300kg.

On-line Process Control for Laser Beam Materials Processing

Mr C Kratzsch, Fraunhofer-Institut für Lasertechnik

Fraunhofer-institutet för Lasertechnik (ILT) har utvecklat ett "koaxialt" processövervaknings-system (CPC), vilket är användbart för laserprocesser som höghastighetsskarvning, ämnesskarvning och svetsning i zinkbelagd plåt. Systemet ger en on-line inspektion av plasma och "nyckelhållets" form och består av en höghastighetskamera som är monterad direkt på "svetshuvudet" samt en PC för bildanalys. Kamerans optiska axel går koaxialt med laserstrålen

och passerar genom fokuseringsoptiken. Systemets design tillåter en enkel anpassning för såväl CO₂- som Nd:YAG-optik. Bilderna processas on-line med en hastighet av 2.925 bilder per sekund vid 64x64pixels upplösning eller 735 bilder vid 128x128pixels [Figur 9a, 9b]. För tillfället undersöker man möjligheterna för en "closed-loop"-kontroll vid övervakning av penetrationsdjupet.

Tema Simuleringsteknik, Produktionssystem och Produktapplikationer

Prediction of Fatigue Properties of Laser Welds

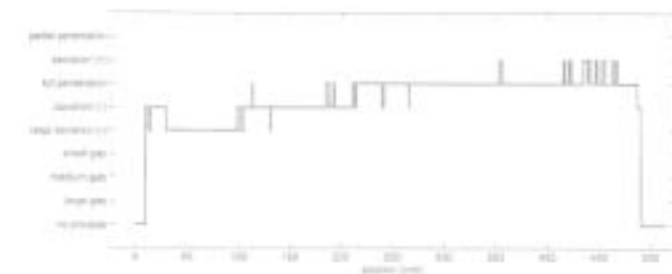
Dr F Abdulwahab, Volvo Technological Development Corporation

Två typer av simuleringsmodeller redovisades. Den första är en processsimulering, där man med hjälp av finit-element-teknik kan prediktera svetsbredd och penetrationsdjup med avseende på energitäthet i fokuspunkten och svetshastighet. Den andra modellen är ett beräkningshjälpmedel för att bedöma svetsbreddens inflytande på utmattningshållfastheten i ett överlappsförband. Modellen bygger på utmattningsberäkning med hjälp av den s k J-integralmetoden och visar att extremt smala svetsar (svetsbredd < tunnaste plåttjockleken) resulterar i klart försämrade livslängdsegenskaper [Figur 10]. Detta är något som verifierats vid motsvarande experimentella provningar utförda vid Institutet för Metallforskning (IM)¹¹ i Stockholm.

Efficient and High Beam Quality Operation of a Diode-Side-Pumped Nd:YAG Quasi-cw Laser

Mr M Seguchi, Mitsubishi Electric Corporation

Här hade en quasi-cw Nd:YAG-laser utvecklats med en ny sidopumpningskonfiguration (N-CIDER). Sex stycken mikrolinsfria diod-paket stod för den P-polariserade pumpningen. 320W utvanns ur en Nd:YAG-stav med en verkningsgrad på 28% (världs-



Figur 9. Exempel på signal vid "on-line-monitoring" av lasersvetsning med full penetration

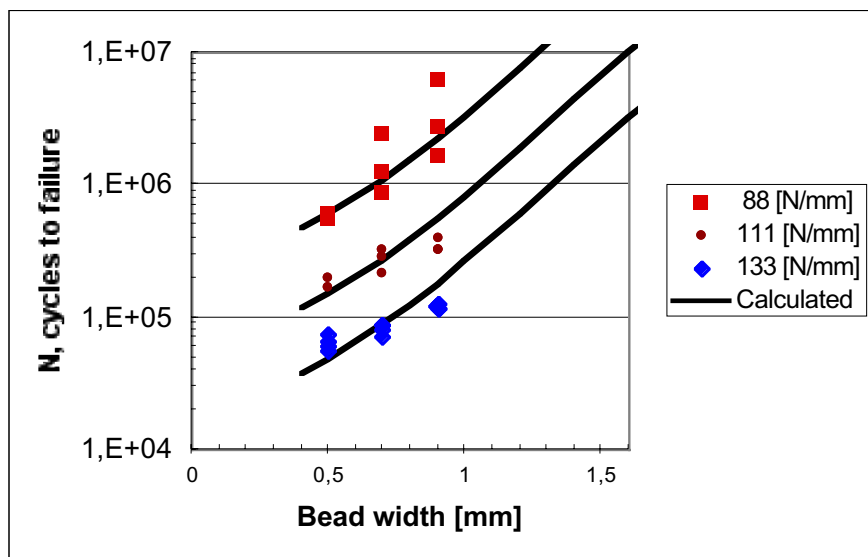
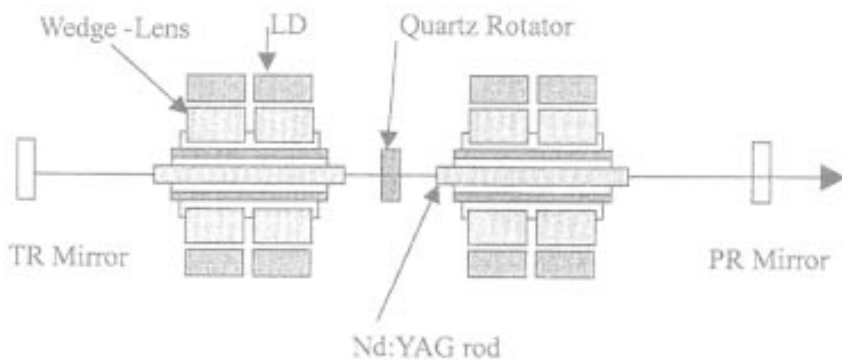


Figure 10. Utmattningshållfastheten hos lasersvetsar som funktion av svetsbredden mellan plåtar i ett överlappsförband



Figur 11. Resonatorlösning för att åstadkomma en förbättrad strålkvalitet

rekord för diodpumpade "fasta-tillståndets"-lasrar!). Vidare hade man för att förbättra strålkvaliteten utvecklat en kompenserande resonator bestående av två pump-moduler (N-HIPER) [Figur 11]. Vid 500W uteffekt nådde man en strålkvalitet på $M^2 < 5$ och 23% verkningsgrad. Man uttalade en prognos om att man inom en tämligen snar framtid skulle klara effekter på $> 1\text{ kW}$ med verkningsgrad

över 20% och en fokalpunktsstorlek på $50\mu\text{m}$.

A Computer Integrated Multi-Functional 5-axis Laser Processing System

Prof G Yu, Chinese Academy of Sciences

En ny design för ett datorintegrerat, multifunktionellt 3D-laserbearbetningssystem bestående av fem axlar

beskrevs. Det bygger på en industrirobot som har en arbetsnoggrannhet på $\pm 0.05\text{ mm}$ och som är kopplad till en optisk fiber från en Nd:YAG-laser. Ett flexibelt system med olika utbytbara optiska element möjliggör att stationen kan användas för olika typer av laserbearbetning såsom uppmätning av 3D-detalljer, tredimensionell skärning och svetsning, ytbehandling och "rapid prototyping". Särskilt omnämndes ett arbete som man utfört åt Volkswagen China där man använt sig av diffraktiv optik för att härda ytor på pressverktyg. Andra material än kvarts för den diffraktiva optiken, vilka benämndes K7 och K9, hade också undersökts. Mjukvaruprogrammet för stationen kan köras på en PC med ett användarvänligt interface mot MS Windows-miljö.

Laser Cutting in Line at Volvo BIW Shop

Dr S O Roos, Permanova Laser-system AB

Kring årsskiftet lanserade Volvo Personvagnar sin nya herrgårdsmodell V70, vilken förekommer i två karossvarianter; E (=Estate) och L (=Leisure). Den senare modellen är försedd med speciella "skärmbreddare" i plast över de bakre hjulhusen, och dessa plastdetaljer monteras i slutmonteringsfabriken. För att minimera variantfloran vad gäller pressade karossdetaljer har man sent i karosslinjen installerat en laserskärcell, där infästningshålen för de nämnda plastskärmarna skärs enbart för denna modell. Därutöver skärs en referenshålsplåt bort på alla karossvarianter



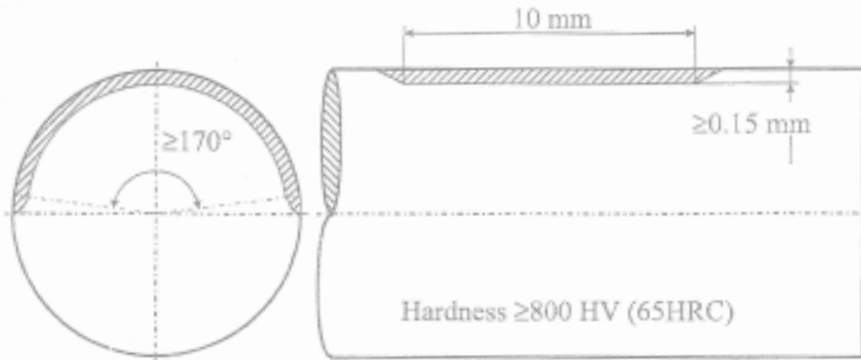
Figur 12. Laserskärning in-line av en Volvo S80-kaross på Torslandaverken

[Figur 12]. Skäroperationen utförs med hjälp av en 500W Nd: YAG-laser och ett av Permanova särskilt utvecklat adaptivt skärhuvud. Genom en speciell lösning på kollimeringslinsen, vilken är vridbar, har man åstadkommit ett mycket kompakt skärhuvud. Hanteringen av de utskurna skrotbitarna har varit föremål för omfattande utredningar. Slutlösningen blev att för hålen sugas skrotbiten ut, och ett räkneverk fungerar som kvalitetsssäkring så att inga utskurna bitar tappas in i slutna sektioner i karossen. Referenshålsplåten skärs inte ut helt (ca. 1mm sparas), varpå den manuellt bryts av i en efterföljande station.

Transformation Hardening of Torsion Springs with HPDL¹²

Mr C Kratzsch, Fraunhofer-Institut für Lasertechnik

Nya industriella applikationer för bearbetning med högeffekts-diod-lasrar börjar allt oftare dyka upp. I fjor presenterades polymersvetsning av skalet till Mercedes' fjärrkontrollnycklar, och här visades på ytterligare ett intressant användningsområde, nämligen lokal hårdning av torsionsfjädrar för dörrgångjärn. Sidodörrgångjärn till personbilar är utsatta för stort slitage vid öppning och stängning. Med två stycken 2kW diod-lasrar (DL020) precisionshårdar underleverantörsföretaget Mubea dessa fjädrar till ett ytterst begränsat djup [Figur 13]. Två stycken pyrometrar



Figur 13. Omfattningen av hårdning av torsionsfjäder

används för processövervakning där temperatur korreleras till rätt hårddjup. Fjädrarna laddas parvis på ett rotationsbord och under ett år påstås 4 miljoner sådana fjädrar hårdas och levereras från två fabriker.

Notmaskin

- | | |
|---|---|
| 1) ISATA = International Symposium on Automotive and Transportation Technology | 7) prEN = Preliminary European Norm |
| 2) IF = Interstitial Free. Stål med mycket god formbarhet, i vilka det ej förekommer något obundet kol eller kväve | 8) ISO = International Standardization Organization |
| 3) HSLA = High Strength Low Alloy. Stål med små legerings-element av niob, titan och vanadin för att öka materialets hållfasthet | 9) InMaK = Innovative Magnesium Konstruktionen |
| 4) TRIP = TRansformation Induced Plasticity. Stål med en basmatris bestående av ferrit och bainit samt med smärre element av restaustenit, vilket ger extremt god formbarhet i relation till den höga hållfasthetsnivån | 10) IP = Instrument Panel |
| 5) HAZ = Heat Affected Zone | 11) IM-rapport #1999-004 |
| 6) DP = Dual Phase. Ett tvåfasstål där ferriten ger formbarhet och martensiten hög hållfasthet | 12) HPDL = High Power Diode Laser |

Komplett lista över papers presenterade vid sessionen för "Lasers and Joining Applications"

00LA007; Jackson, S., Wallach, E. R., University of Cambridge and Waddell, W., CORUS, UK, "Laser Welding (CO₂ and Nd:YAG) of Steels for Light-weight Vehicle Construction"

00LA016; Ghandehari A., Budak, I., Diltthey, U. and Bleck, W., Aachen University of Technology, Germany, "Mechanical Properties of Beam Welded High and Ultra High Strength Steels"

00LA001; Kristensen, J.K., Anderson, M.M., Brunn, N.K., Jensen, T.A., Nielsen, S.E. and Welding, J., FORCE Institute, Denmark, "Mechanical and Corrosion Properties of Laser Welded Aluminium Alloys"

00LA019; Naeem, M. and Stolarczyk, J., GSI Lumonics, UK, "High Power Nd:YAG Laser Welding of Aluminium Alloys with Wire Feed"

00LA009; Shibata, K., Sakamoto, H., Iwase T. and Kasukawa, M., Nissan Motor Company Ltd., Japan, Dausinger, F. and Hohenberger, B., University of Stuttgart, Germany, "High Power Nd:YAG Laser Welding of Aluminium Alloys for Car Body"

00LA021; Yu, X., Luo, H., Yu, Y., Lei, J., Yin, J. and Li, J., Jinlin Institute of Technology, China, "Improvement of 550W Pulsed Nd:YAG Laser Welding Effect of 1mm Thick Sheet Aluminium Alloy"

00LA004; Haferkamp, H., Cordini, P. and Schmid, C., Laser Zentrum Hannover e.V., Germany, "Laser Beam Welding as a Suitable Joining Method for Magnesium Alloys"

00LA006; Pohl, T., ERLAS GmbH, Germany, "Laser Welded Aluminium Tailored Blanks – Recent Results from Applied Research"

00LA015; Corrodi, R., Soudronic AG, Switzerland, "Technologies and Processes for Tailored Blanks, Tubes for Hydroforming Applications and Successful Weld System Designs"

00LA008; Kratzsch, C., Abels, P., Kaierle, S., Poprawe R. and Schulz, W., Fraunhofer Institut für Lasertechnik, Germany, "On-line Process Control for Laser Beam Materials Processing"

00LA017; Larsson, J.K., Volvo Car Corporation, Abdulwahab, F., Volvo Technological Development Corporation, Sweden, "Prediction of Fatigue Properties of Laser Welds"

00LA020; Seguchi, M., Fujikawa, S., Furuta, K. and Yasui, K., Mitsubishi Electric Corporation, Japan, "Efficient and High Beam Quality Operation of a Diode-Side-Pumped Nd:YAG Quasi-cw Laser"

00LA003; Yu, G., Zhang, S. and Qiao, R., Chinese Academy of Sciences, China, "A Computer Integrated Multi-Functional 5-Axis Laser Processing System"

00LA014; Roos, S.O., Permanova Lasersystem AB, Johansson, G., Volvo Car Corporation, Sweden, "Laser Cutting in Line at Volvo BIW Shop"

00LA010; Drenker, A., Kaierle, S., Schürmann, B., Vitr, G. and Wissenbach, K., Fraunhofer Institute für Lasertechnik, Dallmeyer, S., Ingenieurbüro für Datenerfassung und Visualisierung, Flemming, R. and Rinsdorf, A., Muhr & Bender, Germany, "Transformation Hardening of Torsion Springs with HPDL"

Appendix



Efter väl förrättat värv . . .

. . . och med sikte på . . .



Lasersvetsning på Volvo Personvagnar i Olofström

Ett stöd för dagens och framtidens process och produktutveckling

Av Torsten Carlsson, Volvo Personvagnar Karosskomponenter, Olofström

Volvo Personvagnar Karosskomponenters nya lasersvetsutrustning i Olofström har nu varit i drift sedan årsskiftet. De cirka 10 månader som gått sedan starten har präglats av intern kunskapsuppbyggnad i kombination med prototypproduktion och forskning och utvecklingsarbete.

Varför laser i Olofström?

Bakgrunden till denna satsning på egen laserutrustning för prototypbyggnation och forskning och utveckling för karosskomponenter är en kombination av Volvos ambition att alltmer reducera karossvikten, men med bibehållen eller förbättrad styvhet och styrka, samt det faktum att ledtiderna vid nybilsprojekt blir allt kortare.

Ett sätt att optimera förhållandet styrka/vikt hos karossen är användandet av sk. skarvade ämnen (Tailor Welded Blanks, TWB). Detta innebär att plåtämnet 'skräddarsys' före pressning genom att ett antal olika delämnen, med sinsemellan olika egenskaper vad gäller tjocklek, hållfasthet och ytbeläggning, svetsas samman till ett 'skarvat ämne'. Härigenom kan man uppnå en optimering av den pressade komponentens egenskaper men till en lägre vikt jämfört med den traditionella metoden. Denna innebar att ett antal extra förstärkningar fogades till huvudkomponenten efter formningen. Dessa kan med TWB-metoden elimineras.

Att för en ny komponent konstruera ett skarvat ämne innebär ett optimeringsarbete där önskvärda produkttegenskaper ska matchas mot vad som är processtekniskt möjligt och lämpligt, både vad gäller fogning så väl som formning. Detta innebär att ett antal testloopar kan vara nödvändiga under produktutvecklingsarbetet. Snabba svar på delresultat i dessa loopar är en förutsättning för att hinna nå en hög totaloptimeringsnivå (korta projektider!) vilka kan erhåll-

as med en egen utrustning för skarvning av TWB's.

Även om arbetet med skarvade ämnen var en huvudanledning för införskaffandet av Karosskomponenters lasersvets används den idag, och kommer att användas framöver, också som ett stöd för övrig process och produktutveckling där laser kan vara en fogningsmetod.

Utrustning

Maskinen som står på Engineerings provplats i Olofström är en Trumpf Lasercell, TLC, 1005. Detta är en standard maskin från Trumpf, i detta fall bestyckad med en CO₂ laser på 8 kW, High Quality (HQ).

Arbetsområdet är 1500 mm i y-led och 4000 mm i x-led. Maskinen, som är NC-styrd, har 5 axlar och klarar alltså också 3D-svetsning.

Den är bestyckad med fogföljare, trådmattningssystem samt både dubbel och enkelfokuserande optik med ett par olika brännvidder.

Specifikationen på utrustningen har gjorts med tanke på möjligheterna till avancerat utvecklingsarbete på karosskomponenter både i 2D och 3D samt i olika metalliska material.

Installation

Installation och inkörning genomfördes under ett par månader under hösten -99. Härvid genomfördes också den grundläggande utbildningen i programmering och handhavande för den personal som skulle ansvara för maskinens drift och skötsel. Utbildningen genomfördes i leverantör-

rens regi, dels på plats i Olofström dels hos Trumpf i Tyskland.

Nuläge

Hur har då de typiska aktiviteterna sett ut under de cirka tio driftmånaderna? Vi frågar Tony Johnsson som har det dagliga ansvaret för utförandet av de olika uppdragen i lasersvetsen.

– Det första uppdraget, som vi fick direkt efter nyår' berättar Tony 'var att stumfogsvetsa ihop två delämnen. Foglängden var över 2000 mm och plåttjockleken på vardera ämnet var 0,9 mm. Det vi visste om metodens känslighet för spalter vid stumfogning gjorde att vi såg fram mot detta startprojekt med viss oro. **Men**, vi klarade våra åtaganden om cirka 200 sådana ämnen utan några större problem, vilket stärkte vårt självförtroende inför farmtiden.

– Därefter, fortsätter Tony, 'har vi varvat svetsning av skarvade ämnen för prototypbyggnation med grundforskning inom olika områden med avseende på material och svetsmetodik.

Utvecklingsarbetet har inte alltid bedrivits i egen regi. Tillsammans med andra representanter för Volvo Personvagnar deltar Karosskomponenter i ett antal nationella samprojekt inom området. Härvid har lasern i Olofström blivit en naturlig testresurs vid dessa projekts genomförande. Ett antal tester inom dessa projekt har utförts under året speciellt för svetsning av höghållfasta stålmaterial, både svarta och vita. Under veckan då detta skrivs har vi t ex besök av Conny Lampa från IVF som

tillsammans med Tony genomför de första provsvetsningarna i ett nationellt projekt. Tidigare har Peter Nerman från IM utfört övningar i ett annat dito.

Vi frågar Johnny K. Larsson, Volvo Personvagnar, Utveckling Produkt Process, hur han som Volvo Personvagnars representant för flera av dessa projekt ser på betydelsen av Karosskomponenters svetslaser, inom dessa projekt och i övrigt.

– Placeringen av denna högeffektslaser i Olofström ger Volvo den unika möjligheten av svetsa och formningsprova skarvade ämnen på ett och samma ställe’, säger Johnny.

– På så sätt tas unik kompetens inom svetsning och formning tillvara för att optimera detaljer och plåtämnen, en möjlighet som traditionella leverantörer av skarvade plåtämnen ej har möjlighet att erbjuda. Vidare kan denna utrustning ses som en komplement till det ökande behovet av arbetsstationer för laserbearbetning, vilket har blivit en konsekvens av att Ford Motor Co.’s tekniska ledning givit Volvo det fulla ansvaret för koncernens totala FoU-program för lasersvetsning. Med Karosskomponenters högeffekts svetslaser, och det sedan länge fruktsamma samarbete som bedrivits tillsammans med Olofströms fogningsexperter, ser vi framtiden an med tillförsikt och hoppas kunna genomföra många spännande uppdrag i denna anläggning avslutar Johnny Larsson

Framtid?

Hur ser då den närmaste framtiden ut? Helt klart är vi inte färdiga med vår egen kunskapsuppbyggnad inom lasersvetsning, speciellt inte då det gäller de metalliska material som inte börjar på ‘s’. Detta är något som måste fortsätta framöver, kombinerat med fortsatta uppdrag för prototypsvetsning. Ett annat område med stor utvecklingspotential är svetsning av belagda plåtmaterial.

Men, existensen av en provutrustning på plats innebär i sig en drivkraft för ett nytänkande inom produktut-

vecklingen, där man snabbt kan verifiera nya idéer baserade bland annat på de unika möjligheter till alternativ produktdesign som lasern ger jämfört med traditionell fogning. Detta är något som uppmärksammats av Karosskomponenters produktvecklingsingenjörer.

Vi ber Ingemar Mattsson, som representant för dessa om en kommentar:

– I vår strävan att serva våra kunder med produktutveckling i samverkan mellan vårt processkunnande och kundens kravsättningsprocess är tidsfaktorn mycket viktig’ säger Ingemar. ‘Lasertekniken har sannolikt kommit för att stanna en lång tid inom fogningsproblematiken. Dess konsekvenser på en specifik, fogad produkt kan vara omfattande. För att

vi skall kunna erbjuda denna produkt i rätt tid till kunden är det viktigt att vi på ett tidigt stadium kan laborera och verifiera en tänkt process och därefter arbeta igenom produkten efter de förutsättningar processen ger. Just i detta fall med laseranläggning för provning inom huset har inneburit ett tids- och kvalitetsmässigt mycket värdefullt steg i detta arbete.

Alltså:

Använd på ett offensivt sätt kommer Karosskomponenters lasersvets i Olofström att förbli och vidareutvecklas som knutpunkt och stöd för dagens process och produktutveckling samt som en katalysator för en innovativ produktutveckling på längre sikt.



Bild 1. Conny Lampa från IVF och Tony Johnsson, Karosskomponenter, i färd med provsvetsningar.



Bild 2. Skarvat ämne och formad detalj i aluminium

Diode YAG-Technology!

Focussed on your needs

Av Dr.-Ing. C. Emmelmann, Roфин Sinar, Hamburg

Since their introduction to the industrial market about 20 years ago, the Nd:YAG rod lasers have established themselves as important manufacturing tools for different tasks like fine cutting and fine welding in pulsed mode as well as for macro cutting and macro welding tasks in continuous mode operation.

In addition to the pulsed Nd:YAG rod lasers, which still represent the biggest share in the YAG laser market, approx. 500 CW Nd:YAG lasers in power range from 500 to 4000 watts are installed each year in the material processing industry. This year the diode pumped solid state laser has already reached 10% market share in this segment. This laser follows the success story of the diode pumped marking lasers, which have captured a large market share, more than 70 % of the marking lasers ROFIN-SINAR manufacture are now diode pumped.

The reasons for the replacement of the lamp technology by diode excitation are summarised in the following picture (**picture 1**), lamp pumped lasers have:

- lower beam quality
- lower process efficiency
- shorter maintenance intervals

The three disadvantages of lamp excitation can be eliminated relatively inexpensively by coaxial positioning of bare diode bars (without collimating lenses) to the rod. With the combination of the experience over many years of the industrially proven rod technology as well as the improved diode technology, the diode pumped Nd:YAG rod laser achieves a beam quality and efficiency equivalent to today's industrial CO₂ lasers. They

Picture 1:

Disadvantages of lamp pumped CW Nd:YAG lasers

Consequences of the low laser beam quality (25 mmmrad) :

- Low process efficiency and high power demand because of big focal spot diameters (factor 3 bigger spot diameter in relation to CO₂ lasers)
- Low life-time of cover slides because of the low working distance
- Big processing heads with bad accessibility to the workpiece

Consequences of the low efficiency < 3 % :

- High investment cost for laser and chiller
- Cost intensive power supply installation because of high connected loads for laser and chiller
- High running cost because of high energy consumption

Consequences of high lamp wearing:

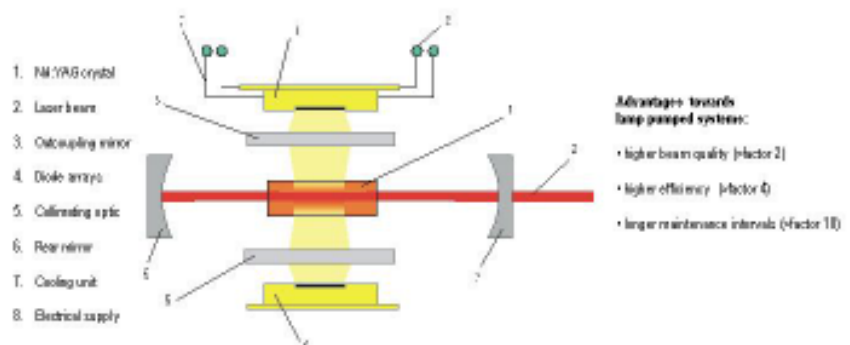
- Short maintenance intervals (300 - 1000 h)
- Unpredictable down times because of statistical lamp failures
- Cost intensive redundant laser system concepts for high production availabilities
- High running cost because of high lamp consumption

* Highest process efficiency, availability and flexibility for cutting and welding is so far industrially approved (CO₂ - laser) with laser focal spot sizes of 0,15 - 0,3 mm at a focal length between 100 and 200 mm. Related beam qualities in the range of 10 mmmrad can be realized with lamp pumped Nd:YAG lasers only with electrical efficiencies of less than 2%.

ROFIN SINAR
LASER

Picture 2:

Principle of a diode pumped Nd:YAG laser



ROFIN SINAR
LASER

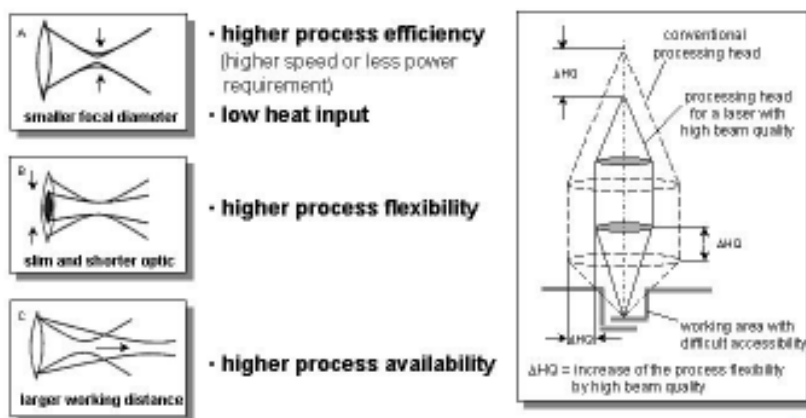
are even better with regard to the maintenance intervals, with an actual life time of a diode at about 20,000 hours, which means 4 years in 3-shift-operation (**picture 2**). To increase the up-time availability of this laser and to meet the demands of the automotive industry, an advanced

modular "Plug and Play" structure has been incorporated into the new DY laser generation, allowing an exchange of components inside the resonator, the power supply and the cooling unit within 30 minutes and therefore avoiding cost intensive redundant laser system concepts (**picture 3**).

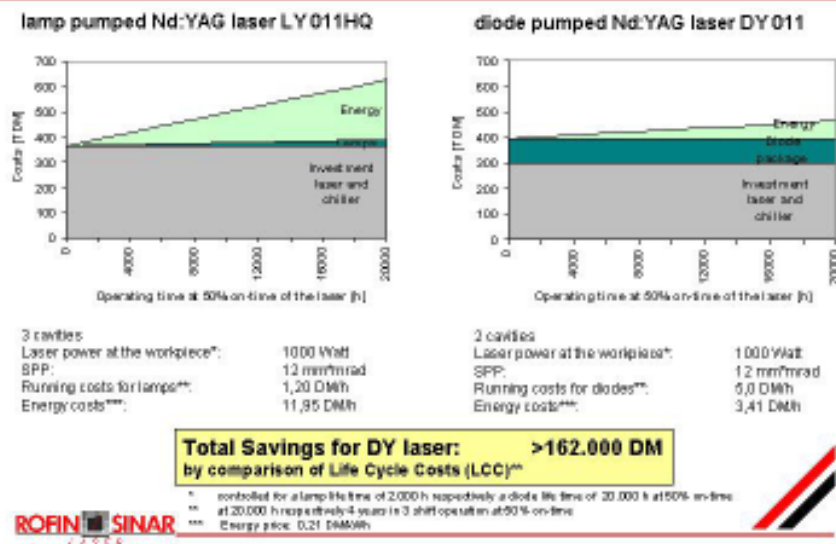
Picture 3:
Diode pumped Nd:YAG laser ROFIN DY 022



Picture 4:
Advantages of the high beam quality of DY lasers



Picture 5:
Advantages of high efficiency of DY lasers



1. High beam quality of the DY laser

The production of industrial laser beams with qualities of 12 mm x mrad offers the user of solid state lasers new tools which can be used in different ways to fulfil various processing demands with greater flexibility. In comparison with CO₂ lasers, the beam quality at the workpiece can be changed, not only via changing the focal length, but also by changing the collimating focal length and so specific focal diameters and focal lengths can be produced.

Consequently it is possible either to achieve smaller focal diameters for higher process efficiency or smaller optics and longer focal lengths for higher process flexibility and process availability. In addition, fiber-fiber coupling producing good beam quality at the workpiece using various system concepts is possible at last, this is urgently required by the automotive industry. (picture 4)

2. High efficiency of the DY laser

The DY laser is 5 times more efficient than the comparable lamp pumped laser and offers the user of solid state lasers a huge savings potential, which can be between DM 100.000, – and DM 500.000, – depending on the laser output power. **Picture 5** describes such a life cycle cost comparison, showing the basic factors for these savings. Usual commercial 1 kW cutting lasers are considered, producing a standard industrial beam quality of 12 mm x mrad. The diode pumped laser including diodes, which compared with the lamp pumped laser is 10% more expensive, reaches the break even point as quickly as 6.000 hours and gives the user a considerable saving, the actual amount depending on individual operating costs and lamp costs.

3 Long maintenance intervals of the DY laser

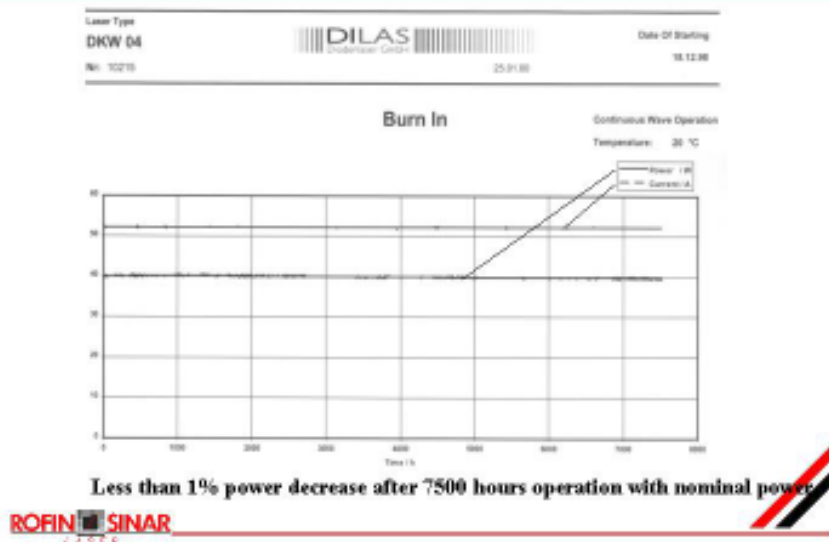
The costs shown are based on a lamp life time of 2.000 hours and this will normally not be reached in usual industrial applications. If we assume a “not guaranteed” but “expected” life time of the lamps of 1.000 hours, this already represents half of today’s diode costs for a spare diode package for 4 years in 3-shift-operation. Due to short innovation cycles of diode development, it can be expected that the diode costs for the first diode replacement approaches the lamp costs, so that a cost advantage for the diode pumped technology can even be reached at a low energy cost of less than DM 0,10/kWh. In addition the service, maintenance and laser back-up costs have to be considered, which adds to the arguments in favour of diode pumped technology in comparison to the lamp pumped laser. The expected diode life time of 10.000 hours is rather cautious and understated, which can be seen in the first lifetime test curves of running diode bars at 100% (at a nominal power of 40 W) for over 7,500 hours where only a power loss of 1% occurred (picture 6).

Even allowing for a normal safety factor of more than 10% and based on the extremely good experience in industry already, the existing life time guarantee of 10.000 hours will be increased in the near future, such a figure never existed with lamp technology.

The two main applications for the installed base of 30 DY lasers are cutting of hydroformed tubes for the automotive industry as well as overlap welding and fillet welding of car body and sheet metal components. **Picture 7** shows the achievable cutting speeds for 500 and 1.000 W at the workpiece in sheet metal. In particular, the integration with robots is favouring the use of the DY 011 for cutting of hydroformed mild steel components, which reaches the accuracy limit of the robot at a cutting speed of 3.5 m/min. Considerably bigger advantages compared with

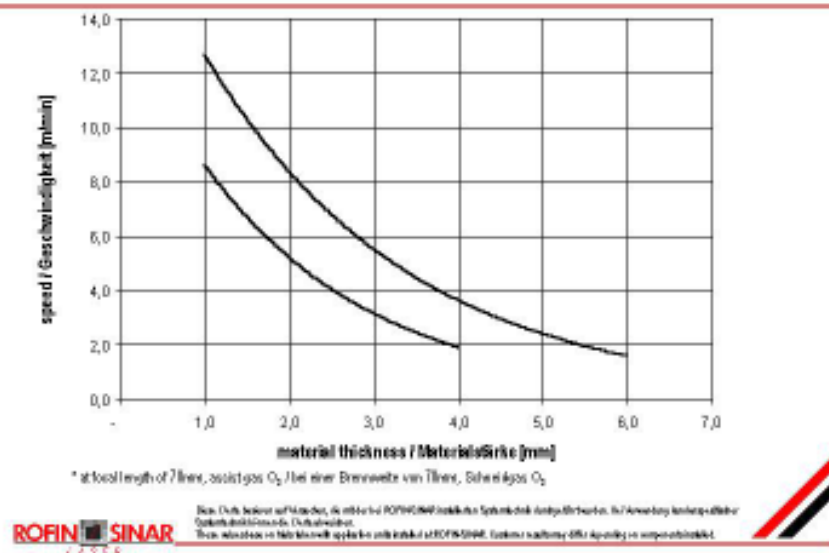
Picture 6:

Advantages of aging of laserdiodes (> 10000 h)



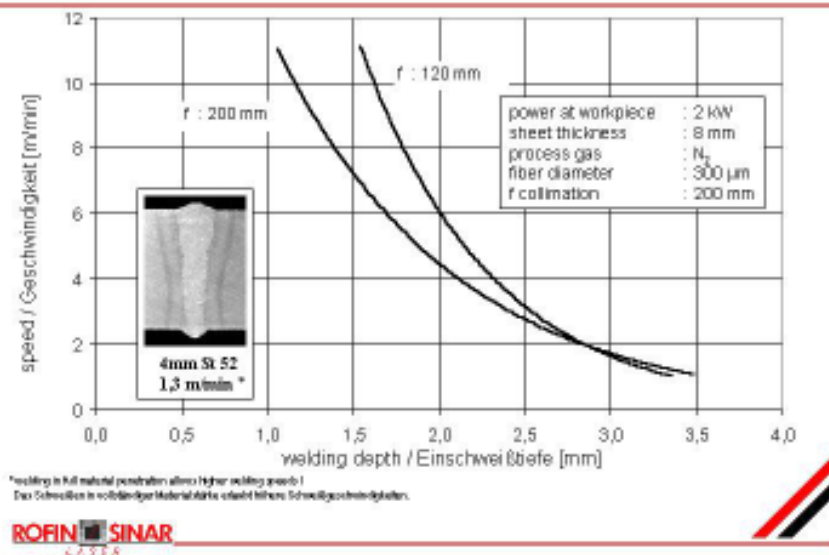
Picture 7:

Cutting of hydroformed parts with DY x55 and DY 011



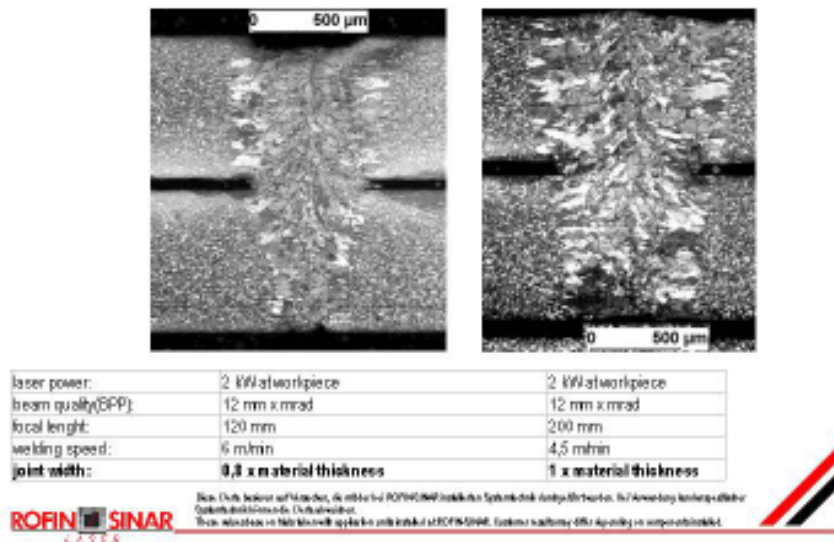
Picture 8:

Welding of mild steel by DY 022



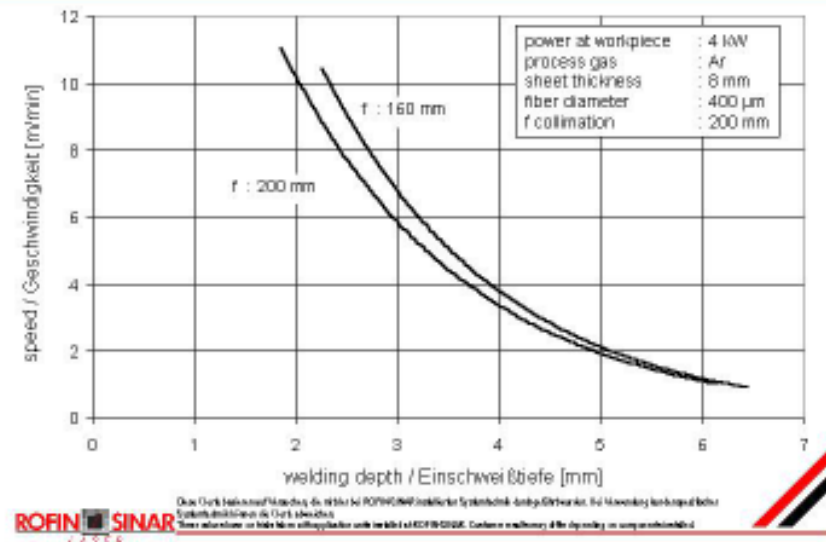
Picture 9:

Overlap welding of zinc-coated carbody steel (2x0,75 mm)



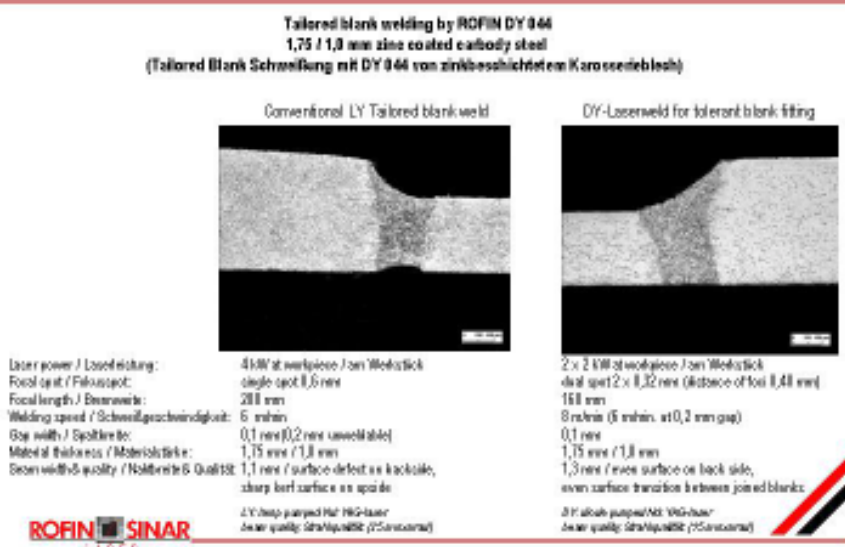
Picture 10:

Welding of mild steel with DY 044



Picture 11:

Tailored blank welding with mit ROFIN DY 044



lamp pumped solid state lasers can be achieved with welding applications due to the better beam quality of the DY solid state lasers.

In the different installations and process which have been qualified for welding of mild steel and aluminium components, it has been shown that approx. 30% higher speed or 30% less power is required for welding. For example, using a 12 mm x mrad laser and 300 mm and 0.3 mm focus at 200 mm focal length compared with 25 mm x mrad, which means 600 mm and 0.6 mm focus at 200 mm focal length (picture 8).

This means that not only the investment costs and running costs can be reduced but also the floor space for laser and cooling unit for the diode pumped laser can be reduced considerably.

The typical welding seam width of DY lasers with focal spot sizes of 0.2 – 0.3 mm using respectively 120 mm and 200 mm focal length lenses, correspond to the actual seams produced by CO₂ lasers. Picture 9 shows a typical overlap welding seam of 2 x 0.75 mm zinc-plated car body metal sheet with a welding width corresponding to the metal sheet thickness. This result can be reached with a 2 kW laser at a process speed of more than 4 m/min. So far the same result can be only achieved with a 3 kW lamp pumped laser using the same focal length. Therefore, not only can standard process efficiencies be achieved with these compact systems but also longer, more robust focal lengths of 200 mm can guarantee oversized welding seam widths which are requested by the automotive industry, typically in the range of 0.8 x metal sheet thickness. In addition to the advantages in welding aluminium sheets in the automotive and aircraft industry, significant improvements for tailored blank welding have been discovered (picture 10+12). In particular, as shown in picture 11, the twin spot technology of the DY lasers using high beam quality, offers a more tolerant gap-bridging capability and more than a 25% higher pro-

cess speed in comparison to the single spot 4 kW lasers with low beam quality.

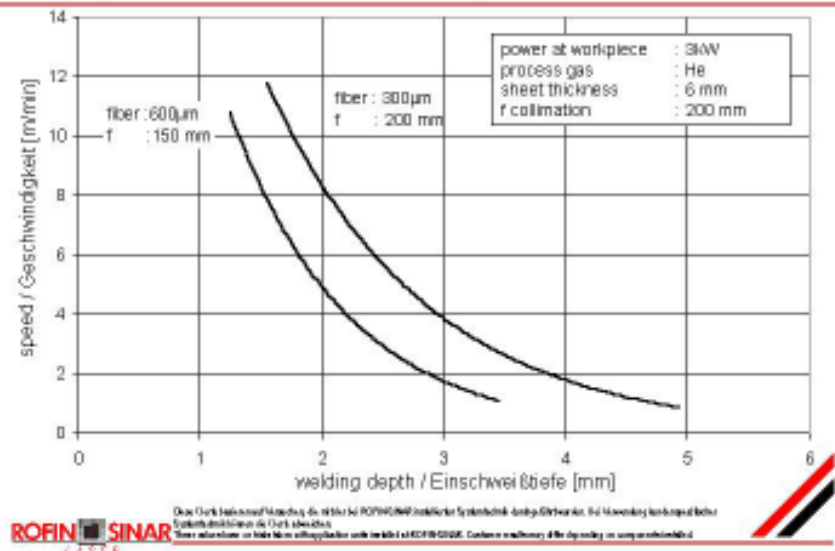
Today, a low laser utilization ratio is normally found in industrial applications of solid state lasers, which means less than 50% “laser-on” time. This is caused by repositioning of the laser beam or part between “laser-on” periods. To separate the usual robot positioning time from the laser operation time, ROFIN-SINAR developed and patented, together with several automotive manufacturers, Multispot-welding, for which a diode pumped DY laser can be combined with up to 144 fibres with a beam switch time of 50 ms. Due to the high beam quality of the diode pumped solid state laser, slim and long focal length welding heads can be integrated into multispot welding heads and a clamping system with corresponding single-axis stepper motors generating seams of 10 – 150 mm (**picture 13**). The strength of these 5 mm stitch seams are greater than the shear strength of conventional resistance spot (**picture 14**). If the seam is enlarged to 30 mm the shear strength is equivalent to two resistance spot welds. However, the welding time using the laser reduces by about a factor of 4 (**picture 15**).

Usually the strength of the laser weld seam should be reached by the seam length not by the width of the seam, as the increase of the length needs less process time as well as less laser power. In addition to already installed industrial remote welding systems with diffusion cooled CO₂ lasers, remote welding optics for use with DY lasers are being developed. The simple integration with robots allows a better accessibility to the workpiece by macro positioning of the robot. Furthermore, DY lasers can be used more productively for a higher laser utilization ratio with other cutting and welding tasks (**picture 16**).

In this year over 50 DY lasers with a laser output power between 500 and 4000 W will prove their industrial maturity in automotive and automotive supplier industries. However,

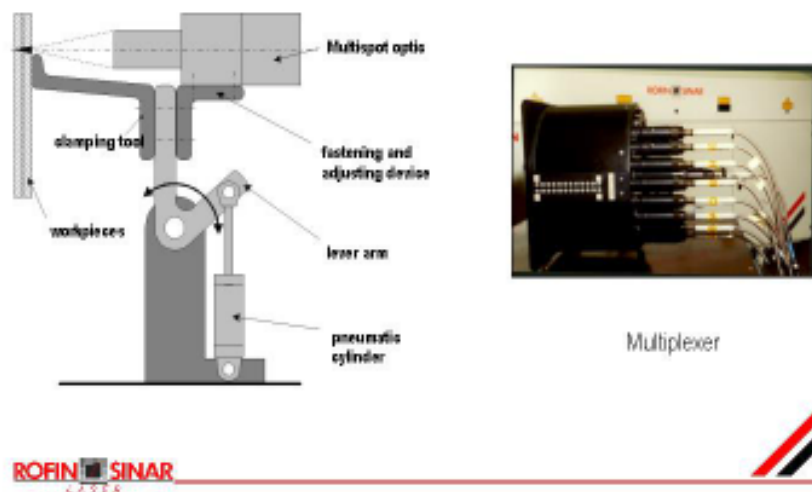
Picture 12:

Welding of aluminium (5754) by DY 033



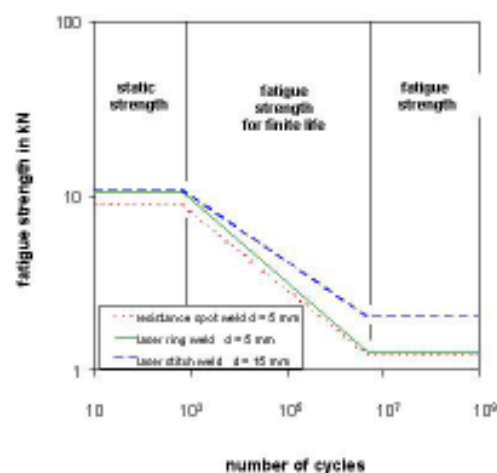
Picture 13:

Components of multispot welding system

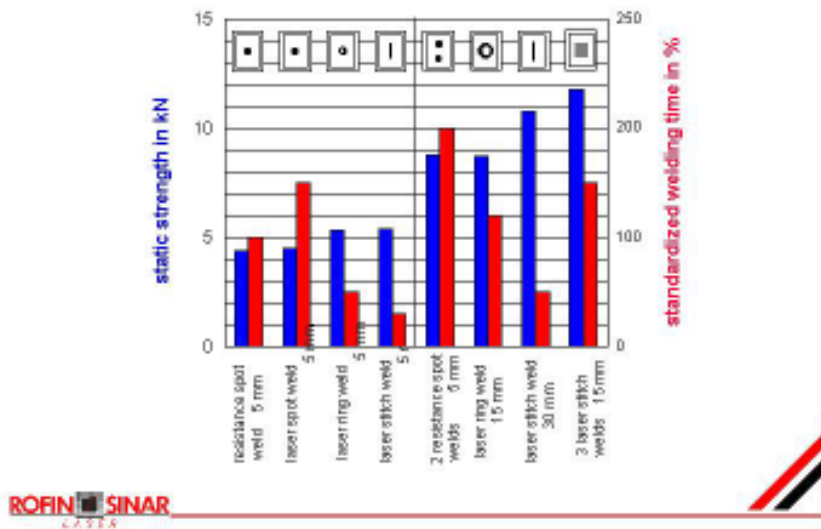


Picture 14:

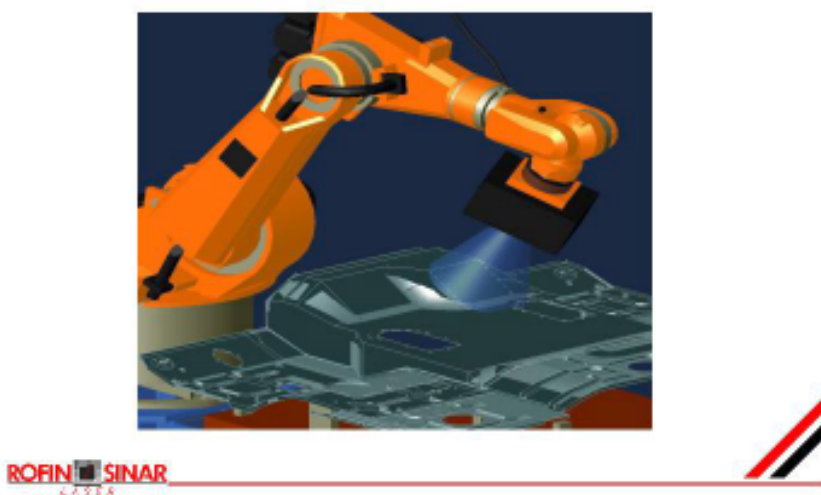
Fatigue strength of welding joints



Picture 15:
Static strength of welding joints



Picture 16:
Principle of Remote welding system



for shipbuilding, aircraft and railway carriage manufacturing industries as well as in other markets, the next two DY-product programs have to be finalised.

One new DY series will be introduced based on the same product platform but with a beam quality of 25 mm x mrad and with an output power of 1000 W per cavity resulting in comparable investment costs to the lamp pumped lasers.

The other DY series is planned to be on an identical platform with a beam quality of less than 5 mm x mrad as an additional tool for high speed cutting applications and remote welding, and will be based around a disc laser. In this case much longer market introduction and test phases are expected, as this totally new resonator concept needs to achieve its industrial maturity. In addition, the higher cost design will push this laser into niches, where the application depends on 100 mm fibre. While the substitution of laser lamps by diode excitation can be compared with the disappearance of the carburettor by direct fuel injection in the auto engine, the new disc laser needs to prove its advantages against a laser already established for more than 20 years, the Nd:YAG rod laser.

Nya laserklasser förväntas från 2001

En ny upplaga av IEC/EN 60825 är nära ett färdigställande. Standarden förväntas publiceras någon gång under 2001. Notera dock att den nuvarande standarden gäller åtminstone tills den nya är publicerad. Tillverkare av produkter som är klassificerade under den nuvarande standarden kommer troligen att få fortsätta att sälja dessa utan omklassning i åtminstone fem år, tror Brian Tozer, ordförande i European Committee for Laser Safety Standards. Ändring-

arna görs för att hålla takten med ny teknologi och ny användning av lasrar.

Föreslagna förändringar

Klass 1, 2 och 3A ersätts med klass 1, 1M, 2 och 2M. Klass 3B och 4 förblir oförändrade men några lasrar och laserdioder som nu faller inom 3B kommer i framtiden att klassas i 1M och 2M. Klass 3R införs.

Föreslagna laserklasser

Klass	Kommentarer
Klass 1	Oförändrad. Dessa lasrar är säkra under rimligt förutsägbara förhållanden.
Klass 1M	Dessa lasrar är säkra under rimligt förutsägbara förhållanden förutsatt att optiska instrument (vanligen förstärkare) inte används. Ingen övre begränsning av total "output". Denna klass förväntas innehålla lasrar eller laserdioder med divergerande stråle, men inkluderar också produkter med breda kollimerade strålar.
Klass 2	Dessa lasrar ger synligt ljus (400-700nm). Oförändrad.
Klass 2M	Dessa lasrar ger synligt ljus. Dessa lasrar är säkra under rimligt förutsägbara förhållanden förutsatt att optiska instrument (vanligen förstärkare) inte används och att blinkreflex finns. Ingen övre begränsning av total "output". Denna klass förväntas innehålla lasrar eller laserdioder med divergerande stråle, men inkluderar också produkter med breda kollimerade strålar.
Klass 3R	Dessa lasrar har tillgänglig emission som överstiger maximalt tillåten nivå för en exponering på 0,25 s om de ger synligt ljus och för 100 s om de ger osynligt ljus. Den totala "outputen" överskrider inte tillåtna emissionsnivåer för klass 2 (synliga) och klass 1 (osynliga) med mer än en faktor fem.
Klass 3B	Dessa lasrar kan förorsaka skada. Oförändrad.
Klass 4	Oförändrad. Högeffektlasrar ($cw > 0,5W$) utan övre gräns.

Källa: OEL November 2000

Några noteringar från föredragen under Laserdagen

Nytt märksystem

Nu lanseras ett robotburet märksystem, Permamark 314 "Flexmarker".

Kontakta:

Urban Widén, Permanova Lasersystem AB, Mölndal

Nytt från Haas Laser GmbH

Man introducerar nu en ny optisk enhet kallad PFO, "Programmable Focusing Unit" som gör det möjligt att fokusera laserstrålen till ett godtyckligt läge inom arbetsområdet med sk galvo scanners.

Positioneringstid:

2-20 ms (beror på avståndet)

Positioneringsnoggrannhet:

<20 micrometer

Styrning sker via ordinarie styrsystem som är Windowsbaserat.

Kontakta:

Thomas Hägglund,
Trumpf Maskin AB, Alingsås

Utveckling av skärgaser fortsätter

Utvecklingslinjer hos AGA:

- Skärgasblandningar anpassade till applikationen
- Nitrogen/oxygen skärgasblandningar för skärning med minskade tryck
- Gasförsörjning via mixer
- Expanderande (Laval) munstycken

- Kylning av grovt material för ökad skärhastighet

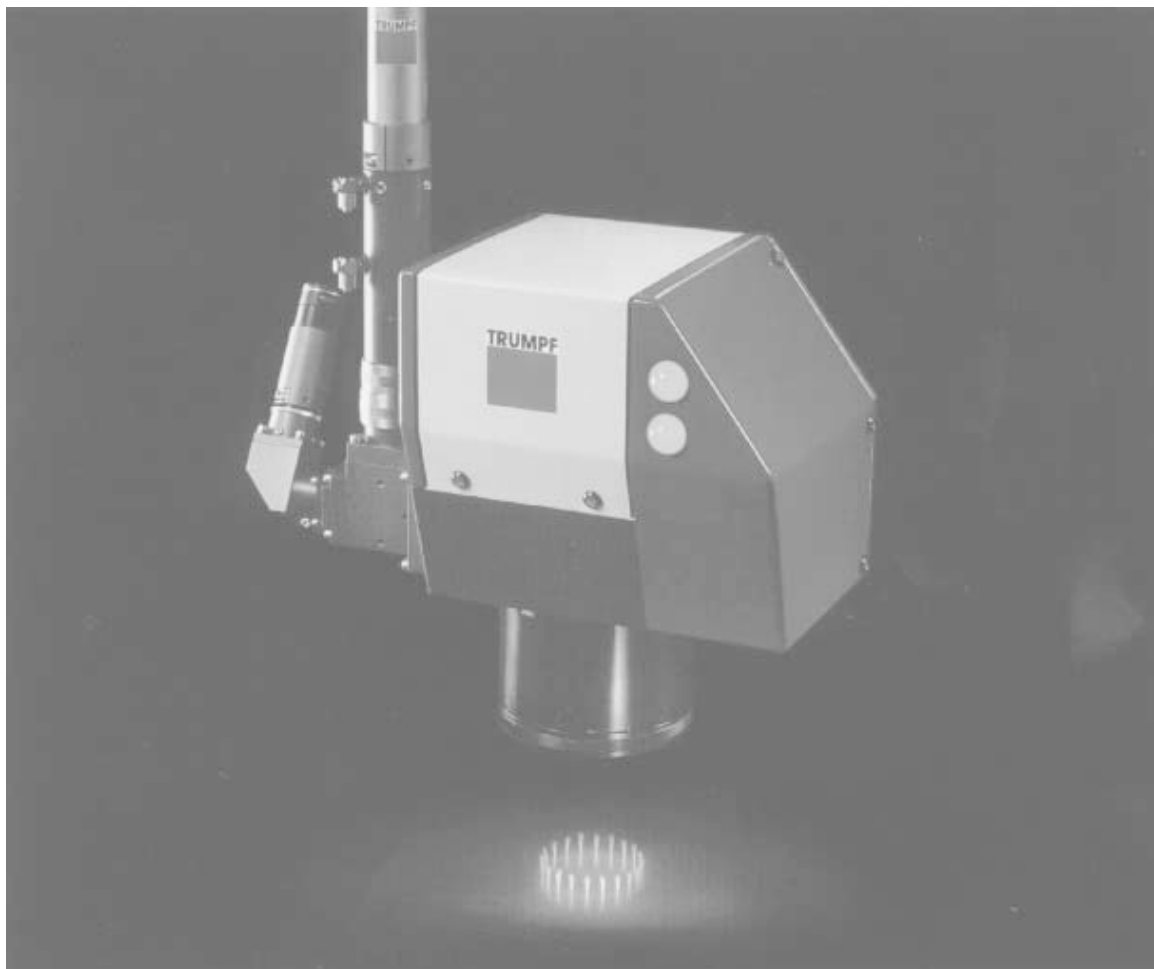
- Minskad oxidation på ytor i skärnittet

Kontakta:

Bo Williamsson, AGA Gas AB

RACER-programmet avslutat

Se separat artikel.



HAAS-laser: PFO, Programmerbar Fokuserings Optik

NY MEDLEM

Bahco Metal Saws AB

Box 833
531 18 LIDKÖPING

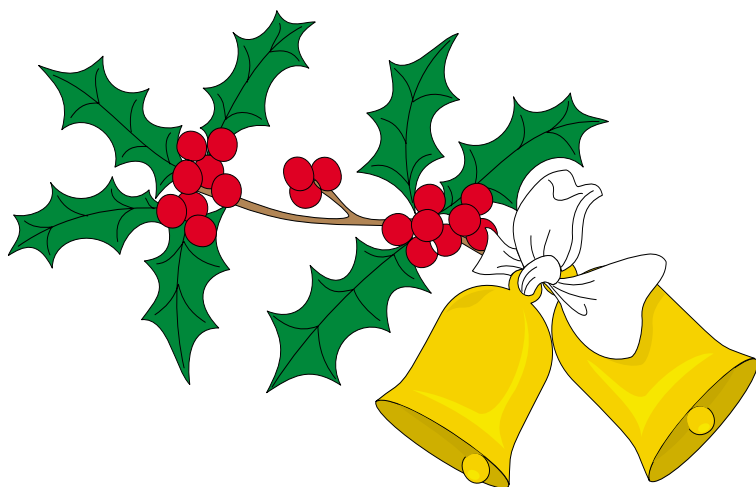
Kontaktperson
Telefon
Fax
E-post
Internet

Stefan Blomberg
0510-79 08 00
0510-79 09 60
stefan.blomberg@bahco.com
www.bahco.com

AKTIVITETER

Konferenser 2001

13 – 14 mars	ALAW
9 maj	Seminarium KPL, Göteborg
8 maj	Laserdagen 2000, Årsmöte Lasergruppen
18 – 22 juni	Laser 2001, München
v 33 eller v 34	NOLAMP, Danmark
28 – 31 augusti	LANE, Laser Assisted net Shape Engineering, Erlangen
1 – 4 oktober	ATTCE (fd ISATA), Barcelona
15 – 18 oktober	ICALEO, Florida, USA



*God Jul
och
Gott Nytt År
önskar vi på redaktionen*

Redaktör Hans Engström
Tel 0920-912 69
Växel 0920-910 00
Fax 0920-993 09
E-post Hans.Engstrom@mb.luth.se

Redaktionellt arbete och kansli
Per Westerhult
E-post per.westerhult@vi.se
Annika Wannerberg
E-post annika.wannerberg@vi.se

Lasergruppen inom
Verkstadsindustrins
Branschgruppsservice AB
Tel 08-782 08 78
Fax 08-660 33 78