

LASER

I-07 *nytt*

Nya laserkällor erövrar marknaden



- Succé för Workshop i lasersvetsning
- MoNALISA strålar och underhåller
- IPG:s fiberlaser – Den ledande laserteknologin
- HYBRIGHT
- Standarder för lasersvetsning och besläktade förfaranden

Bystronic

Nu har det avslöjats

ByVention: Enkel och kompakt, smart, trygg och komplett.

Laserskäring, skapad på nytt av Bystronic.

www.ByVention.com

Bystronic – Din kompetenta partner för skärning och bockning



Lasernytt utkommer med
3 nummer/år och ges ut av
Lasergruppen c/o Svetskommissionen
Box 5073, 102 42 Stockholm
Telefon: 08-791 29 37

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: 08-791 29 37
E-post: per.westerhult@svets.se

Lasernytt på Internet

www.lasergruppen.eu

© Lasergruppen

Produktion: Breakwater Publishing AB,
www.breakwater.se, info@breakwater.se

Tryck: Majornas Copyprint, Göteborg 2007

Omslagsbild: Demonstrations exemplar av Skivlaser.
Beskådades hos Trump Ditzingen under Lasergrup-
pens studieresa 2005, foto Hans Engström

- 3 Tankar från styrelsen
- 4 Succé för Workshop i lasersvetsning
- 5 Spännande laserumgänge i exotisk miljö, del 2 – Nya laserkällor
- 12 IPG:s fiberlaser – Den ledande laserteknologin
- 15 DATLAS utvecklar processövervakning vid lasersvetsning
- 17 MoNALISA strålar och underhåller!
- 18 Lasergruppens studieresa i Finland
- 19 Produktionsutveckling med laserhybridsvetsning PROHYB
- 20 HYBRIGHT
- 21 Prima lanserar RAPIDO Evoluzione
- 23 DaimlerChrysler i Spitzenklasse med nya C-modellen, medan Volvo återtar förlorad mark i bilindustrins prestigefyllda "Laserdivision"
- 29 Various Laser Processing for the New Volvo S80 Luxury Sedan
- 32 Standarder för lasersvetsning och besläktade förfaranden

Tankar från styrelsen

I skuggan av ljuset

Av Stephan Boëthius Air Liquide Gas AB

I maj 1977 kunde vi i filmen Star Wars se när rebellerna kämpade mot den mörka sidan med lasersvärd och laservapen, vem kunde då ana hur utvecklingen skulle se ut fram till idag då vi slänger oss med uttryck som CO₂-laser, Nd:YAG-laser, disk-laser, fiber-laser osv. Den industriella användningen av CO₂-laser framförallt för skärning tog fart på 1980-talet då tillräckligt hög effekt blev kommersiellt tillgänglig. Lasern som ett effektivt produktionsredskap har sedan dess varit och är även idag bidragande till industrins starka produktivitetstillväxt i Sverige.

Den totala produktiviteten i Sveriges ekonomi har under de 5 senaste åren i medeltal vuxit med 3 procent per år vilket inte överträffas av något av de gamla

industriländerna, inte ens Irland. USA, Tyskland och Frankrike är alla tydligt distanserade.



Hur länge kommer tillväxten att fortsätta?

– Vi svenskar har i vår kultur en öppenhet som ofta på ett positivt sätt bidrar till informationsspridning inom och mellan företag, den som ger får på sikt ofta mångfald tillbaks. Lyckas vi bibehålla denna öppenhet samtidigt som vi utökar samarbetet med duktiga leverantörer och satsar ytterligare resurser på högre teknisk kunskapsnivå hos såväl företagsledning, konstruktörer och operatörer är jag övertygad om fortsatt stark tillväxt under många år.

Succé för Workshop i lasersvetsning

av Hans Engström, Luleå tekniska universitet

Det blev en stor uppslutning till Lasergruppens Workshop i Lasersvetsning som hölls hos Volvo Cars i Olofström. Där hade Jerker Bengtsson och hans kollegor arrangerat en trevlig dag med svetsning med deras 8 kW CO₂-laser och ett besök i produktionen. Där visade man laserlösning av bakluckor till nya S80 modellen.

Lasergruppen arbetar ju som bekant med att sprida information om industriell laserteknik och denna Workshop i lasersvetsning är ett led i detta arbete. Den ger en introduktion till lasersvetsning där deltagarna får en teoretisk genomgång av lasersvetsning och därefter själva, men under övervakning, prova på att lasersvetsa med en högeffektlaser. En uppgift var bl.a. att praktiskt undersöka vad fokallängden på fokuseringsoptiken har för inverkan på svetsresultatet. Ledare för Workshopen var övertecknad, Hans Engström, LTU.

– Denna Workshop var det sista som vår laserutrustning användes till berättar Jerker Bengtsson, för den skall monteras ner och lämna plats för ny utrustning (dock inte laser). Så deltagaren fick vara med om en historisk händelse, om än en lite vemodig sådan.

Workshopen återkommer i november 2007 och denna gång planeras den till Göteborgsområdet i samarbete med ett företag i området. Vi hoppas kunna upprepa succén med många deltagare även då.

Laserlödning av bakluckor

Volvo fortsätter sin tradition att arbeta i laserbearbetningens frontlinje i sin produktion. I Olofström har man satt i drift ett system för laserlödning av bakluckor till S80 modellen. Volvo använder laserlödning för att fogen är synlig och man vill därför ha hösta finish på denna.

Basen är en 4 kW Nd:YAG-laser och en ABB-robot som hanterar lödverktyget. Lödningen sker med ca 2–2.5 kW och med 2,6–2.7 m/min vilket är ovanligt snabbt för processen.

– De kunniga i området trodde inte vi skulle kunna uppnå denna hastighet, säger Jerker Bengtsson, men genom idogt arbete och samarbete med ett Photon Laser Engineering i Berlin har vi lyckats. Tidigare har man lyckats uppnå ca halva hastigheten.



Figur 1. Workshop i Lasersvetsning hos Volvo Cars i Olofström. Jerker Bengtsson (första raden t.h.) var värd för programmet och visade Volvos laserlödning av bakluckor.

– Vi använder en CuSi-standardtråd från ESAB som förvärms till under 100 grader. Det minskar porositeten och vi har mycket lite porer i våra lödfogar. Lödhuvudet är från ScanSonic och det har inbyggd fogföljning där tråden är en taktill fogavkännare som är kopplad till optiken.



Figur 2. Laserlörd baklucka till automobil. Bild: Photon Laser Eng. GmbH

– Vi använder också en s.k. FocusMonitor från Photon Laser Engineering för processövervakning där vi kan registrera trådmatningshastighet och processhastighet, säger Jerker Bengtsson. Vi installerade systemet under våren 2005 och tog det i drift i april 2006 och har nu hunnit köra ca 2000 timmar.

Systemet har också ett roterade växelbord så medan en baklucka löds så lossar operatören den lödda luckan och laddar komponenter till den som ska svetsas. Systemet för laserlödningen är levererat av Permanova Lasersystem AB i Mölndal.

LaserNytt vill tacka Jerker Bengtsson och hans kollega Tony Jansson (som nu har slutat hos Volvo) för arbetet med att förbereda och genomföra Workshopen samt Volvo Cars som ställde utrustningen till Lasergruppens förfogande.

Spännande laserumgänge i exotisk miljö, del 2 – nya laserkällor

Rapport från “The Fourth International Congress on Laser Advanced Materials Processing”, Kyoto, Japan, 16-19/5 2006 (Del 1 är publicerad i LaserNytt 3-2006)

2006 års LAMP-konferens bestod egentligen av två konferenser; dels LPM2006 ”7th International Symposium on Laser Precision Microfabrication” som genomfördes i tre parallellsessioner, dels HPL2006 ”4th International Symposium on High Power Laser Processing”. Av förklarliga skäl valde jag att mest bevaka den senare, men kunde som allmänt laserintresserad inte helt avhålla mig från att även kika in i vad som sker inom lågeffektområdet. Det var också så arrangerat att vi ”high power”-entusiaster var hänvisade till en särskild byggnad inom det nyuppförda komplexet KRP (Kyoto Research Park) dit konferensen var förlagd.

340 bidrag från 30 länder presenterades under dagarna fyra i 45 olika sessioner plus 4 ”special sessions”. Lägg därtill en omfattande ”poster”-utställning och den traditionella ”table top exposition”, vid vilken de flesta välkända aktörerna på lasermarknaden visade upp sina senaste produkter, så förstår ni säkert att programmet var tämligen fullmatat för oss 370 delegater som var där.

Session NEW LASER SOURCES

Debatten mellan de nya lasertyperna, fiberlasern och disklasern, går vidare, och en särskild session var avsatt för denna ”konfrontation”. Här inledde Dr. David Payne från Optoelectronics Research Centre (ORC), vilket är

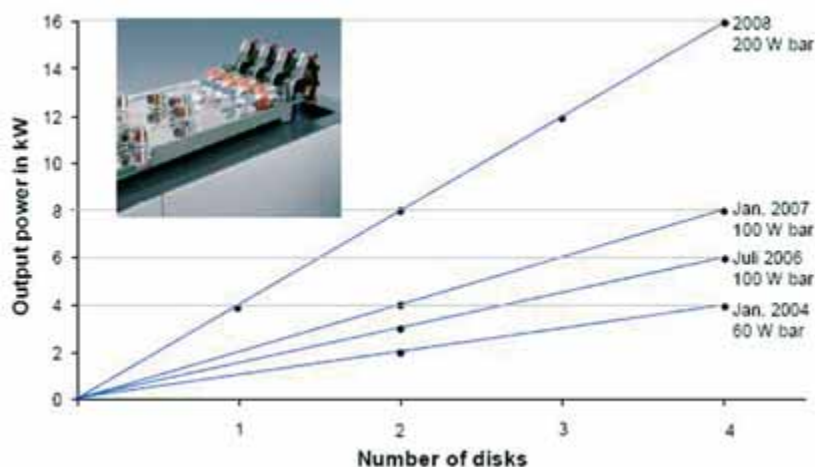
kopplat till Southampton Photonics Inc. (SPI), som grundades 2002 som ett avknoppningsföretag från Southampton University där man uppfann den diodpumpade Si-fibern 1985. Dr. Payne har varit med på hela ”resan” och beskrev nu för oss SPI’s koncept, vilket kallas GTWave™ och består av två pumpfibrer av Kiseldioxid, som pumpar en Ytterbium-dopad kärnfiber. SPI siktar i första hand på att erövra marknadsandelar inom lågeffektområdet, men för deras högeffektprodukter utgörs grundmodulen av en dylik enkelfiber ur vilken man utviner 400 W. Sådana kombineras samman för att skala upp totaleffekten > 1 kW.

En av fördelarna med fiberlasrar är att de kan skräddarsys till önskat våglängdområde, men tekniken har även några uppenbara nackdelar. Dr. Payne talade om fiberlasern som ”long and thin” i motsats då till stavlasrarna vilka skulle vara ”short and thick”, vilket han illustrerade med några humoristiska karikatyrteckningar från det Victorianska England.

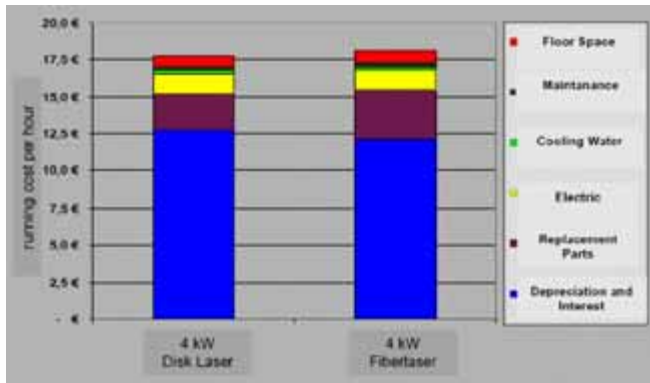
Genom att man har så liten tvärsnittsytta på kärnfibern blir energitätheten hög och risken för skador på densamma ökar. Samtidigt är den aktiva volymen i fibern relativt liten vilket gör att man får en begränsad pulsenergi på endast några få mJ, något som begränsar effekten per puls till cirka 10 kW. Detta kan motverkas med extern

kompressionsteknik med vilken man kan nå upp till pulseffekter kring 30 kW. Med SPI’s koncept menade Dr. Payne att det skulle vara fullt möjligt att få ut 30 W per μm^2 tvärsnittsytta hos kärnfibern. Rekordet för en singelfiber har idag IPG Photonics med 2,5 kW, men 10 kW är teoretiskt ingen omöjlighet. Beträffande prisbilderna höll Dr. Payne med om att diodkostnaderna fortfarande är för höga, men prognostiserade en kostnad på 30 \$/W såsom varande mer realistisk för framtiden. Däremot menade han att kostnaden för fibrerna är mer eller mindre försumbar.

Härpå var det dags för Dr. Adolf Giesen från Institut für Strahlwerkzeuge (IFSW)



Figur 1. Utvecklingen av disklasrar över tiden med avseende på max. effekt från en enstaka diodstav samt antalet diskar.



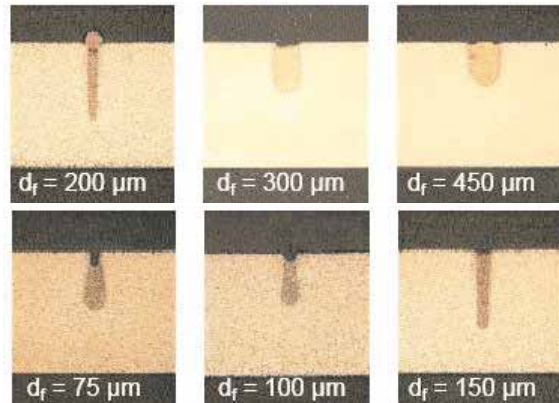
Figur 2. En jämförelse av driftskostnaderna mellan en 4 kW disk laser och en fiberlaser med samma effekt.

vid Stuttgarts Universitet att ge oss lite grundläggande kunskap kring konceptet för disk laser. Genom att Yb:YAG-disken är så tunn (cirka 0.1 mm) kyls den effektivt varför s.k. "thermal lensing" nästan aldrig förekommer. Den optiska verkningsgraden för en 4 kW-enhet ligger på 65 procent och den totala verkningsgraden (WPE = Wall Plug Efficiency) är över 30 procent. Liksom fiberlasern är den här typen av laser begränsad vad gäller pulsmöjligheter tack vare diskens lilla volym. Dessutom finns det en risk för oönskad radial lasring inuti disken om diodens pumpdiameter överstiger diskens dito. Eventuell fasdistortion i disken kan emellertid motverkas med hjälp av adaptiva speglar.

De största aktörerna på disk lasermarknaden är Trumpf (max. 4 kW/disk), RofinSinar (max. 3 kW/disk) samt Jenoptik. Dr. Giesen påtalade den utvecklingspotential som ligger i disk laserkonceptet då han menade att effekten torde vara skalbar till mer än 30 kW för en enda disk. Likaså trodde han att pulsenergin kunde skalas upp till 5 J per disk, samt att disk lasern är användbar för pulstider från ms- till fs-området.

Dr. Kurt Mann från Trumpf Laser GmbH i Ditzingen fortsatte att sjunga disk laserns lov i sin presentation. Alltid sympatiska Kurt påtalade fördelar jämfört med fiberlasern såsom mindre krav på precisionen vad gäller pumpdiodernas placering relativt det aktiva mediet samt den lägre energitätheten i detsamma, vilken eliminerar risken för haverier. Dessutom bibehålls den goda strålkvalitén då man skalar upp energin genom att diskarna är seriellt sammankopplade i motsats till fiberlasrar där man måste parallellkoppla fibrerna för att nå höga uteffekter.

Trumpfs nya produktserie för disk lasrar kallas TruDisk och byggs upp av diodstavar som genererar 100 W, vilka hopmonteras till s.k. "stacks" som kan leverera 500 W. Kommersiellt kan man idag erbjuda en 6 kW disk laser (TruDisk 6002), vilken är uppbyggd av 4 dis-



Figur 3. Fokalpunktsstorleken inverkan på penetrationsdjupet för en 3 kW disk laser.

kar som pumpas med 2,75 kW och ger en uteffekt kring 1,6 kW per disk. Laserstrålen kan sedan distribueras via en 200 μm grov optisk fiber. Dock menade Dr. Mann att han redan hade en 8 kW-enhet "i rockärmen" vilken snart var avsedd att offentliggöras. Hans prognos för 2008 var att man då borde kunna få ut 200 W per diodstav och därmed erbjuda enheter med 16 kW effekt [Fig. 1]! Genom att pumpmodulerna blir effektivare kan man minska antalet diskar men bibehålla samma totaleffekt vilket avsevärt kommer att minska investeringskostnaden för disk lasrar. På en fråga rörande driftskostnaderna menade Dr. Mann [Fig. 2] att dessa, vid samma uteffekt, var tämligen lika mellan disk- och fiberlasrar.

Han avslutade sin redogörelse med några praktikfall vilka visade på laserskärning av 0,5 mm rostfri plåt med 20 m/min i skärhastighet då man använde 800 W disk laser effekt fokuserad till en fokalpunktsdiameter på 150 μm. Vidare exemplifierades svetsning med en drivlinedetalj som svetsats med 8 kW och en hastighet på 14 m/min. Penetrationsdjupet? 4 mm! Man häpnar!! Sista exemplet rörde scanner-svetsning av hathyllan på VW Passat-modellen, om vilken vi hörde talas redan på EALA-konferensen i Bad Nauheim i januari. Obelagd karosseriplåt i tjocklekar mellan 1.0-1.5 mm överlappssvetsas med hjälp av en 4 kW HLD4002 (Trumpfs gamla modellbeteckning för denna disk laser) och en PFO- (Programmierbares Fokal Optik) scanner med 500 mm fokallängd. Strålkvalitén uttryckt i BPP (Beam Parameter Product) är 8 mm*mrad, vilket ger en fokalpunktsdiameter på 0,6 mm.

Förste talare i andra delen av denna session kring nya laser källor var välbekant Dr. Frank Vollertsen, institutionsföreståndare vid BIAS (Bremer Institut für Angewandte Strahltechnik). På BIAS har man experimenterat med högeffekt fiberlasrar under många år, men här presenterade den gode Frank resultaten från två färsk

undersökningar. Den första rörde svetsning kombinerad med magnetisk omrörning för att få bättre utspädning av legeringselementen vid svetsning i lättmetaller som t.ex. magnesium. På BIAS har man ju tidigare framgångsrikt använt denna metod vid CO₂-svetsning, men här visade man på att angreppssättet även fungerar väl då man använt en 10 kW YLR-10000 fiberlaser från IPG.

Den andra delen av presentationen gällde mer konventionell användning av fiberlasrar med hög effekt för svetsning. Här visades resultat från svetsning med 10 kW effekt av 8 mm tjockt aluminium AA6008 med tillsatsmaterialet AlSi5. Svets hastighet? 6 m/min med full penetration! Ett annat spännande område var lasersvetsning av pipeline-rör i materialet X70 och med en vägg-tjocklek på 11,2 mm. Här hade man använt en 17 kW fiberlaser med 11,7 mm*mrads strålkvalitet, där strålen distribuerats fram till arbetsområdet i en blott 200 µm grov fiber, och sedan svetsat med ett fokallavstånd av 500 mm! Svets hastigheten lyckades man få upp så hög som till 2,9 m/min. Detta utvecklingsprojekt hade genomförts i samarbete med VPL-System (= Vietz Pipeline Laser), ett företag som nu avser att bringa denna teknologi i kommersiell användning.

Som ni ser av min rapport sker merparten av utvecklingen och försöksverksamheten kring nya laserkällor i Tyskland, och näste talare kom också därifrån: Dr. Frank Brenner från IWS (Institut für Werkstoffe und Strahlwerkzeuge) i Dresden. Han inledde med att konstatera fiberlaserns exceptionellt goda strålkvalitet, vilken exemplifierades med 0,35 mm*mrads för 1 kW och 1,8 mm*mrads för en 4 kW-enhet. Den förträffliga strålkvaliteten medför en överlägsen penetrationsförmåga vid laserbearbetning, och gör att det i princip endast är disk-lasrar som förmår konkurrera här.

Jämfört med denna lasertyp krävs en lägre sträckenergi för att nå samma penetrationsdjup vid svetsning, dock bör man beakta att man samtidigt erhåller en smalare svets. En intressant iakttagelse som gjorts var att då man använde sig av 4 kW-lasern och kom upp i svets hastigheter över 10 m/min fanns en tendens att man fick en något djupare penetration i aluminium än i kolstål och rostfritt. Däremot var förhållandet det omvända för 1 kW-lasern. Någon förklaring till detta beteende hade inte Dr. Brenner utan menade att kring detta krävdes ytterligare forskning.

Dr. Brenner påpekade också nödvändigheten av skyddsgastillförsel vid svetsning med långa fokallängder för att få en fullgod penetration. En annan observation man gjort på IWS gällde optikens skyddsglas vid långa svetsavstånd. Dess renhet blir mer kritisk vid användandet

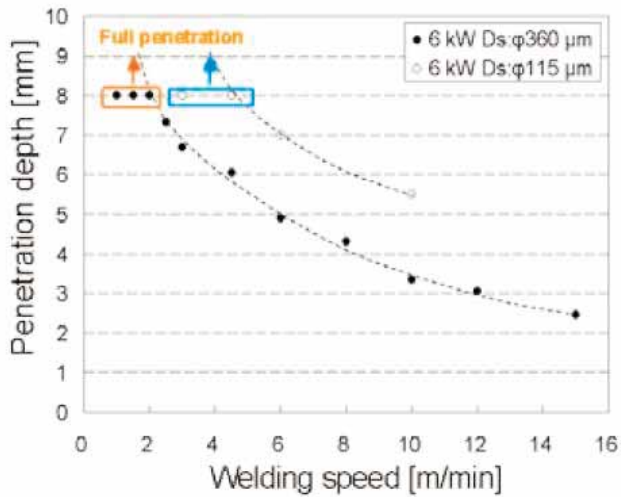
av fiberlasrar jämfört med exempelvis en Nd:YAG-laser beroende på att stråldiametern är så mycket mindre för en fiberlaser, varför smutspartiklar på skyddsglasen får en större inverkan på processtabiliteten. I och med att fiberlasern kan åstadkomma svetsar med ett stort djup/breddförhållande menade Dr. Brenner att denna lasertyp på sikt kommer att ersätta elektronstrålesvetsning av transmissionsdetaljer och axlar till framförallt bilindustrin. Andra användningsområden lär bli svetsning av "temperaturkänsliga" material, och här visade han på aluminiumrörsvetsning av vissa Airbus-applikationer. Det var rör i AA2024 med en vägg-tjocklek på 0,5 mm som framgångsrikt svetsats med 700 W fiberlasereffekt.

Professor Friedrich Dausinger från IFSW (Institut für Strahlwerkzeuge) vid Stuttgarts universitet, som redan tidigare varit aktiv under konferensen, redogjorde här för den verksamhet kring disk-lasrar som han och hans kollegor bedriver vid institutionen. På IFSW har man följande uppsättning av disk-lasrar:

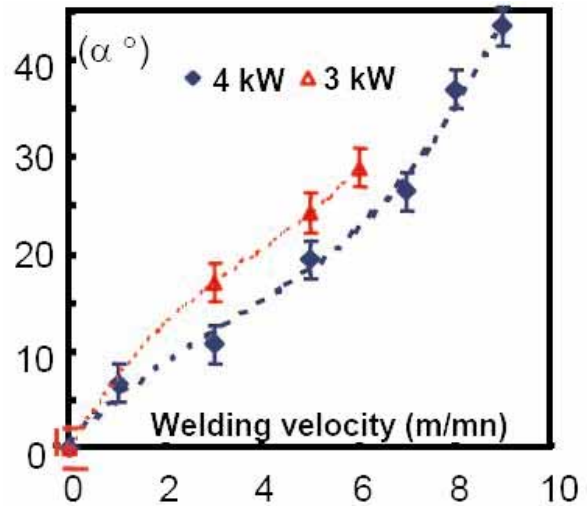
Effekt [W]	Fiberdiameter [µm]	Strålkvalitet [mm*mrads]
1 500	150	6
3 000	150	6
6 000	150	8

Vid svetsning med mycket små fokalpunkter som 75 och 100 µm har det visat sig att penetrationsförmågan minskar [Fig. 3]. Detta menade professor Dausinger berodde på att divergensvinkeln på laserstrålen, vid fokusering till så små punkter, blir relativt stor efter fokusläget varför man erhåller ett droppformat tvärsnitt på nyckelhålet, något som minskar penetrationen. Med tanke på detta var hans rekommendation för att erhålla maximalt penetrationsdjup, att man bör eftersträva att positionera fokalpunkten inuti materialet och ej på dess toppyta.

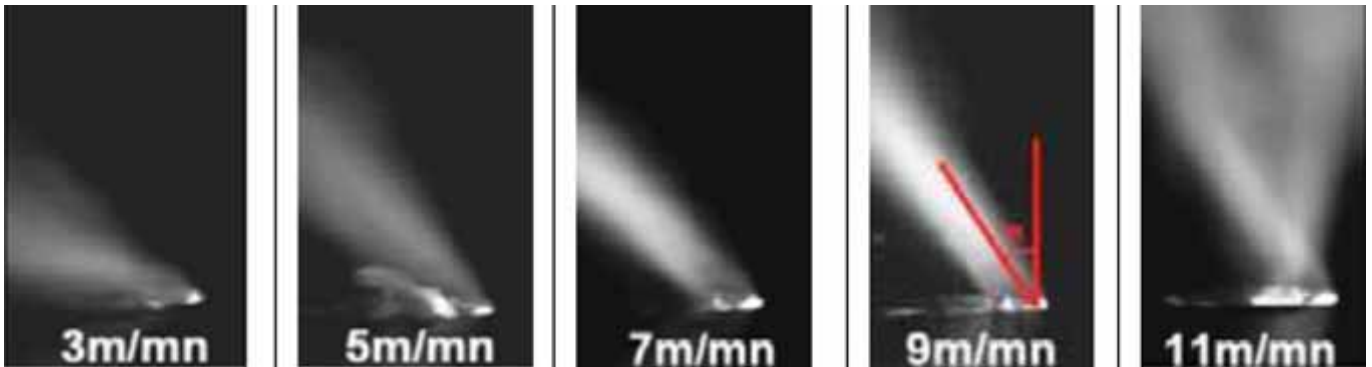
Siste talare i sessionen var studenten Keisuke Kinoshita från JWRI (Joining and Welding Research Institute) vid Osaka University. Han redogjorde för svetsförsök på rostfritt 304-material i 8 mm tjocklek som svetsats med en 10 kW fiberlaser med 4,5 mm*mrads strålkvalitet. Man hade tagit ut 6 kW lasereffekt och tittat på inverkan av olika fokalpunktsdiametrar, 360 resp. 115 µm [Fig. 4]. Den mindre punkten, som ju innebär en högre energitäthet, gav inte så förvånande större penetration. Dock hamnade man i "humping"-problem då svets hastigheten uppgick till 8–10 m/min. För att undvika svets-defekter som "underfill" och även svets-sprut visade det sig vara fördelaktigt att luta svetsverktyget +/- 10° i svetsriktningen.



Figur 4. Inverkan av fokalpunksstorleken på svets hastighet och penetrationsdjup vid svetsning av rostfritt 304-material med en 10 kW fiberlaser.



Figur 5. Utvärdering av lutningsvinkeln på nyckelhålets framkant som en funktion av svets hastigheten



Figur 6. Förångningsplasmats utseende vid några olika svets hastigheter.

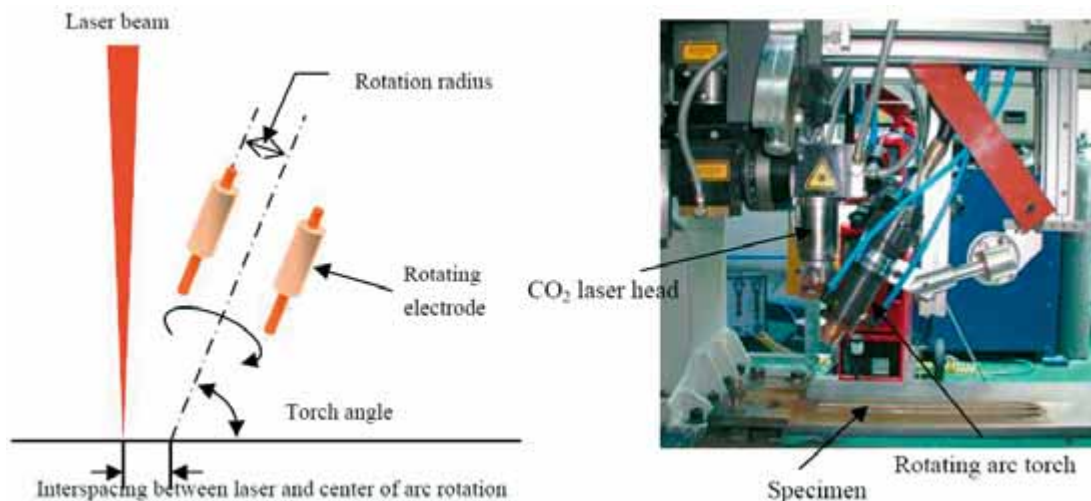
Nyheterna

Jag har ju tidigare påpekat att de direkta nyheter som presenteras vid en konferens av detta slag oftast är fåtåliga. Detta påstående visade sig gälla också för årets LAMP-konferens, men några små "guldkorn" går alltid att "vaska fram", och i det följande skall jag redogöra för några av de presentationer som fångade min uppmärksamhet.

En av de kanske allra intressantaste presentationerna var den som Dr. Remy Fabbro höll i sessionen "Analysis of Process Phenomenon". Han och hans kollegor vid LALP (CNRS) hade studerat hydrodynamiken i smältan vid lasersvetsning med en 4 kW Nd:YAG-laser och 600 μm fiber. Framförallt hade nyckelhålets främre del analyserats, och den inverkan dess lutningsvinkel har på interaktionen mellan förångat material och smältan. Ju högre svets hastighet som används, desto större kommer lutningsvinkeln på nyckelhålets framkant, där den infallande laserstrålen träffar, att vara [Fig. 5]. Vid svets hastigheter kring 10 m/min kan denna vinkel vara upp till

45°, och skulle den bli ännu flackare reflekteras merparten av det infallande laserljuset varvid penetrationen upphör. Samtidigt hade emellertid försök utförda på 1 mm kolstål och rostfritt stål indikerat att med ökande vinkel på nyckelhålets framkant ökar också absorptionen, vilket förklaras av att den infallande laserstrålen träffar en större uppsmält yta, något som vi sedan tidigare känner till gynnar absorptionsförmågan.

Vidare kunde konstateras att förångningsplasmats blir mer upprättstående och intensivare vid högre hastigheter, något som Dr. Fabbro förklarade med att sagda plasma emitteras från nyckelhålets framkant. Han visade med hjälp av en höghastighetsvideo på avsevärda skillnader i plasmats orientering inom svets hastighetsintervallet 3–11 m/min [Fig. 6]. Vid höga svets hastigheter genererades sprut och droppbildning från smält material företrädesvis från nyckelhålets bakre del, medan det vid låga hastigheter uppstod såväl i nyckelhålets framkant som i dess bakkant. Dylika instabilitetsproblem kunde på ett förnämligt sätt undanröjas genom att rikta ett



Figur 7. Principen för laserhybridsvetsning med roterande gasmetall-ljusbåge, och längst till höger den experimentella uppställningen.



Figur 8. Svetsvärsnittets utseende vid några olika rotationshastigheter.

skyddsgasflöde ner i själva nyckelhålet. Här hade man använt sig av Argon med ett flöde på 6 l/min tillförd genom ett munstycke med en öppningsdiameter av 2 mm. Härigenom skapades ett lokalt tryck i smältan på 5-10 kPa, vilket dels helt stabiliserade svetsprocessen, dels ökade penetrationen vid hastigheter <1,5 m/min. Att assistgasen inte påverkar penetrationen vid högre svets hastigheter förklaras av att här ger den mer lutande nyckelhålsframkanten samma effekt i form av ökad absorption. Vid svetsning i material som aluminium AA5056 där smältan blir mycket viskös har assistgasen den positiva effekten att den förlänger nyckelhålet i framföringsriktningen och därmed leder till en stabilare och porfri process.

Att den tillförda Argongasen inte skapar några porer i svetsen förklarade Dr. Fabbro med att tack vare gasen så finns det ytterst lite smält material i botten på nyckelhålet, vilket skulle innebära att risken för gasinneslutningar elimineras. På några frågor kring assistgasens tillförsel (infallsvinkel o.s.v.) blev svaret att detta inte var några kritiska parametrar. Däremot måste munstycksdiametern vara rimligt stor för att inte skapa alltför höga lokala tryck.

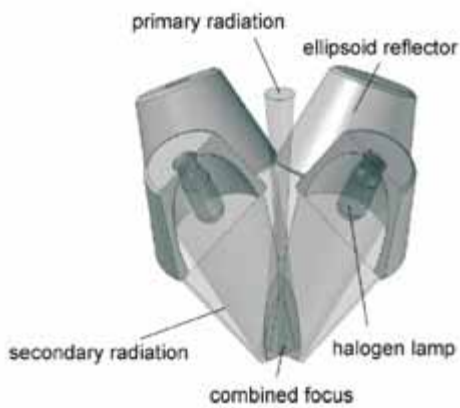
En annan innovation presenterades av Hyunbyung Chae från KITECH (Advanced Welding and Joining Team, Hanyang, Sydkorea). Inom varvsindustrin används



Figur 9. Svetsvärsnittets utseende vid olika spaltstorlek vid stumfogssvetsning.

laserhybridsvetsning främst för att minimera efterarbete i form av riktningsoperationer, något som annars är vanligt p.g.a. den höga värmeinledning som förekommer vid vanlig gasmetallbågs svetsning. Den senare metoden har dock den fördelen att den kan överbrygga stora spalter, medan laserhybridsvetsningen har vissa begränsningar med avseende härpå. Dessutom tvingas varven kompensera de högre investeringskostnaderna för laserhybridsystem med lågkostnadsvarianter på skärsidan som gas- och plasmaskärning vilket ytterligare försämrar passningsbilden vid svetsoperationerna.

Detta problem hade man nu löst genom att på ett fiffigt sätt rotera ljusbågen inom en radie på 1,5 mm vid hybridsvetsningen [Fig. 7]. Man kunde konstatera att en tämligen flack vinkel på 60° på svetspistolen gav bästa resultat, och att en högre pulsfrekvens (man hade provat upp till 50 Hz) gav en bredare svets [Fig. 8]. Vid 8 kW lasereffekt nådde man svets hastigheter runt 1,5 m/min i plättjocklekar kring 8 mm. Eftersom ljusbågen roteras och utsticket var konstant 20 mm kom bågtypen att skifta mellan spray- och kortbåge under rotationen, något som Dr. Chae menade att man bör beakta vid fortsatt forskning. Hursomhelst ledde principen med roterande ljusbåge till att man nu klarade att överbrygga 2 mm stora spalter vid laserhybridsvetsning [Fig. 9]. En



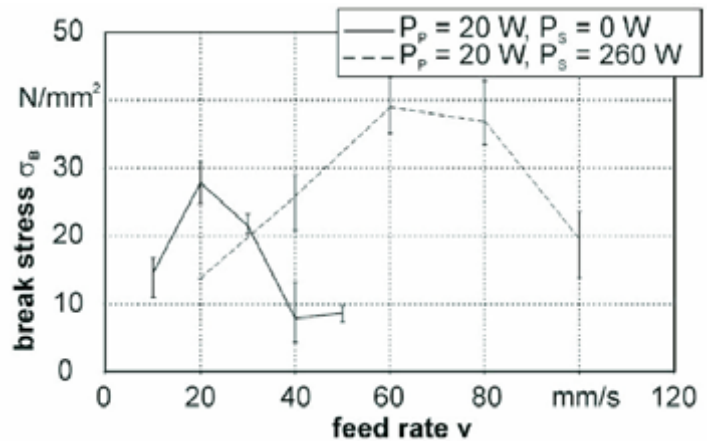
Figur 10. En hybridmetod för svetsning av plaster där strålen från en diodlaser kombineras med ljuset från två halogenlampor.

sidoobservation var att då man blandade in högre CO₂-andel i skyddsgasen, som utgjordes av Helium, minskade risken för insjunkningar på svetsens toppyta.

Lasersvetsning av plaster är numera en tämligen etablerad teknik, och på LAMP presenterades några verkligt intressanta nyutvecklingar inom området (se vidare under det speciella kapitlet). Hittills har applikationerna varit enkla, plana överlappsförband av begränsad storlek, eftersom några av problemen med lasersvetsningen är att överbrygga större gap och att undvika att bygga in spänningar, problem som uppstår då geometrierna blir mer komplexa och detaljerna större. Ett motmedel mot detta visade Dr. Schmidt från Bayerisches Laserzentrum (BLZ) upp. Han kallade det en hybridmetod eftersom en diodlaser med 25 W effekt och våglängd på 940 nm kombinerades med två halogenlampor vilka avger ett polykromt ljus inom våglängdsintervallet 200–2 500 nm [Fig. 10].

Ljuset från halogenlamporna hade fokuserats till en 6 mm stor punkt på arbetsstyckets ovansida och centralt i punkten hade laserstrålens fokalpunkt, som var 600 µm i diameter och som ger det extra värmetillskott som medför att plastmaterialet kan smälta, orienterats. Med denna uppställning hade man framgångsrikt svetsat överlappsfogar i material som polyamid (PA), polypropylen (PP) och polykarbonat (PC). Dessa plaster har sin bästa absorptionsförmåga i våglängdsområdet 1 600–2 000 nm vilket gör att strålningen från halogenlamporna värmer upp den övre komponenten, något som leder till att man undviker uppkomsten av spänningar och sprickor och därmed får en högre hållfasthet i fogen [Fig. 11].

Samtidigt håller man med denna hybridteknik materialet i smälta under en längre tid, jämfört med konventionell absorptionssvetsning av plaster, vilket gör det möjligt att



Figur 11. Fördelen med hybridsvetsning av plaster är dubbel; svets hastigheten kan ökas samtidigt som man får en avsevärt högre hållfasthet i fogen.

överbrygga större spalter. Avslutningsvis visade Dr. Schmidt på några praktikfall där man framgångsrikt använt denna teknik vid svetsning av baklykteglas till personbilar – komponenter som sedan några år tillbaka sammansvetsas med laser i högvolymproduktion [Fig. 12].

Här hade man använt 20 W lasereffekt kombinerad med 260 W från halogenlamporna, och därmed kunnat öka svets hastigheten trefalt jämfört med normal lasersvetsning.

Sammanfattning och slutintryck

Jag skall avslutningsvis försöka att sammanfatta några av mina intryck från denna, den fjärde LAMP-konferensen. Avsikten med besöket i Kyoto var främst att försöka bilda mig en bättre uppfattning kring den laserforskning som pågår i Japan. Som framgår av min artikel kunde man hitta en del ”godbitar”, men fortfarande är det så att japanerna, främst beroende på språkliga förbistringar, har något svårt för att förmedla sin kunskap. Det genomförs säkert mycket spännande och avancerad forskning, men vi västerlänningar får svårt att ta till oss den information som delges under presentationerna. Ett bättre sätt för att vinna kunskap blir i så fall att själv läsa igenom de tekniska ”papren”, men ställs man inför behovet av att ställa frågor kring oklarheter visar sig nya kommunikationsproblem uppstå. Hursomhelst kan jag konstatera att det bedrivs avancerad och mer akademiskt inriktad forskning i Japan jämfört med övriga världen. Då det gäller den tillämpade industriforskningen vill jag nog påstå att Europa ligger i täten, något som även det framgår av min redogörelse.

Kulturellt var det dock mycket spännande att besöka landet, även om den japanska artigheten i längden kan kännas frustrerande för oss som inte är vana vid dylika

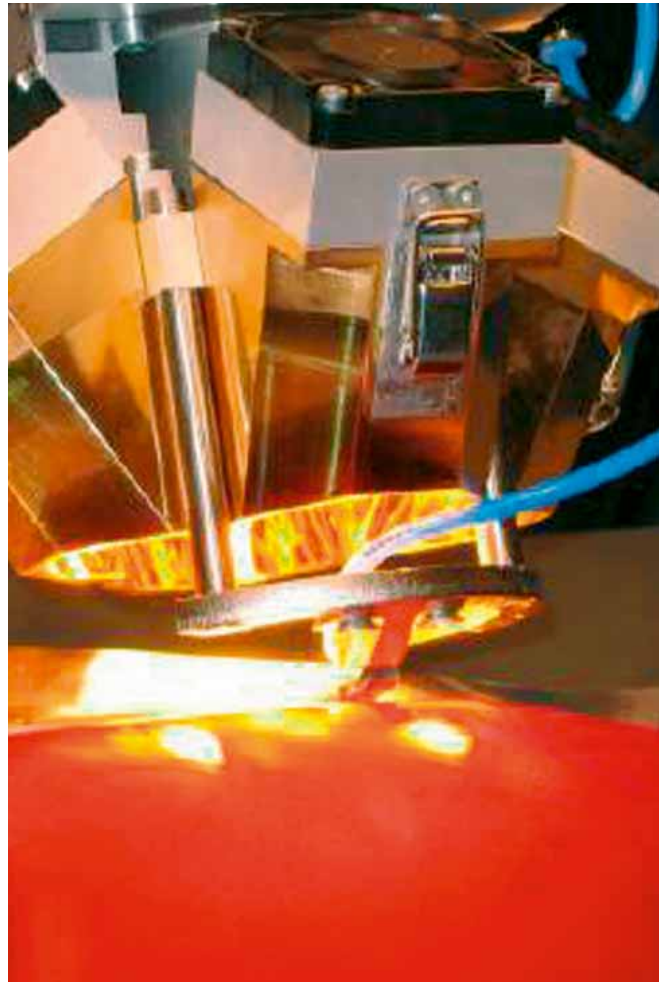
umgängesformer. Hursomhelst, den gamla huvudstaden Kyoto med dess tusentals tempel och andra intressanta sevärdheter erbjöd många tillfällen till turistisk sightseeing. Därutöver bjöds vi på förtäring i form av sushi och underhållning i form av Maiko-dans framförd av några unga japanskor som genomgick utbildning för att bli geishor, samt flöjtspel av verbale professor Saturo Nishio från Department of Applied Chemistry vid Ritsumeikan University. Allt detta fick vi oss till livs under banketten i Atrium vid Kyoto Research Park (KRP). Här fanns också många möjligheter till "laserskvaller" mellan gamla kollegor, eller som min gamle vän Mo Naeem från GSI Lumonics i Rugby U.K. uttryckte det: "It's always the same faces you meet at these events, wherever in the world.....".

Mo berättade t.ex. att GSI har börjat införa fiberlasrar i sitt produktsortiment. Det rör sig om ändpumpade fibrer, alltså samma koncept som IPG Photonics använder. Idag har man en 200 W-enhet tillgänglig, men under 2007 räknar man med att kunna presentera en fiberlaser med 1 kW uteffekt. Annars har GSI Lumonics kvar sin serie av lamppumpade Nd:YAG-lasrar upp till 2 kW med stråldistribution i fibrer med diametrar mellan 200–300 µm, medan man nöjer sig med att konkurrera i lågeffektområdet då det gäller diodpumpade Nd:YAG-lasrar.

Reinhart Poprawe

Alltid sympatiska och trevliga Reinhart Poprawe, institutionsledare vid Fraunhofer ILT (Institut für Lasertechnik) i Aachen och tillika professor vid LLT (Lehrstuhl für Lasertechnik vid RWTH, Rheinland-Westfalen Technisches Hochschule), hade ett par "key-note speeches" vid olika sessioner, och jag väljer att avsluta min rapportering från LAMP genom att sammanfatta en del av den information som professor Poprawe delgav oss:

- Laserbearbetning spänner inom ett stort område – "from chips to ships!"
- Trenden beträffande laserkällorna är att man går upp i effekt samtidigt som strålkvaliteten ökar.
- Dioder med hög pulskapacitet tycks vara på fram-marsch. Här har man reducerat spektralbredden från 5 till 0,7 nm och kan idag ta ut 120 W från en enda diodstav. Statusen för tillfället är att man kan koppla samman dessa till en uteffekt av 1 kW med 30 mm*mrad i strålkvalitet, men snart lär man kunna åstadkomma 5 kW med 20 mm*mrad, allt distribuerat i 600 µm grova optiska fibrer.
- Beträffande processövervakning kan man nå överlägsen tillförlitlighet genom att vid fogföljning använda sig av laser-spektroskopi. Ett sådant verk-



Figur 12. En industriell tillämpning av hybridtekniken är svetsning av baklyktglas till personbilar.

tyg sades vara användbart vid remote-svetsning med robotburen scanner-enhet för att undvika tvära omställningar av robotens rörelser.

- En form av polering genom en lätt omsmältning av ytan med hjälp av laser har visat sig ge ytfinheter (Ra-värden) mellan 0,09–0,3 µm.
- Selektiv lasersmältning med en upplösningsgrad på 80 µm var en annan prestation man lyckats med vid ILT.

Professor Poprawe avslutade sina visioner med att räkna upp de huvudsakliga konkurrensmedlen i dagens verkstadsindustri:

- Kortare produktlivscykler
- Högre antal varianter
- Kortare utvecklingstid till kommersiell produkt
- Pris

Han menade att detta också kan uttryckas i termer av flexibilitet, produktivitet, kvalitet, designfrihet och ekonomisk effektivitet – krav vilka samtliga på ett alldeles utmärkt sätt kan uppfyllas med hjälp av en utökad användning av olika laserprocesser.

IPG:s fiberlaser:

– Den ledande laserteknologin

Författare: Dr. Jörg Thieme, IPG Laser GmbH, Tyskland.

Översatt och bearbetad av: Tore Salmi, Permanova

Lasersystem AB

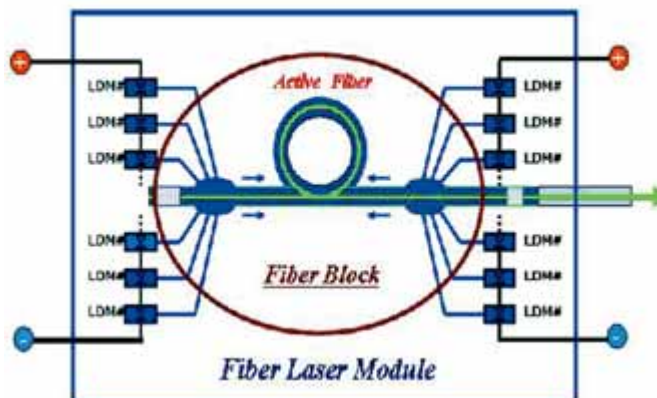
Kontinuerliga (CW) och pulsade Ytterbium fiberlasrar i effektområdet från några W upp till det höga multi-kilowattområdet är kommersiellt tillgängliga standardprodukter. Ett flertal applikationer inom 2D/3D skärning, svetsning, hybridsvetsning, påsvetsning, bearbetning med långt arbetsavstånd, lödning, borrar, gravering, sintring och märkning i metaller, plaster och keramer har framgångsrikt realiserats, och är i drift sedan flera år. Inom medicinsk diagnostik och terapi är vetenskapliga och kommunikations-fiberlasrar vid specifika våglängder förstahandsvalet.

Lasemarknadens intresse för att använda sådana lasrar i industriella tillämpningar för att reducera den totala livstidskostnaden och öka den totala produktionskapabiliteten.

Senaste fiberlaser teknologin

Fiberlasrar konverterar multimode till single-mode strålkvalitet. I kontrast till fasta tillståndslasrar, genererar fiberlasern laserljuset inuti fibern. I fasta tillståndslasrar är det aktiva materialet skrymmande (stav, disk) och behöver extern optisk pumpning med diskreta komponenter.

Fiberlasrar är helt fiberdesignade och är därför mycket mindre komplexa än alla andra lasrar. Användaren kan använda den som ett plug-and-play-verktyg, som en punktsvets. Fiberlasern från IPG använder så kallade "pigtail single emitter dioder" som pumpar den aktiva fibern, dopad med sällsynta jordartselement, såsom Ytterbium (Yb), Erbium (Er) eller Thulium (Tm). Resonatoren sluts genom att använda fiber Braggitter, som är sammansmälta in i den aktiva fibern och fungerar som bakre speglar eller utgångsfönster. Resonatoren är passivt kyld och behöver aldrig linjeras eller justeras på grund av att diskreta optiska komponenter saknas. Alla resonator komponenter är fiberkopplade vilket gör lasern tålig mot termiska chocker, vibrationer och föroreningar. Genom att kombinera fibermoduler, kan fiberlasern enkelt skalas upp till multikilowatt effekter vid moder av låg ordning. Det modulära konceptet gör det möjligt för användaren att uppgradera laserns uteffekt senare. Sådan skalning av uteffekten gör fiberlasrar unika. De



Figur 1. IPG:s helt fiberkopplade fiberlaser-design.



Figur 2. 20kW, 10kW och 5kW högeffekts fiberlasrar från IPG.

viktigaste egenskaperna hos fiberlasrar är: inga begränsningar i effekt, bästa strålkvalitet, hög totalverkningsgrad, pumpdiodernas livslängd, litet golvvtryck, mobilitet och ur ekonomisk synvinkel låga investerings- och underhållskostnader. I fiberlasern finns inga delar som måste bytas ut.

Den första principen för fiberlasern är känd från 60-talet och den ser väldigt enkel ut; men det är expertkunnandet kring fibrer, pumpdioder och inom optiska komponenter som gör skillnaden mellan prototyp och massprodukter. IPG har kunskapen och teknologin i huset för produktion av sådana lasrar i höga volymer.

Fiberlasern – svaret på marknadens behov

Fler än 300 högeffekts fiberlasrar är installerade på fältet och används för mer effektiv, mer flexibel och kostnadsbesparande produktion.



Figur 3. IPG Fiberlaser, 1kW Single Mode med fiberanslutning och fjärrkontroll.

Lasrar baserade på denna teknologi körs framgångsrikt i produktionslinjer i 3-skift hos OEM-kunder, flerlasers användare och enlasers användare.

För makrotillämpningar inom svetsning, skärning och påsvetsning används lasrar från 1 kW-36 kW (kontinuerliga), och för mikrotillämpningar från 50 W upp till 1000 W single mode, liksom 1015 mJ pulserade, fiberlasrar. För märkning används pulserade fiberlasrar från 0,5 mJ till 1 mJ, men även 10–20 W kontinuerliga lasrar används med framgång. Inom medicinska, markfasta, luftburna såväl som i rymdtillämpningar används kundanpassade fiberlasrar.

Fiberlasrar utgör dagens benchmark!

Marknaden för materialbearbetning är mest intresserad av effekt, strålkvalitet och verknings-grad, men också av låga investerings- och underhållskostnader.

De egenskaper som kombineras i en fiberlaser är helt enkelt unika. Den utgör inte bara en ny plattform, den är en revolution inom marknaden för materialbearbetning.

Pumpdioder for fiberlasrar

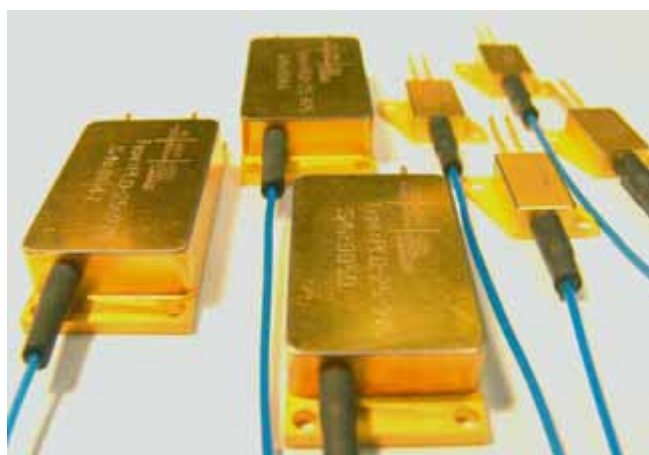
IPG:s fiberlasrar är pumpade med utvalda beprövade bredbandsdioder för 970 nm av tele-komstandard. Chip-produktionen och kapslingen av dioderna görs av IPG självt. Genom att sådana single-emitter används, garanteras laserns höga tillförlitlighet.

Översättarens anmärkning:

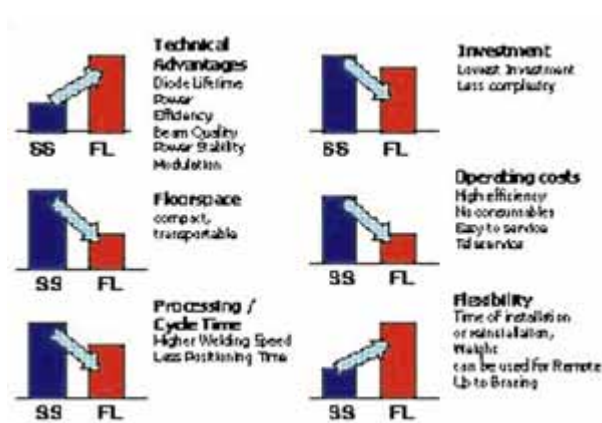
Single-emitter: enskilda laserdioder på ett kiselsubstrat

Bars: vanligen 10–20 laserdioder på rad på ett gemensamt kiselsubstrat.

Många skillnader i teknologi mellan bredbands single-emitter och bars (rader av diodlasrar) ger skillnaden i tillförlitlighet. Bars togs aldrig i bruk inom telekommunikation på grund av den permanenta degraderingen i effekt. En viktig orsak till fel i bars är värme-avgiv-



Figur 4. Pumpmodul-kapslar, passivt kylda, för pumpning av IPG fiberlasern.



Figur 5. Sammanfattning av fiberlaserns fördelar, FL=fiberlaser SS= Solid State

ningen. På grund av den höga emitter-tätheten i bars måste värmen avlägsnas med hjälp av aktiv mikrokanalkylning med avjoniserat vatten av hög kvalitet. Erosion och elektrokemisk korrosion inuti mikrokanaler låter är svårt att få under kontroll. Single-emitter använder inte mikrokanalkylning; de arbetar med passiv kylning.

Marknaden kräver snabb modulering för att ändra uteffekten inom kHz-området för exempelvis bearbetning med långa arbetsavstånd och skärning för att reducera processtiden. IPG:s single-pumpdioder kan moduleras genom att switcha diodströmmen mellan 0% och 100 % utan begränsningar i livslängden.

Modulering av bars reducerar livslängden. För att begränsa denna nackdel drivs bars med en offsetström för att reducera den termiska påfrestningen, men detta reducerar hela systemets verkningsgrad, och kräver slutligen en stand-by-drift av lasersystemet.

Single emitter-dioder är diskreta pumpelement, som arbetar termiskt isolerade från varandra. Värmeavgivningen från varje enskild pumpdiod kan lätt styras.

Single emitter kan producera flera tiotal W och köras

indirekt (passivt) kylda av kranvatten. Tuffa selekteringsvillkor för single emitter-dioder säkerställer den höga kvaliteten efter inbränningstest. Tillämpbara accelerationsfaktorer på 200x vid full selektering av single emitterar säkerställer MTBF (Mean time between failures) på mer än 1 million timmar.

Allt som allt har den omfattande selekteringen av single-emitter-dioder över tiden nått miljarder timmar för alla testade dioder. IPG transfererar med denna pump-teknologi för första gången den höga telekom kvaliteten till den industriella marknaden.

Fiberlaser— den dominerande teknologin

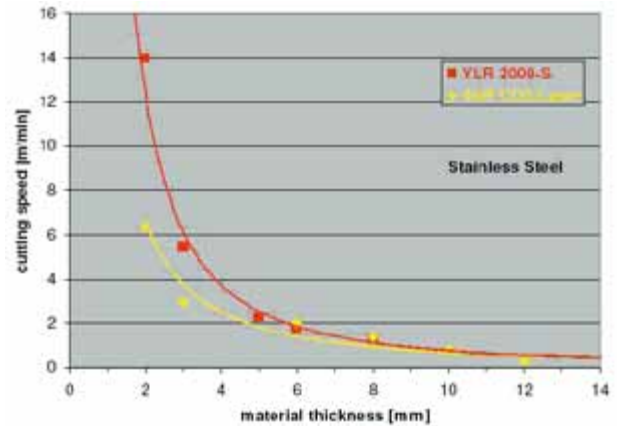
Fiberlasrar ger tekniska och ekonomiska fördelar och vinner dag för dag nya industriella tillämpningar. Många integratörer, slutanvändare och institut utrustade med fiberlasrar byter ut äldre lasrar eller utvärderar nya teknologiska möjligheter.

Vad beträffar applikationer inom termisk sammanfogning har laserteknologin fortfarande avsevärd potential.

Denna potential är öppen för fiberlasrar och de kommer att täcka in den steg för steg. Basen för detta är att kostnad och prestanda matchar marknadens behov. Fiberlasrar är i "pole position" för reduktion av produktionskostnader.

2D/3D-skärning kommer i fokus för fiberlasrar vad beträffar kostnad per skärmeter. Med avseende på investeringskostnaden och den totala livstidskostnaden, är fiberlasrar i effektområdet 1–2 kW mycket intressanta verktyg för 2D/3D-skärmarknaden.

I själva verket ersätter fiberlasrar både kristall-lasrar och CO₂-lasrar och möjliggör samtidigt nya applikationer inom mikro- och makrobearbetning. Inom skeppsbyggnads-, flyg-, bil-, bilunderleverantörs-, elektronik-



Figur 6. Skärhastighet 2 kW fiberlaser vs. CO₂-laser



Figur 7. 2D-skärenhet med 1kW fiberlaser

samt konsumentindustrin är denna spännande teknologi ett genombrott för jobshops och kompletta produktionslinjer.

Vi hälsar dig välkommen till IPG:s applikationscenter för utvärdering av din applikation och för mera information om våra kraftfulla fiberlasrar.



Figur 8. Hybridsvetsning med 10 kW fiberlaser



Figur 9. Fiberlaser integrerad i mikropanelenhet för svetsning inom skeppsvarvsindustrin. (med tillstånd från IMG Rostock)

DATLAS utvecklar processövervakning vid lasersvetsning

av Hans Engström, Luleå tekniska universitet

Processövervakning vid lasersvetsning tillämpas sedan många år vid t.ex. svetsning av taylor blanks, transmissionskomponenter, komponenter till krockkuddar, komponenter till insprutningssystem i bilar mm. För processövervakning finns kommersiella system på marknaden, vilka har utvecklats sedan början av 1990-talet.

Man använder processövervakning av flera anledningar:

- Detektera svetsdefekter som uppstår under processen,
- Dokumentera och registrera svetsförloppet för att tillfredsställa kvalitetssystemens krav på spårbarhet
- Ökad kunskap om svetsprocessen

Genom att kunna detektera svetsdefekter som uppstår under processen så blir processen som helhet betydligt

effektivare genom att man kan minska tidsödande och dyrbar kontroll efter svetsningen. Dessutom kan övervakningen också förhindra att felaktiga detaljer tillverkas genom att systemet larmar och stoppar svetsprocessen om detekterbara fel upptäcks. Det är också möjligt att trimma svetsparametrarna mot högre produktionsstakt och därmed ligga närmare processfönstrets gränser om övervakningen är tillförlitlig.

Vid lasersvetsning så skapas emissioner av både synlig och osynlig elektromagnetisk strålning under processen. Våglängderna sträcker sig från kort ultraviolettt strålning (<400 nm) till långvågig infraröd (>11 000 nm) och däremellan finns intervallet för synligt ljus.

Processövervakning vid lasersvetsning arbetar on-line och bygger på att utrustningen registrerar utvalda våglängder (frekvenser) av emissioner som sker från svetsstället under processen. Därmed kan man mäta emissioner från plasmat, metallånga, temperatur men också laserljus som reflekteras tillbaka från processen.

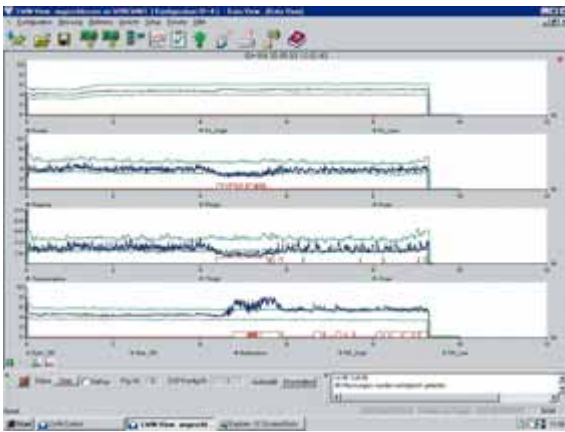
Principen

Principen för övervakningen bygger på att, trots att key-hole svetsning är en i högsta grad dynamisk process, konstanta processbetingelser som ger ett godkänt svetsresultat skapar emissioner som inte varierar alltför mycket. Därmed kan man alltså välja ut och registrera t.ex. intensiteten och frekvens i plasmat eller intensitet och frekvens i temperaturstrålningen, och ta upp kurvor för dessa som visar strålningen under svets tiden. Men konstanta svetsparametrar och god kontroll över svetsprocessen (inget oförutsett inträffar som ger svetsdefekter) så fås alltså referenskurvor för godkända svetsar. Dessa sparas och man sätter sedan gränser för hur mycket kurvorna får variera innan utrustningen larmar för att något onormalt har inträffat.

Man lär alltså övervakningsutrustningen hur en bra svets ser ut och onormala förhållanden uppmärksammas. För varje tillämpning måste man alltså undersöka hur mycket man kan tillåta att kritiska svetsparametrar t.ex. lasereffekten kan variera innan en icke tillåten defekt uppstår. Sambandet mellan emissioner från processen och defekternas karaktär, storlek och omfattning beskrivs alltså genom rent erfarenhetsmässiga undersökningar. Hur man sätter sina gränser för kurvornas varia-



Figur 1. Processövervakning används vid många tillämpningar inom lasersvetsning. Här ett system för övervakning av laserhybridsvetsning.



Figur 2. Resultat vid processövervakning som det kan presenteras visuellt. Bilden visar svetsning av en överlappsfog där spalten har blivit för stor mellan plåtarna. Detta syns på bilden där kurvorna för plasma-, temperatur- och tillbakareflekterad strålning avviker från förinställda gränser. Den översta kurvan visar lasereffekten som är konstant under svetsprocessen.

tion blir alltså avgörande för systemets tillförlitlighet. Vida gränser ger möjlighet att defekter inte upptäcks och snäva gränser ger falsklarm. Detta är ett grannlaga arbete att rätt utforma övervakningskriterierna om man vill uppnå en stabil och tillförlitlig processövervakning.

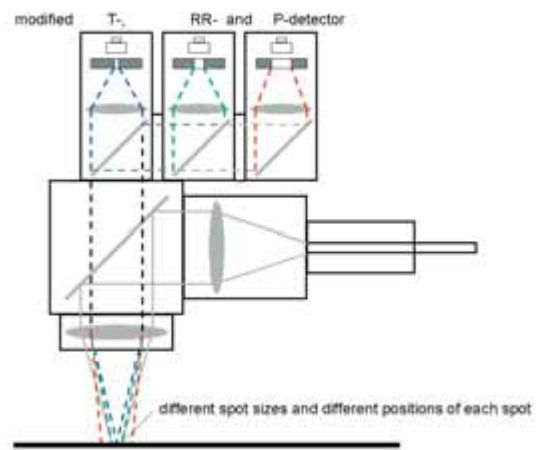
Den vanligaste principen att detektera den elektromagnetiska strålningen är att använda fotodioder som omvandlar strålning till en elektrisk spänning, vars storlek beror på strålningens intensitet. Stark strålning ger hög spänning.

Signalprocessorer och elektronik omvandlar spänningen till kurvor som kan avläsas visuellt och registreras i systemet. Signaler från flera sensorer kan sedan jämföras för att öka mängden information som ligger till grund för att bedöma om defekter har uppstått eller inte. I den vetenskapliga världen har man också försökt skapa system för utvärdering som bygger på t.ex. "fuzzy logics" eller neurala nätverk för att underlätta tolkning- en av signalerna.

Kamerasystem

Numera har också kamerasystem som avbildar svetsprocessen börjat att användas. Dessa system använder bildbehandling för att omvandla signifikanta områden på bilden till signaler som sedan kan jämföras med referenssignaler.

Dagsläget för de kommersiella processövervaknings- systemen är alltså att de används och fungerar men att det krävs mycket arbete och kunskap för att få tillförlit- liga system.



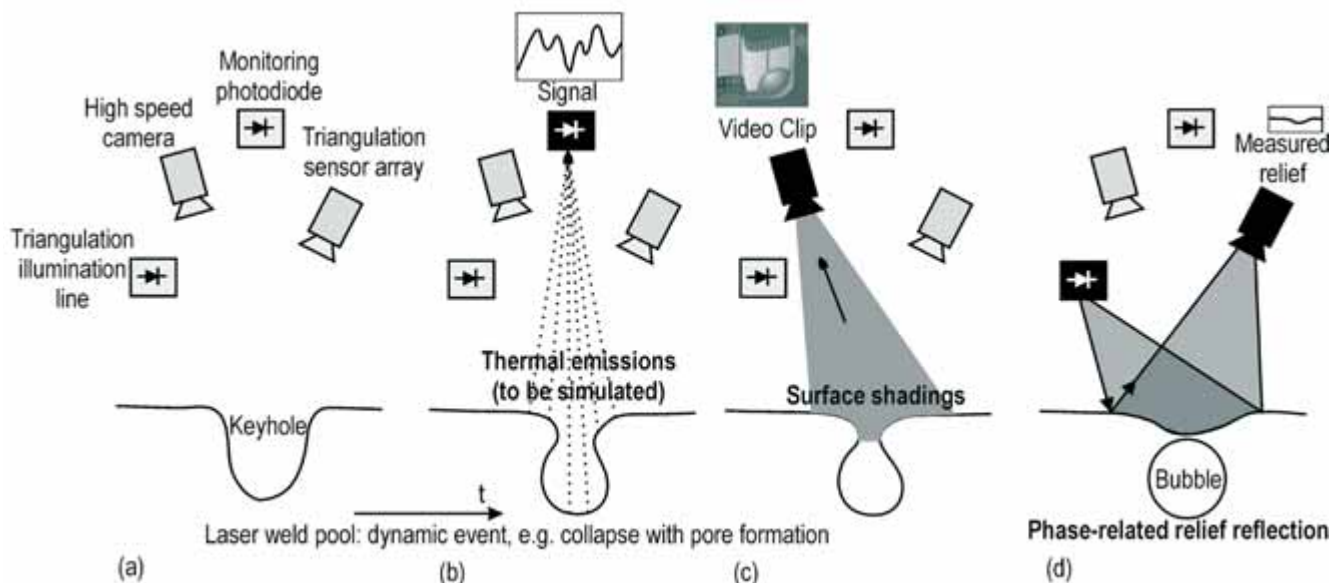
Figur 3 och 4. Prin- cipen för ett multi- detektorsystem vid processövervakning. Här visas ovan övervakning av plas- ma-, temperatur och tillbakareflekte- rad laserstrålning. Till höger ett system med två detektorer.



Med projektet DATLAS som drivs vid Avdelningen för produktionsutveckling vid Luleå tekniska universitet i samarbete med åtta svenska företag och som finansieras av VINNOVA vill vi försöka utveckla kunskapen om processövervakning så att den skall bli lättare och tillförlitligare att använda av industrin. Därmed skulle lasersvetsprocessen kunna göras mera kostnadseffektiv och ännu tillförlitligare.

I DATLAS ska vi kombinera traditionell processövervakning med upptagningar genom höghastighetsvideo av smältbadets rörelser. Vi ska också försöka mäta smältbadets rörelser genom avancerad optisk mätteknik. Förhoppningen är att de tre olika metoderna tillsammans ska öka bidra till att öka kunskapen om svetsprocessen i sig och kunskapen om sambanden mellan smältans rörelser, emissioner som detekteras och de svetsdefekter som uppstår.

Utgångspunkten i arbetet är att arbeta med svetscase från företagen och att genom dessa lära sig och förstå sambanden mellan de signaler som registreras, smältba- dets rörelser och de defekter som uppstår under



Figur 5. Inom DATLAS kommer tre olika tekniker att användas för processövervakning; konventionell processövervakning, höghastighetsvideo och optisk teknik för att mäta rörelser i smältbadet.

svetsprocessen. Felen kan vara av typ bindfel, porer, hål, och geometriska fel som förorsakas av varierande svetsparametrar, felaktig positionering av laserstrålen eller material som svetsas, smuts mm. Dessa case ska sedan ge en "katalog" som beskriver svetsfelen och hur de kan detekteras.

Svetscasen ger också underlag för att simulera hur smältbadets rörelser inverkar på intensiteten i emissionerna som detekteras. Detta kommer att bidra till att öka kunskapen om svetsdefekternas uppkomst, emissionernas karaktär och de signaler som registreras.

Vi planerar att slutprodukten från DATLAS blir en interaktiv "produkt" som på ett åskådligt sätt ska presentera och teoretiskt förklara samband mellan svetsdefekter och signaler som detekteras av processövervak-

ningsutrustningen. Tanken är att denna databas ska kunna uppdateras efterhand av användarna så att den blir ett verktyg som utvecklas och som fortsatt stödjer användningen av processövervakning vid lasersvetsning.

I DATLAS deltar ESAB AB, Alfa Laval, med verksamheter i Lund och Frankrike, Ferruform AB, Lasertech LSH AB, Permanova Lasersystem AB, LaserNova AB, Optronic AB. Ytterligare ett företag planerar att gå med i projektet.

I projektet arbetar Peter Norman, LTU som doktorand, Hans Engström som biträdande projektledare. Alexander Kaplan är projektledare.

MoNALISA strålar och underhåller!

MoNALISA är inte bara namnet på världens mest berömda konstverk, det är också namnet på Duroc Engineerings fiberlaser där MoNALISA är en akronym för Mobile Nuclear Appliance for Laser Industrial Safety Applications.

av Conny Lampa, Duroc Engineering i Göteborg AB

Att erbjuda lasersvetsning på plats hos kund innebär stora fördelar för industrier som behöver reparera komponenter som av olika skäl är svåra att flytta på.

Kärnkraftverket Ringhals AB har under flera års tid låtit laserbehandla olika kärnkraftsapplikationer, som

bland annat ventiler och spindlar, hos Duroc Engineering i Umeå.

Behovet av att slippa transportera gods från kärnkraftverket, exempelvis aktivt gods (material som kan vara kontaminerade med radioaktivitet) ledde under 2006 fram till att ett samarbetsavtal avseende mobil lasersvetsning slöts parterna emellan.

Som en följd av detta har Duroc Engineering investerat i en mobil laseranläggning innefattande en 4kW IPG Photonics fiberlaser med tillhörande robot och pulvermatare.

Systemleverantör har varit Permanova Lasersystem AB i Mölndal.

Tekniska fakta

MoNALISA består av en IPG Photonics Fiberlaser på 4 kW maximal uteffekt.

Laserkällan och kylaren är placerad utanför den helt i aluminium tillverkade mobila lasercellen. Laserljuset på 1070 nm leds in i cellen och till roboten genom en fiber som är 30 m lång och har en diameter på 0,600 mm. På roboten kan idag verktyg för laserfogning och på-



Figur 1. Duroc's 4 kW IPG Photonics fiberlaser. Vikt ca 500 kg.

svetsning med tråd eller pulver monteras.

Mobil utrustning ökar tillämpningarna

MoNALISA är för närvarande placerad på kärnkraftverket Ringhals. Efter genomförda grundkvalificeringar kommer ett antal laserarbeten att genomföras på plats. Den mobila utrustningen möjliggör reparation och underhåll av objekt på plats ute hos kund. MoNALISA ska kunna vara i bruk 4–8 timmar efter ankomst till kund, förutsatt att nödvändiga förberedelser har gjorts (tillgång till yta, el, vatten etc.)

– Det mobila konceptet vidgar användningsområdet och ökar antalet applikationer för lasersvetsning. För kunden innebär det ökade möjligheter till högkvalitativ laserrenovering samt kortare stillestånd vid underhålls-stopp, förklarar Conny Lampa, svetschef vid Duroc Engineering.



Figur 2. MoNALISA interiört.

Lasergruppens studieresa i Finland

I anslutning till 11th NOLAMP Conference, 22–24 augusti 2007

av Per Westerhult, Lasergruppen

I juni 2005 arrangerade Lasergruppen en studieresa till Tyskland som blev mycket lyckad tack vare intressanta visningar samt att vi blev väl omhändertagna av värdarna på de företag och institut vi besökte. I år tänkte vi göra en liknande studieresa till Finland, i anslutning till 11th Nordic Conference in Laser Processing of Materials (11th NOLAMP Conference) mellan den 22 – 24 augusti.

Studieresan kommer att inledas med ett besök på Lappeenranta University of Technology, avdelning för "Laser Processing Center" på eftermiddagen den 22 augusti. Under besöket kommer ett stort antal laser-system (makro- och mikroprocessor) att demonstreras. Detta besök ingår även i NOLAMP konferensen. Efter detta besök åker vi buss till Åbo, en resa på cirka fyra timmar.

På förmiddagen den 23 augusti kommer vi att besöka Aker Finnyards, som är ett av världens största varv för

tillverkning av kryssningsfartyg. Varvet använder bland annat laserhybridsvetsning för sammanfogning av plåtar. På eftermiddagen tar vi oss till staden Uusikau-punki för ett besök på företaget Hybri – Steel som är en stor tillverkare av "Sandwich paneler" som skärs och svetsas med laser. Företaget använder även hybridsvetsning (laser- och MAG svetsning) sedan årsskiftet 2006/2007.

På fredagen den 24 augusti kommer vi bland annat att besöka legotillverkaren Laserplus i Hämeenlinna. Företaget förfogar över en arbetsstation med en effekt upp till 8 kW för svetsning och skärning.

Därefter tar vi oss till Vantaa för att avsluta rundresan med ett besök på företaget High Metal Produktion som är en legotillverkare inom rostfritt stål. Företaget har till sitt förfogande en Laser Process Robot som skär och svetsar detaljer efter kundernas behov.

Ett detaljerad program med praktiska detaljer (hotell bokningar och busstransport) kommer att skickas ut till medlemmar i Lasergruppen i slutet av maj månad.

Produktionsutveckling med laserhybridsvetsning PROHYB

av J. Andersson, J. Hedegård, E. Tolf, Fogningscentrum på KIMAB (Korrosions och Metallforskningsinstitutet), Stockholm

PROHYB, akronym för ”produktions utveckling med laserhybridsvetsning” är ett projekt i MERA programmet. VINNOVA programmet MERA har huvudområden:

- Tillverkningsprocesser
- Produktionssystem

Målsättningen med PROHYB projektet är att med laserhybridsvetsning åstadkomma rationell tillverkning med färre steg, ökad produktivitet och kvalitet samt förädlad tillverkning och produkt. Verksamheten i projektet är till stora delar sekretessbelagda men här ges en övergripande insikt av hur projektet genomförs och vilka resultat som förväntas.

Genomförande

Det övergripande målet för projektet är att studera förutsättningarna och möjligheterna med laser-MAG som svetsmetod inom bilindustrin och konstruktioner i tunna gods. Syftet är därigenom att förbättra svetsbarhet



i belagda stål, säkerställa fullgott gasskydd och genomföra eventuella konstruktionsförändringar som behövs för att fullt tillgodogöra nyttan med en ny svetsprocess.

Projektet drivs i sju teknikmoduler.

1. Förstudie.
2. Mekanismstudie.
3. Omkonstruktion och anpassning av komponenter.
4. Processverifiering på subkomponentnivå.
5. Tillverkning av komponenter.
6. Utvärdering.
7. Rapportering och kunskapsspridning

Resultat

En viktig del i arbetet förutom produktionsanpassning är en mekanism studie. Detta är betydelsefullt för att på allvar möjliggöra kvalitetsförbättringar. För ändamålet används bland annat KIMAB's höghastighetskamera-teknik med en speciell laserbelysning, för att mer detaljerat studera de mekanismer som påverkar stabilitet och förbandsegenskaper.



Förarbetet görs parallellt i laboratoriemiljö och vid konstruktionsbordet. Erfarenheterna från förstudien sammanförs därefter till en produktionsanpassad miljö för svetsning av de ingående komponenterna. Projektet beräknas vara avslutat i mars 2008.

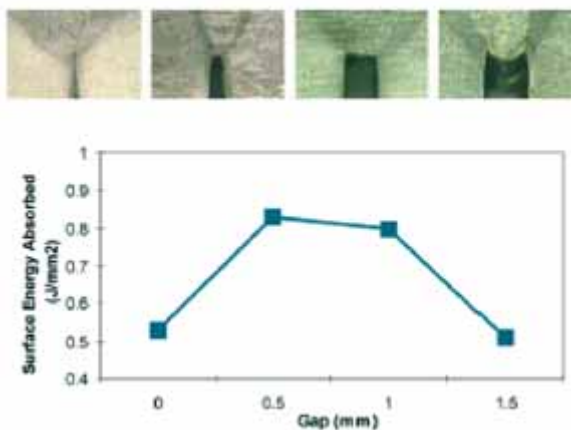
HYBRIGHT

Virtuellt konstruktionsstöd för produkter med avancerad sammanfogning

HYBRIGHT, ett 3-årigt projekt som startade sommaren 2006 vid Luleå tekniska universitet med finansiellt stöd från Vinnova inom programmet Effektiv Produktframtagning, kommer att korta tiden för produktutveckling genom att utveckla ett virtuellt stödverktyg där laserhybridsvetsning ingår. Fokus ligger på att skapa en, ur ett konstruktionsperspektiv, trygghet vid införandet av laserhybridsvetsning.

av Torbjörn Ilar, Luleå tekniska universitet,

Konstruktionsmöjligheterna för en produkt är ofta begränsade av de fogningsmetoder som används, t.ex. motståndpunktsvetsning (används t.ex. för ca. 75 % av alla svetsningar hos Volvo PV), MAG-ljusbågsvetsning (ca. 15 % hos Volvo PV) eller limning (också framgångsrik). För 5–10 år sedan började hybridsvetsning bli en av de mest innovativa nya svetsmetoder. Hybridsvetsning (för första gången publicerat 1979 av Prof. Steen, Imperial College, London, UK) kombinerar hög kvalitet, stor inträngning, flexibilitet och hastighet från lasersvetsning med förmågan att robust överbrygga stora spalter genom den billigare MAG-ljusbågsvetsning. Dock handlar det inte enbart om en fogningssteknik som ska öka hastighet eller kvalitet. Det finns ett stort och komplex sammanhang inom produktutveckling och produktion var



Figur 1. Optimala mekaniska egenskaper

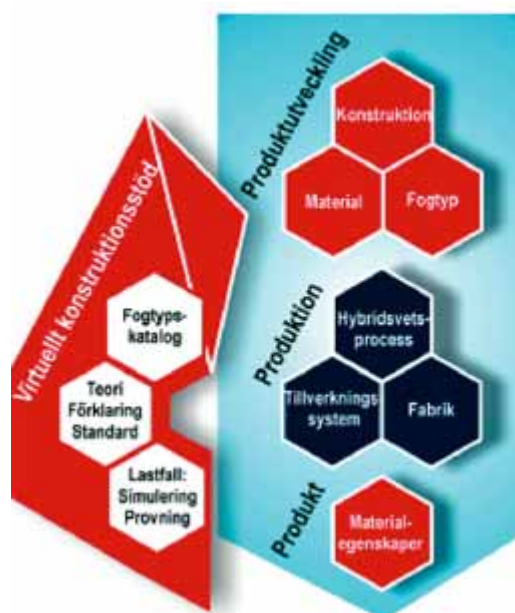
hybridsvetsning inbjuder till användning av innovativ fogdesign och avancerade material vilket öppnar stora nya möjligheter för konstruktion.

Referenser och erfarenhet saknas

En stor svaghet är dock att det saknas referenser, erfarenhet, standards och därför trygghet för konstruktörer att använda laserhybridsvetsning, för fogningen måste leda till en produkt med garanterade mekaniska egenskaper. Speciellt är aktuella standarder inte anpassade till de nya svetsvärsnitt som är möjliga att åstadkomma med hybridsvetsning. Denna osäkerhet fördröjer den företagsinterna dialogen mellan konstruktörerna och med produktionen.

Med hjälp av det virtuella stödverktyget ska konstruktörer snabbt och tryggt kunna diskutera olika möjliga utformningar av svetsfogen (svetsfogdesign), deras egenskaper och konsekvenser av vald design. Svetsvärsnittet med sina mekaniska och metallurgiska egenskaper betraktas som en nyckelfråga inte bara direkt för produktens prestanda, men också som symbol i ett helhetsperspektiv för att skapa trygghet och förtroende för nya svets teknologier. Utan övertygande, välgrundad och vittspridd kunskap om svetsvärsnittet och dess mekaniska prestanda blir det svårt att få en gemensamt företagsintern drivkraft för en ny teknologi genom tveksamhet minskar drivkraften. Case-studies räcker oftast inte för att de ger inte tillräcklig förståelse och förklaring.

Ett antal utvalda "cases" (15 stycken, specifika för varje företag) hybridsvetsas experimentellt för att som utgångspunkt skapa en meny av 15 svetsvärsnitt.



Figur 2. Virtuellt konstruktionsstöd; produktutveckling – produktion – produkt

För de olika svetsvärnsnittsgemetrierna (inklusive deras materialkaraktär och lastfall) genomförs FE-simulering (spänningsbildning, deformation, brottinitiering) och mekanisk provning. I fallet de två inte stämmer överens med varandra undersöks orsaken tills man får en förbättrad FE-analys. Nästa steg är en kritisk undersökning och diskussion av varje simuleringsresultat leda till en egen teoretisk helhetsförklaring av brottbeteendet. (Obs: idag saknas kunniga ansträngningar att djupt tolka FE-beräkningsresultat som egentligen innehåller väldigt mycket information) Försök ska nu göras att sammanfoga alla enskilda teorier till en gemensam teori av utökad universell omfattning. Den kritiska analysen och dialogen är en vetenskaplig utmaning och kan kräva särskild

detaljberäkning och undersökning. Lyckas deltagarna med en sådan teori har HYBRIGHT redan då skapat ett värdefullt instrument.

Den stora industriella och vetenskapliga dimensionen av projektets vision behöver mångfaldig spetskunskap, som återspeglas i (det relativt stora) projektkonsortiet som består av 4 multidisciplinära akademiska forskargrupper, 9 företag av olika typ och en företagsförening.

Dagsläget i projektet är att de fyra första "casen" har initierats och kommer att slutföras till sommaren 2007. Baserat från resultaten från dessa "case" kommer en selektering att ske från övriga möjliga "case" för att skapa bästa möjliga förutsättningar för ett generellt virtuellt konstruktionsstöd.

Prima lanserar RAPIDO Evoluzione

30 procent ökad produktivitet och 60 procent ökad arbetsvolym

Thomas Hägglund, vd vid Prima Scandinavia, meddelar att Prima Industrie nu lanserar en ersättare till RAPIDO 5 som under många år har varit en betydelsefull maskin för företaget. Den nya maskinen presenteras av Thomas i denna artikel.



Figur 1. Thomas Hägglund, vd Prima Scandinavia AB.

– I den jämförelse jag gör och där jag hänvisar till "tidigare" så avser detta en jämförelse med RAPIDO 5 (X=3200 mm, Y=1500 mm, Z=600 mm) som nu under en period tillverkas parallellt. Det finns ett antal maskiner av RAPIDO 5 för snabb leverans, säger Thomas Hägglund.

– RAPIDO 5 är numera naturligtvis prissatt billigare än RAPIDO Evoluzione, ca 900 000 SEK skiljer i pris.

Thomas ger dessa data och jämförelser för RAPIDO Evoluzione:

MASKINSTOMME / GENERELLT

- Cirka 30% snabbare än RAPIDO 5 med lika laser-källa installerad
- Ny FEM beräknad stomme med samma vikt som tidigare men dubbla styvheten för att matcha högre hastigheter och accelerationer.
- Cirka 1 vecka kortare installationstid (endast 2st. enheter att montera) tidigare 3st.



Figur 2. RAPIDO Evoluzione, ny 3D-laserskär-maskin från Prima Industrie.

- Endast 34,5m² installationsyta Inget unikt fundament krävs, inga fördelade stålplattor, maskinen ger ett mycket lågt ytryck (normalt industrigolv är fullt tillräckligt) kravet är 2000kg/m². Detta gäller naturligtvis under förutsättning att det inte alldeles intill maskinen står en flera 100 tons press.

X-AXEL

- Standardisering av drivning (lika som för 2-D maskin PLATINO 2040)
- X=4080 mm, 80 m/min, 0,8 g acceleration (Pa/Ps=0,03 mm för full axellängd)
- 3 st skenstyrningar för maximal styvhet
- Heidenhahn optisk mätskala
- RAPIDO Evoluzione är endast 400 mm längre i X-led men har 880 mm längre slaglängd än RAPIDO 5)

Y-AXEL

- Ny design med mycket högre fri höjd till golv för möj-

lighet att skära/svetsa riktigt stora detaljer stående

- Fullt teleskopisk rörelse (Y-axeln försvinner ur arbetsområdet) för minimal risk för kollisioner vid laddning/lossning av fixturer
- Y=1530 mm, 80 m/min, 0,8g (Pa/Ps=0,03 mm för full axellängd)

Z-AXEL

- Patenterad tiltring för Z/X – planet (ger perfekt rätvinklighet i maskinen)
- Isotropisk design som ger symmetriska stabila dynamiska egenskaper
- Z=765 mm, 80 m/min, 0,8 g (Pa/Ps=0,03 mm för full axellängd)

VRIDNINGSAXLAR/HUVUD

- Dubbla magnetkopplade kollisionsskydd (SIPS I och SIPS II) för maximal säkerhet vid kollisioner oavsett infallsvinkel
- Direkt drivna motorer med optiska Heidenhahn skalor integrerade (inga växellådor, inga axlar => vändspel=0), 540°/s, 60rad/s²
- B-axel rörelse +/- 135° (ger möjlighet till skärning underifrån)
- Mycket hög noggrannhet: Pa=0,005°, Ps=0,005° (ex: 0,005°=> 17µm@TCP för L=200 mm)
- Mycket kompakt design för maximal åtkomst i trånga utrymmen (offset horisontellt=155 mm, offset vertikalt=215 mm)
- NC-kontrollerad adaptiv 6:e axel, +/-10 mm, 4g
- Sensor av metall (inga keramiska brytbrickor)
- Snabbt enkelt växlingssystem för byte till Svetsning (<5 min)
- TCP autokalibrering (<5 min)

SKYDDSKABIN/ARBETSOMRÅDE

- 100% säkerhet mot strålning med elektroniskt övervakade transparenta paneler vilka ger god överblick av arbetsområdet
- Vertikalt nedåtriktat ventilationsflöde genom filterpaneler i kabinens tak för bästa arbetsmiljö. Dammet dras i riktning nedåt och in mot maskinen, bort från operatörens andnings-zon.
- Automatiska horisontella dörrar, fullt programmerbara som standard, exempelvis kan operatören programmera dörren att inte öppna sig fullt, om han inte behöver dess hela bredd för passage.
- Tid för full öppning är 3 s jämfört med den vertikala kabinen för RAPIDO 5 som behöver 6 s för att öppnas fullt
- Delad kabin som option för maximal produktivitet

för mindre komponenter upp till 2 m längd. Väggen som delar arbetsområdet kan lätt och snabbt förflyttas i sidled då den sitter på integrerade skenstyrningar, vilket öppnar upp hela arbetsområdet för bearbetning av stora komponenter.

- Standardiserade optioner för automatiska skyttlar, rotationsbord, robotbetjäning, etc. offereras, allt beroende av kundens behov och önskemål

STYRNING/CNC

- PRIMACH 20L
- Samplingstid <0,2 s => mycket snabba beräkningar
- Optiska fibrer mellan CNC och Servon
- ISO G-code standard, (hanterar även RML+ för full kompatibilitet för kunder med det programmeringsspråket)
- Handbox med joy-stick och stor LCD skärm. Den nya handboxen är inte bara ett positioneringsverktyg, utan operatören har hela styrningen i sin hand.
- Standardiserade processparametrar fullt integrerade

LASER

- PRIMA CP/CVXXXX alternativt ROFIN SINAR slab DCXXX
- Lasertyp och effekt väljs beroende av kundens applikation/-er och cykeltidskrav

– Slutligen vill jag meddela att ett företag inom VW-koncernen valt RAPIDO Evoluzione med 4kW lasereffekt istället för TRUMPF 7040 med 5kW på grund av att cykeltiden för komponenten (A-stolpe) var 12% lägre för RAPIDO Evoluzione. Dynamiken tog i detta fall ut sin rätt, avslutar Thomas Hägglund.



Figur 3. Skärhuvud PRIMA Evoluzione.

DaimlerChrysler i Spitzenklasse med nya C-modellen, medan Volvo återtar förlorad mark i bilindustrins prestigefyllda "Laserdivision"

En statusrapport från 8th European Automotive Laser Application 2007
30-31 januari i Bad Nauheim, Frankfurt a.M.

av Johnny K Larsson, Volvo Cars

I slutet av januari träffades gräddan av laserexperter från bilindustrin till den traditionsenliga årliga konferensen i Bad Nauheim för att utbyta erfarenheter och presentera sina respektive företags senaste landvinningar för varandra [Fig. 1]. Som vanligt stod Automotive Circle International [ACI], med dess illustre CEO Herrn Fritz Ebert, som värdar på renommerade Dolce Kurhotel. Temat för årets konferens var "The use of laser technology in automotive engineering – Discover today what is feasible tomorrow", och Herr Ebert hade god hjälp av de välkända diskussionsledarna; Michael Niemeyer [Audi AG], Hans Hornig [BMW AG] samt Niclas Palmquist [Volvo Cars].

I denna artikel är det min avsikt att gå igenom de presentationer som gavs av de olika bilföretagens representanter, medan jag i en kompletterande rapport i nästa nummer av LaserNytt kommer att redogöra för det som föredrogs rörande utvecklingen av nya laserkällor och verktyg. Vad gäller de senare kunde man konstatera att en viss mognadsgrad nu har nåtts och att inte så mycket direkta nyheter fanns att presentera.

Huvudnumret vad gällde laserapplikationer införda i högvolymproduktion handlade i år om DaimlerChryslers enorma satsning på disklasrar kombinerade med "scanner"-verktyg för svetsning på nya C-Klasse-model-

len, vilken jag återkommer till längre fram. Men jag föreslår att avhandla bilföretagen i alfabetisk ordning, och hittar därför först:

Audi AG – Christian Ebert

I Neckarsulm har man just börjat producera karosserna för den andra generationens Audi TT-modell - ett nog så intressant koncept där ungefär 70% av karossvikten [140 kg av totalt 206 kg] utgörs av aluminium, medan resterande karossmaterial är i höghållfast stålplåt. Det senare återfinns företrädesvis i den bakre delen av golvet. Precis som sin föregångare skickas karosserna vidare för slutmontering i Győr i Ungern. Den förhandenvarande material-mixen, som bland annat består av AlSi10Mg [gjutgods i princip i hela frontstrukturen], AlMgSi0.5 [extruderprofiler i golvkonstruktionen] samt AlMg0.4Si1.2 [plåtmaterial i karossidor och tak], kombinerat med IF-[InterstitialFree], fosfor- och mikrolegerade kolstål, inbjuder till mängder av innovativa fogningsmetoder.

Bland annat finns 1 700 nitar [1 600 Halbhohlrieten eller SPR = Self-Piercing Rivets och cirka 100 Vollrieten av märket KerbKonus], mängder av självgående skruvar, strukturlim samt ett antal lasersvetsar att hitta i karosstrukturen. Dessa konstruktionslösningar har medfört att karosstyvheten ökat med 49 procent jämfört med den förra TT-modellen. Eftersom vikten samtidigt reducerats, i och med att man gått från en stålkaross till en huvudsaklig aluminiumlösning, har det s.k. "Leicht-



Figur 1. Vad månne nu komma? En förväntansfull publik har bänkat sig i konferenssalen, medan herrar Drexler (Renault) och Palmquist (Volvo) förbereder sig för nästa replikskifte.

Figur 2. Rengöring av aluminiumytan före lasersvetsning har en signifikant inverkan på svetskvaliteten; Längst t.v. en obehandlad yta, därefter en avfettad och längst t.h. resultatet med LaserClean©.



hgütewert” [eller LBCI = Lightweight Body Construction Index] i motsvarande grad minskat med 43 procent.

Lasersvetsapplikationerna som utförs med hjälp av AlSi12 tillsatsmaterial hittar vi i bottensvällarna, A-stolpeflänsarna för vindrutemonteringen samt i förbindelsen mellan tak och karosidor. Den senare utnyttjar Audis klassiska strålfällegeometri, medan övriga applikationer är traditionella överlappsfogar. Det som hade speciellt nyhetsvärde i Herr Christian Eberts presentation var att man lokalt rengjorde de områden [cirka 5 meters rengöringslängd per sida], som senare skulle lasersvetsas, med hjälp av en pulsad laser i en utrustning levererad av företaget LaserClean©. Härigenom avverkades oljor, smörjmedel, fett och andra föroreningar på ytan och säkerställde därmed konstanta, repeterbara ytor, vilket man menade var en förutsättning för ett kvalitativt svetsresultat [Fig. 2]. Den avlånga utformningen av verktygsmunstycket gör det möjligt att via detta även suga upp avverkat material. Denna form av process ger en ytrenhet som är i paritet med den som fås vid alkalisk, kemisk rengöring, men är såväl mer kostnadseffektiv som miljövänligare.

De huvudsakliga fördelarna med lasersvetsning ur konstruktiv synpunkt var att man erhöll visuellt acceptabla fogar, geometriskt stabilt utfall, förbättrade korrosionsegenskaper, ökad karosstyvhet och minimerad flänsbredd. Eftersom Audi TT är att betrakta som en lågvolummodell är cykeltiden i laserstationen förhållandevis lång, 3,7 minuter, vilket innebär att man hinner göra 3.530 mm överlappsvets och 1.779 mm strålfällesvetsning vid användning av en 3 kW diodpumpad Nd:YAG-laser. Dessutom laserskar man ett antennhåll i taket just innan detta positioneras på karossen. Man återanvänder mycket av den utrustning som ingick vid produktionen av A2-karosserna i Neckarsulm, vilket innefattar fyra sexaxliga industrirobotar försedda med verktyg utrustade med pneumatiska tryckhjul och taktila fogföljare [Fig. 3]. Svetshastigheten ligger kring 3,6 m/min och Helium används som skyddsgas. För att möta kraven på A-klassytor använder man sig av en robotiserad borstning av den lasersvetsade takfogen.

DaimlerChrysler – Ralf Bernhardt & Holger Schubert

Som jag inledningsvis nämnde kom huvudnumret vid årets EALA-konferens att handla om den storskaliga implementeringen av "remote"-, eller "scanner"-svetsning som DaimlerChrysler står i begrepp att införa i och med introduktionen av sin nya C-Klasse-modell [projektbeteckning W204]. Herr Bernhardt inledde med att berätta att produktionsstarten är planerad till månads-skiftet mars/april, och att modellen kommer att tillverkas i tre olika fabriker; Sindelfingen, Bremen samt East London i Sydafrika. Därpå fortsatte han med att ge en historisk återblick kring laseranvändning inom DC-konsernen, vilken kan sammanfattas som följer enligt tabell 1.

De första utvecklingsstegen med fjärlasersvetsning togs år 2000, och för att effektivt kunna hantera styrningen av denna processlösning lärer DC sig tidigt med företaget Bosch Rexroth, som kom att utveckla en "master-PC"-kontrollenhet vilken övervakar såväl styrningen av laser, robot och "scanner"-verktyg. För att kvalificera den 4 kW disk laser, som var avsedd för införandet av "remote"-tekniken genomfördes ett antal applikationsprov. Dessa var den klassiska svetsningen av S-



Figur 3. Överst fixeras TT-karossen och under sker taksvetsning med AlSi12-tillsatsstråd och taktill fogföljning.

Tabell 1. Utvecklingen av laseranvändning inom DaimlerChrysler konsernen

Modell	Projekt	SOP ¹	Applikation	Lasertyp/verktyg
S-Klasse	W140	1990	Tak till C-stolpe	CO ₂ -skärning följt av stumsvetsning
S-Klasse	W220	1997	Tak till karossidor Ämnesskarvning	CO ₂ -svetsning med portalrobot
E-Klasse	W211	2002	Tak till karossidor	Nd:YAG-svetsning med industrirobot
Maybach	S57 & S62 ²	2003	Sidodörrar i aluminium	Nd:YAG-hybridsvetsning
SLK	R171	2003	Baklucka	Nd:YAG-lödning
CLS	C219	2004	Baklucka	Nd:YAG-lödning
V-Klasse		2004	Tak till karossidor	Nd:YAG-lödning ³
S-Klasse	W221	2005	Sidodörrar i aluminium Bakstycke	Nd:YAG-hybridsvetsning Yr:YAG-"remote welding"
Sprinter	BR906	2006	Golv Tak till karossidor	Nd:YAG-svetsning & -lödning ⁴

1) SOP = Start Of Produktion

2) Förlängd variant

3) Produktionsort: Vitoria, Spanien

4) Produktionsort: Düsseldorf, Tyskland

klassens bakstycke [Heckmittelstück, 2003], följt av bakdörrssvetsning på gamla C-modellen i Bremen-fabriken [2004–2006] samt en lastvagnshytt i fabriken i Würth [2005]. Även i USA har företaget gjort experiment med RLW [Remote Laser Welding] i Mount Elliot [2005-2006] på en takram till en Chrysler-modell.

Med andra ord var vägen, med i vanlig ordning tysk grundlighet, väl beredd för införande av robotburen fjärrlasersvetsning i stor skala i högvolymproduktion. Allt som allt har man installerat 43 stycken 4 kW disk-lasrar HLD4002 från Trumpf [22 i Sindelfingen, 17 i Bremen och 4 i East London]. I de två förstnämnda fabrikererna har man dessutom installerat vardera 2 stycken Trumpf HL304P, vilka används till att sätta häftpunkter på sidodörrar [3 punkter/dörr] och bakluckor [4 punkter/lucka]. Inalles har man tillgång till 34 "scanner"-verktyg från Trumpf, s.k. PFO [Programmable Focusing Optics], som monterade på industrirobotar utgör DaimlerChryslers patenterade RobScan-lösning för fjärrlasersvetsning. Arbetsområdet vid en fokallängd kring 500 mm är min. 100x180 mm och max. 190x320 mm.

Applikationerna finner vi i ett antal delsammansättningar, vilka är som följer:

- Karossida, inre, med 60 svetsar/sida, varav 41 stycken sitter i den av Borstål tillverkade bottensvällaren och resterande 19 i det bakre hjulhuset
- Bakstycket [”Heckmittelstück”] med 45 svetsar som knyter samman den ämnesskarvade ytterdetaljen till en inre
- Sidodörrar, främre och bakre, med 90 svetsar/dörr

- Bakluckan med 110 svetsar

Detta innebär att man kommer att svetsa 900 000 dylika stegsvetsar per dag, vilka ersätter ungefär 15% av den konventionella punktsvetsningen i karosserna. Geometrin hos svetsarna är vanligtvis cirkulär, men där man avsiktligt undviker att sluta cirkeln för att undvika dålig svetskvalitet vid ”svets i svets”. Endast då flänsbredden behöver minimeras använder man sig av helt raka stegsvetsar.

Att Mercedes under årens lopp haft svårigheter att erhålla fullgod svetskvalitet vid överlappssvetsning är en välbekant hemlighet. Därför har man inför den här storskaliga fjärrlasersatsningen infört en föroperation för att lösa problemet med zinkavgasning. Man har patenterat s.k. ”laser nubbing”, vilken innebär att man med korta pulser ”fläker upp” ytan och skapar små [0,1-0,2 mm höga] X-formiga upphöjningar, vilka säkrar en kontrollerad spalt. Vid sidodörrtillverkningen görs detta i en separat cell, medan man vid bakstyckestillverkningen använder en och samma cell för dels ”nopp-tillverkningen” som färdigsvetsningen. Cykeltiden för båda dessa upplägg angavs vara 35 sekunder. För en utomstående kan denna lösning låta både exklusiv och dyr, men herrarnas Bernhardt och Schubert menade att inbegripet hög produktivitet och dito svetskvalitet går det att finna lönsamhet i denna produktionslösning.

Förutom fjärrlasersvetsningen på nya C-Klasse-modellen kan nämnas att man laserlöder ytterpanelen till bakluckan, vilken p.g.a. extremt stort pressdjup måste tillverkas i tre delar. Såväl strålfälle- som kantlödning

Figur 4. Hyundai SantaFe presenterar en "remote"-svetsad bakdörr. För detta ändamål har en TrumaScan L4000-anläggning införskaffats.



förekommer. Herrn Bernhardt avslutade med att säga att ett framtida område för RLW [Remote Laser Welding] kan vara att sätta s.k. "framing-punkter", eftersom åtkomsten för konventionella punktsvetsstänger kan vara begränsad i en dylik station. Därför pågår just nu intensiva försök hos DC för att säkerställa kvalitén vid fjärrlasersvetsning av 3-plåtsförband!

Hyundai Motor & Kia Corp. – Dr. In-Sung Chang

Vår koreanske vän, Dr. Chang från Hyundai, har ju under ett antal år hållit oss uppdaterade kring företagets utveckling då det gäller lasersvetsning av kompletta karosidor. Denna har ju gått från stegsvetsning och traditionell robotmanipulering till robotburen RLW, något som gjort att processhastigheten blivit ungefär 1,5 gånger snabbare jämfört med konventionell lasersvetsning och 3 gånger så snabb som vid punktsvetsning. Det senaste utvecklingssteget är att man nu har bytt ut sina Nd:YAG-lasrar mot 5 kW YLR-5000 fiberdito från IPG Photonics, utrustade med "scanner"-verktyg från Scan-Lab [PowerScan 50] samt programvaran Quick tech v1.1 från HBL Laser.

"Remote"-tekniken har nu också införts vid tillverkning av bakdörrarna till de nya Hyundai-modellerna SantaFe och VeraCruz. Här har man emellertid valt ett CO₂-baserat upplägg i form av Trumpfs TrumaScan L4000 [Fig. 4]. En hanteringsrobot placerar detaljerna i en fixtur som är roterbar och därigenom kan hantera båda modellernas bakdörrar. Man använder sig, liksom fallet är med karosidorna, enbart av helt raka stegsvetsar. Dessa är till antalet 37 stycken för VeraCruz-modellen och 44 för SantaFe.

Dr. Chang påpekade vikten av att undertrycka laserplasmat vid svetsning för att nå en acceptabel penetration [Fig. 5], något som blir extra viktigt då man närmar sig ytterkanterna för det begränsade arbetsområde som gäller vid CO₂-baserad fjärrlasersvetsning.

Nissan Motor Company – Taishi Tarui

Efter att ha varit frånvarande vid fjolårets EALA-konfe-

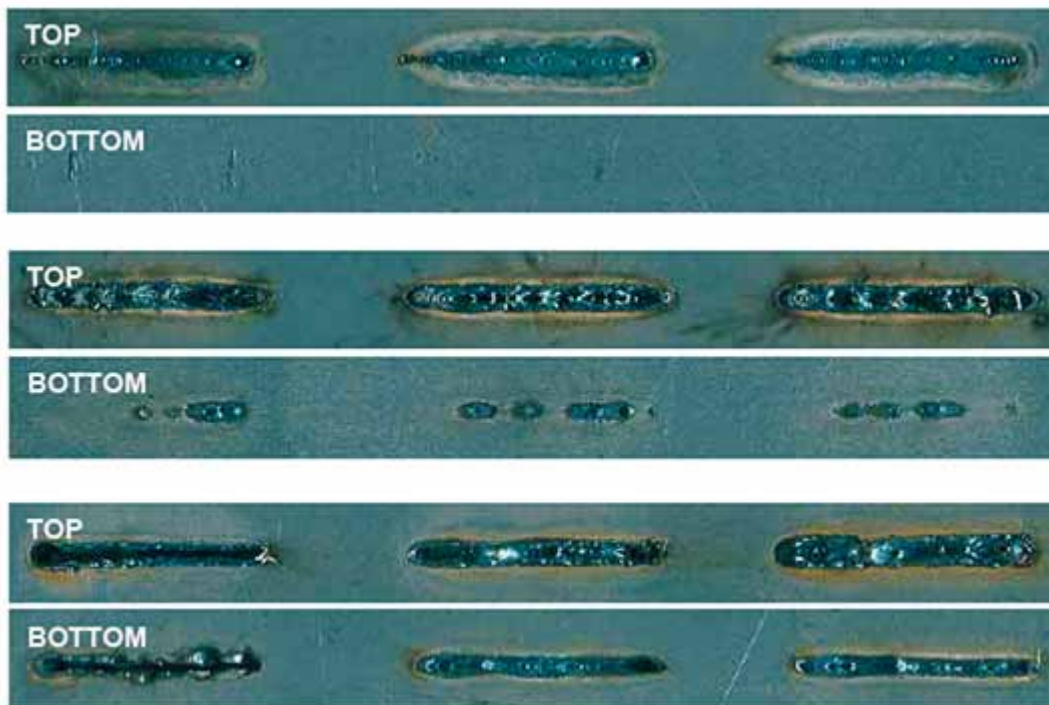
rens var nu Mr. Tarui "åter med på banan". Alltid sympatiska Tarui-san visade ju som bekant 2005 upp ett antal intressanta applikationer på Nissan Fuga, och nu fick vi indikationer på ytterligare satsningar, vilka torde göra Nissan Motor Co. till den ledande japanska biltillverkaren då det gäller laseranvändning i karossproduktion.

På nya Infinity G35, eller Skyline som modellen också kallas, hittar vi lasersvetsar i bottenställarna, baksätetryggen och hatthyllan [Fig. 6]. Därutöver används intermittenta laserstegsvetsar för att sammanfoga taket med karosidorna. Det är främst för att kombinera en ökad vridstyvhet med viktsbesparing som man satsar på lasersvetsning, och applikationerna liknar i mångt och mycket de som förekommer på Fuga-modellen. Sålunda känner vi igen de små präglingar som görs i den zinkbelagda karosidan [tjocklek 0,75 mm] för att säkra avgasningsmöjligheter för förångat zink då svetsning sker mot den 1,4–1,6 mm tjocka, obelagda bottenställarförstärkningen.

Lasersvetsstationen är utrustad med 2 stycken 3,3 kW diodpumpade Nd:YAG-lasrar med optisk fiberdistribution i 600 µm grova fibrer fram till 4 stycken industrirobotar av märket Fanuc där laserverktygen är utrustade med tryckfinger och detektorer för plasma och återreflekterad laserstrålning. Lasersvetsarna varierar i längd mellan 50–200 mm och utgör sammantaget 4,7 m per kaross.

På de lokalt marknadsförda modellerna Latio T och Tiita har man infört fjärrlasersvetsning, vilken genomförs som robotburen sådan. En 4,4 kW diodpumpad Nd:YAG-laser skickar laserstrålen via en 400 µm-fiber till ett "scanner"-verktyg, vilket har en arbetsvolym på 180x180x100 mm.

På Latio-modellen är det bakluckan som "remote"-svetsas. Gångjärns- och låsförstärkningar svetsas till innerstrukturen med totalt 32 cirkulära svetsar, och även här har man valt allt inte sluta cirkeln helt för att undvika svetsdefekter. Motorhuvorna till Tiita-modellen har ett liknande processupplägg. 28 cirkulära svetsar sam-



Figur 5. Inverkan på svetskvalitet och penetration för olika skyddsgaskoncept vid fjärrsvetsning med CO₂-laser. Överst utan skyddsgas, därunder ett skyddsgasflöde som täcker ett större område och längst ned skyddsgas tillförd via separata munstycken för varje svetsläge.



Figur 6. Lasersvetsar i baksätetryggen bidrar till ökad vridstyvhet hos Nissan Skyline-modellen, en konstruktionslösning som vi känner igen från Toyotas presentation vid fjolårets EALA.

manfogar gångjärns- och låsförstärkningar, liksom gasfjäderinfästningarnas förstärkningsplattor, till innerstrukturen [Fig. 7].

En del av förstärkningsdetaljerna är obelagda, något som underlättar svetsbarheten. RLW-metoden ersätter manuell punktsvetsning, och drivkraften för introduktionen av denna nya teknik sades vara kostnadsbesparingar.

Avslutningsvis beskrev Mr. Tarui de kvalitetssäkrings-system som används vid såväl den konventionella lasersvetsningen som vid "remote"-svetsningen. Förutom den tidigare nämnda övervakningen av plasma och återreflekterad laserstrålning använder man sig av efterkontroll i form av ultraljudsdiagnostik, något som tycks fungera ytterst tillfredsställande.

PSA Peugeot Citroën – Jean Outters

Gamle bekantingen, Mathieu Kielwasser, låg nerbäddad mellan lakan hemma i Paris, varför hans kollega Monsieur Outters fick föra Peugeots talan detta år. Han hade valt att presentera den nyligen lanserade C4-modellen Picasso, vilken marknadsförs som såväl 5- som 7-sitsig s.k. "cross-over model" [CUV]. Den förra innehåller 5,9 m lasersvets och den senare 7,8 m. Applikationerna återfinns på A-stolpar samt i bakre sidoglas- och bakre sidodörrsöppningar. C4:an har ju egentligen två A-stolpar per sida, men genom att använda lasersvetsning vid sammanfogningen har man kunnat begränsa flänsbredderna till 9 mm, vilket gör att de skymmande siktvinklarna begränsas till 1,65° respektive 2,5°, vilket torde vara något av "bäst i klassen".

Den minskade flänsbredden innebär också en viktbesparing på hela 1,3 kg då plåtmaterialiet i A-stolparna är tämligen tjockt. Lasercellen är utrustad med två lamp-pumpade laserkällor [4 kW HL4006D från Trumpf] och två robotar per sida, något som gör att produktiviteten ligger på 55 karosser i timmen. För kvalitetsövervakning är svetsverktygen utrustade med sensorer från Precitec, vilka registrerar såväl plasmastrålning som temperatur. För de komplicerade överlappssvetsningarna har man hjälp av det numera klassiska "avgasningshjulet" från firman Thyssen KruppDrauz. I de fall reparationssvetsning måste tillgripas, utförs den som punktsvetsning med hjälp av adaptiva svetsstänger och då är linskravet $\varnothing 3$ mm för att motsvara lasersvetsarnas hållfasthet.

Laserlödning är sedan en tid införd på 407-modellens



Figur 7. Exempel på "remote"-svetsning av baklucka och motorhuv på Hyundai-modellerna Latio resp. Tiida. Svetsarna utförs mestadels såsom inte helt fullbordade cirklar för att ge bästa hållfasthet.

bakdörr till en sammanlagd längd av 650 mm. Nu utreder PSA möjligheten att införa samma teknologi på bakluckor till kommande modeller, och man avser då att använda tillsatstråden som en taktill fogföljare. Även "fjärrlasersvetsning" är av intresse för våra franska kollegor, och man intresserar sig i första hand för robotburen dylik. En tänkbar applikation kan tänkas vara bakstycket under bagageluckan, och föreslagen svetsgeometri utgörs av 20 mm långa, c-formade svetsar vilka med "remote"-teknikens hjälp tar 0,25 sekunder att utföra.

Renault Automobiles S.A. – Fabienne Drexler

Hos Renault tycks tiden ha stått stilla sedan förra årets EALA-konferens. Monsieur Drexlers redogörelse inskränkte sig till den lasersvetsning som utförs på taket till Laguna2-modellen i Sandouville. Den huvudsakliga drivkraften för en lasersvetsad lösning har varit att man med denna lyckats reducera takdikets bredd från 39 till 12,6 mm, vilket medför att en smalare, billigare och mer designvänlig plasttäckning kan användas. Konventionella, lamppumpade Nd:YAG-lasrar på 4 kW från Trumpf [HL4006D] används för ändamålet, vilka är utrustade med svetsverktyg från företaget HIGHYAG. Som processövervakning används såväl effektmätning som kontroll av kraften på tryckrullarna. Våra franska kollegor verkar emellertid inte tro fullt ut på laserns tillförlitlighet, varför lasercellen placerats på ett sådant sätt i fabriken att det blir möjligt att transportera karosserna förbi densamma och in i en punktsvetslinje som tjänar som backup-lösning.

Volvo Car Corporation – Johnny Larsson & Niclas Palmquist

Vår presentation vid årets EALA-konferens handlade om laserapplikationerna på den nya lyxmodellen S80, där i vanlig ordning jag redogjorde för de mer kon-

struktionsrelaterade aspekterna, medan min kollega Niclas Palmquist tog hand om de produktionstekniska lösningarna. Allting kring det här redogörs det emellertid för i en separat artikel på annat ställe i detta nummer av LaserNytt.

Det som kan vara av intresse, och som vi framförde i den avslutande paneldebatten, är att Volvos strategi då det gäller nya laserapplikationer skiljer sig från framförallt våra tyska kollegors. Dessa anför nästan uteslutande ökad produktivitet [och möjligtvis också reducerad fabriksyta] som argument för införande av laserteknik. På Volvo har vi svårt att se lönsamheten i detta. Dels ser vi inte att lasersvetsningen skulle vara cykeltidskritisk då det finns andra svetsoperationer i processflödet som utgör "flaskhalsarna", dels har vi en redan befintlig industriell struktur, vilket begränsar motiven för att spara yta i våra fabriker.

Därför bygger vi vår strategi mer utifrån ett konstruktivt tänkande där vi väljer att utnyttja laserns unika fördelar, vilket ger oss möjlighet till helt nya geometriska utformningar av karosstrukturen. I motsats till våra konkurrenter, vars "laserlösningar" skulle vara fullt möjliga att punktsvetsa, kommer Volvo i stället att begränsa sin lasersvetsning till sådana lösningar som geometriskt sett är helt omöjliga att punktsvetsa. Detta kommer med all önskvärd tydlighet att framgå i våra kommande produkter. Vi har också kunnat konstatera att nya plåtmaterial som TRIP [TRansformation Induced Plasticity], CP [Complex Phase] såväl som martenisitiska och varmformade stål sätter metallurgiska begränsningar då det gäller punktsvetsbarheten. Även här kan vi se lasersvetsningen som en lösning på problemet, en synpunkt som jag vet delas av min gode vän och kollega Hans Hornig på BMW.

Various Laser Processing for the New Volvo S80 Luxury Sedan

Rapport från 8th European Automotive Laser Application Conference
Bad Nauheim - Frankfurt a.M, 30–31 Januari 2007

av Johnny K Larsson & Niclas T Palmquist, Volvo Cars

Vid den traditionella, årliga EALA-konferensen i Bad Nauheim hade vi på Volvo Cars denna gång valt att presentera laserapplikationerna för vårt senaste flaggskepp S80, en modell som började produceras i Torslanda-fabriken under våren 2006. Detta gjorde vi under rubriken "Various Laser Processing for the New Volvo S80 Luxury Sedan", och som vanligt genomförda jag och min kollega Niclas Palmquist en delad redovisning där Niclas tog sig an de mer tillverkningstekniska aspekterna medan jag fokuserade på de valda laserapplikationerna utifrån en konstruktiv synvinkel.

Med begreppet various [= mångskiftande] ville vi visa på att denna modell faktiskt använder sig av laserteknik i såväl pressverket i Olofström som karosfabriken och slutmonteringen i Torslanda, men mera om detta lite längre fram.

Volvo S80 var faktiskt den första produkt som byggdes

på den men Ford of Europe [FoE] och Jaguar/LandRover [JLR] gemensamt utvecklade EuCD-plattformen, där CD är en form av storleksangivelse och Eu indikerar att det rör sig om en Europa-baserad konstruktionslösning. S80 följdes senare under 2006 av Ford-modellerna S-Max och Galaxy, och under innevarande år introduceras Ford Mondeo [4- och 5-dörrarsvarianter] samt Volvo V70 och V70XC. Samtliga dessa modeller utnyttjar sagda plattform, men vi har inte nöjt oss med detta utan även lyckats smyga in en LandRover-modell, nämligen Freelander [projektbeteckning L359]. Detta innebär att vi totalt kommer att producera 1,5 miljoner bilar per år byggda på EuCD-plattformen. Utvecklingsarbetet som inneburit en harmonisering av de olika företagens egenskapskrav och produktionsfilosofier har varit nog så lärorikt och utmanande, även om det tidvis även kunde kännas synnerligen "jobbigt". S80 är en förhållandevis stor bil med en totallängd på nästan 5 meter och en hjulbas på 2 835 mm. Om man jämför med föregångaren från 1999 kan



Figur 1. Interiör bild från laserlödcellen i Olofström för tillverkning av den delade ytterpanelen till bakluckan. Längst ner till höger en detalj av den synnerligen högkvalitativa lödfogen.

Tabell 1. Förekommande fogmetoder på Volvo S80.

	S80 Generation I [1999]	S80 Generation II [2006]
Punktsvetsar [antal]	4 312	3 672
Lasersvetsning [mm]	2 400	4 640
Laserlödning [mm]	0	1 110
Smältsvetsning [mm]	4 808	5 814
Strukturlimning [mm]	0	32 627
Svetskitt [mm]	34 290	30 366
Vibrationsdämpande lim [mm]	700	600



Figur 2. Längst till höger en interiörbild från lasersvetsstationen 55-080 i Torslanda. Ovan till vänster svetsning av tak till karossida med en enkel tryckrulle och därunder svetsning i bakruteöppningen med hjälp av dubbla rullar.



Figur 3. Omfattningen av lasersvetsning på nya Volvo S80.

man konstatera att de fogmetoder som ökat mest är lasersvetsning och strukturlimning, samt att laserlödning har tillkommit [Tabell 1 sid 29].

Att prata om limning på en laserkonferens kan ju tyckas vara som "att svära i kyrkan", men jag ville gärna få upp ärendet till debatt eftersom det för mig som konstruktör känns meningsfullt att göra jämförelsen mellan de båda kontinuerliga fogmetoderna lasersvetsning och strukturlimning. Volvo Cars har formulerat en produktstrategi som klargör för konstruktören i vilka områden på karossen de största egenskapsvinsterna finns att hitta vid användning av respektive metod. Strukturlimningen i S80 förekommer främst i golvstrukturen där den bidragit till en avsevärd ökning av krockprestanda [S80 rankas med 5 stjärnor i såväl EU-NCAP som US-NCAP och har utsetts till bästa bil beträffande sidokrockegenskaper av ansedda IIHS], utan att fördenskull öka karossvikten. Den senare har tvärtom minskat med 12 kilo jämfört med föregångaren. Strukturlimningen bidrar också till en förbättrad global torsionsstyvhet, från 17,7 kNm/deg [gamla S80] till 25,1 kNm/deg. För den som vill veta ännu mer om de innovativa konstruktionslösningar som

S80 uppvisar ber jag att få hänvisa till min artikel i tidningen "Svetsens" jubileumsnummer 2006.

Om vi följer tillverkningskedjan för en kaross känns det naturligt att börja i pressverket i Olofström där man i den s.k. "Södra fabriken" sätter samman bakluckan. P.g.a. ett extremt designspråk visade det sig vara omöjligt att tillverka ytterpanel till luckan i ett enda stycke, utan man tvingades lägga in en s.k. "split-line". För att skapa en visuellt acceptabel sammanfogning av dessa synliga ytor valde Blekinge-kollegorna att satsa på laserlödning. Den ur säkerhetssynpunkt helt inkapslade lödstationen [Fig. 1] innehåller en 4 kW lampumpad Nd:YAG-laser med fiberoptik och möjlighet till två separata arbetsstationer. Detta med tanke på att ha tillgänglig kapacitet då produktionsvolymen ökar eftersom kommande sedan-modeller i Volvo-programmet kommer att ha en liknande lösning för bakluckornas ytterpanel. Varje arbetsstation är försedd med ett rotationsbord så att detaljerna för en baklucka kan laddas och fixeras utanför lasercellen medan en annan lucka samtidigt laserlöds.

Ungefär 2,9 kW uteffekt används för lödoperationen, och laserstrålen distribueras till lödverktyget via en 600 μm optisk fiber. Med en 200 mm fokallängd defokuseras strålen så att den har en brännfläck på arbetsstycket som är 2,6 mm i diameter. Detta räcker för att ge den energitäthet som behövs vid laserlödning för att smälta den 1,0 mm grova tillsatstråden av CuSi3-legering. Tråden förvärmis i verktygets munstycke och matas med en hastighet av 2,8 m/min. Den optimala framföringshastigheten är 3 m/min för att leverera en för processen lämplig sträckenergi. Denna lödningshastighet resulterar i 38 sekunders cykeltid för operationen. I- och urladdning av

plåt detaljerna sker manuellt, och så också den visuella kvalitetsavsyningen. Alla bakluckor kontrolleras mot vår interna kravstandard VCS 5660,59, vilken bl.a. specificerar antal och storlek på olika löddefekter såsom ytbrytande porer och lödsprut.

I Torslandas karosfabrik lasersvetsas taket på plats i den numera klassiska stationen 55-080 [Fig. 2]. Denna är ju sedan tidigare utrustad med två stycken 4 kW Nd:YAG-lasrar HL4006D från Trumpf och två stycken ABB robotar 6600-2.8. Vardera roboten manipulerar ett WT03ST-verktyg från Permanova Lasersystem, vilka är utrustade med såväl fogföljningsoptik som dubbeltryckrullar med 600 N klämkraft. Dessutom är verktygen försedda med vridoptik, "equilizing"-funktion, övervakning av skyddsglas, crossjet med högt gasflöde samt vattenkylda munstycken.

Cykeltiden i stationen är 59 sekunder och under denna tidsrymd svetsas taket runtom samt dräneringskanalens koppling till bakskärm [Fig. 3]. På långsidorna rör det sig om kantsvetsning med fogföljning och med endast en av tryckrullarna aktiv. Svets hastigheten ligger på 6,5 m/min och fogen avtätas i målerifabriken med samma kostnadseffektiva PVC-lösning som förekommer på S40- och XC90-modellerna. I fram- och bakkant fälls den andra tryckrullen ut så att man trycker från båda sidor vid denna överlappssvetsning. I takets framkant rör det sig faktiskt om ett treplåtsförband [takpanel/övre tvärbalk/undre tvärbalk] och av förklarliga skäl går då svets hastigheten ner till 4 m/min, att jämföras med 6 m/min som används i bakkantens tvåplåtsförbindning. Slutligen, den 30 cm långa lasersvetsen i dräneringskanalen utförs som en kantsvets med en hastighet på 4 m/min.

Längre fram i karosfabrikens flöde hittar vi station 62-100, en skärstation utrustad med en nyinskaffad Yr:YAG-disklasrar från Rofin Sinar med modellbeteckning DSx75HQ. Laserstrålen kan växlas mellan två IRR2440-robotar från ABB, vardera bestyckad med ett CT-skärverktyg, med integrerad skrotbitshantering, från Permanova. Mölndalskollegerna har som synes på nytt valts som "prime-supplier" av laserverktyg även om installationsansvaret för just denna cell lagts i händerna på KUKA Automation. På S80-modellen är det endast två referenshålsplåtar i bakre sidodörrsöppningarna som laserskärs bort [Fig. 4]. Detta tar endast 32 sekunder, något som indikerar att det finns extra kapacitet inom den totala cykeltiden på 67 sekunder. Detta kan komma nog så väl till pass då det blir dags att introducera andra EuCD-modeller där en mer omfattande varianthålskärning är att förvänta.

Slutligen kan vi konstatera att lasertekniken nu också hittat vägen in i Torslandafabrikens slutmontering. Här



Figur 4. Processimulering för att optimera åtkomsten vid laserskärning av referenshålsplåtar i bakre sidodörrsöppningarna.

är det frågan om två mindre märklasar, LabelMarker E, från Rofin Sinar. Dessa identitetsmärker etiketter som monteras på olika ställen i bilen [Fig. 5]. Kraven på unik, icke-kopierbar märkning av produkter, och inte minst då personbilar, ökar med tanke på spårbarhet och olika säkerhetsaspekter. Därför är det knappast någon alltför vågad gissning att tro att denna typ av lasermärkning kommer att öka hos Volvo i framtiden.

Efter vår presentation var det glädjande att kunna konstatera den respekt för Volvos produkter som våra tyska och franska kollegor uppvisar. Vi tycks på nytt ha kunnat sätta ner foten och kan idag hävda att Volvo Cars är det företag som på bästa sätt, ur såväl produkt- som tillverknings synpunkt, lärt sig att ta till vara laserteknikens unika möjligheter. Det var skönt att känna att vi tagit tillbaka förlorad mark, och nu kan föra arvet från vår "world's first" taklasersvetsning på 850-modellen vidare till nya, spännande höjder!



Figur 5. Rofin Sinars märklasar LabelMarker E (t.v.) som används för unik märkning av etiketter i slutmonteringsfabriken. En utmärkt lösning för att sätta stopp för "piratkopiering"!

Standarder för lasersvetsning och besläktade förfaranden

av Mathias Lundin, Svetskommissionen

Med svetsstandarder menas horisontella (processbundna) till skillnad från vertikala (produktbundna) standarder. Arbetet med standarder som behandlar lasersvetsning och besläktade förfaranden bedrivs primärt inom ISO/TC 44/SC 10/WG 2 "Laser beam processing" och WG 4 "CO₂-laser machines". Med besläktade förfaranden menas termisk skärning, termisk sprutning, lödning och andra till svetsning besläktade bearbetningsmetoder.

Inom ISO/TC 44/SC 10 har även beslutats att bilda en arbetsgrupp (WG) för standardisering av Laserhybridsvetsning. Sverige har fått erbjudande om att leda detta arbete. Arbetet kommer att ske genom komplettering i, eller nya standarder som bygger på, existerande svetsstandarder. Följande områden har givits av SC 10:

- Kvalitetsnivåer för diskontinuiteter och formavvikelser (Svetsklasser) – Tillägg i befintlig standard ISO 5817 (också beakta ISO 13919-1)

- Svetsdatablad (WPS) – Ny standard baserad på ISO 15609-1 och -4
- Svetsprocedurkontroll (WPQR) – Tillägg i befintlig standard ISO 15614-1
- Rekommendationer för svetsning – Ny standard baserad på ISO/TR 17671 (EN 1011)
- Rekommendationer för fogutformning – Tillägg i befintlig standard ISO 9692-1

Svetskommissionen och Lasergruppen diskuterar för närvarande att sätta samman en särskild arbetsgrupp (AGS 452 "Laserbearbetning") för bakgrundsarbetet med standardiseringen inom området.

Nedan visas ett urval av standarder inom olika områden av laserbearbetning. SS-EN 1011-6 ger rekommendationer med referenser för olika aktiviteter. SS-EN ISO 15609-4, 15614-7 och 15614-11 beskriver procedurprov och fastställandet av svetsdatablad. SS-EN ISO 13919 anger kvalitetsnivåer (svetsklasser).

Rekommendationer för svetsning

SS-EN 1011-6 Svetsning – Rekommendationer för svetsning av metalliska material Del 6: Laser svetsning

Procedurkontroll

SS-EN ISO 15609-4 Specifikation för och kvalificering av svetsprocedurer för svetsning av metalliska material – Svetsdatablad (WPS) – Del 4: Lasersvetsning (ISO 15609-4:2004) (som ersätter EN ISO 9956-11:1996)

prEN ISO 15614-7 Specifikation för och kvalificering av svetsprocedurer för svetsning av metalliska material – Svetsprocedurkontroll – Del 7: Påsvetsning

SS-EN ISO 15614-11 Specifikation för och kvalificering av svetsprocedurer för svetsning av metalliska material – Svetsprocedurkontroll – Del 11: Elektronstråle- och lasersvetsning

Kvalitet

SS-EN ISO 9013 Svetsning och besläktade metoder – Kvalitetsklassificering och dimensionstoleranser för termiskt skurna (med oxygen/bränngaslåga) ytor (ISO 9013:2002)

SS-EN 12584 Diskontinuiteter och formavvikelser hos bränningskurna, laserskurna och plasmaskurna snitt – Terminologi

SS-EN ISO 13919-1 Svetsning – Elektronstråle- och lasersvetsade förband – Riktlinjer för kvalitetsnivåer för diskontinuiteter och formavvikelser - Del 1: Stål (ISO 13919-1:1996)

SS-EN ISO 13919-2 Svetsning – Elektronstråle- och lasersvetsade förband – Riktlinjer för kvalitetsnivåer för diskontinuiteter och formavvikelser - Del 2: Aluminium och dess svetsbara legeringar (ISO 13919-2:2001)

Provning

prEN xxxxx¹ Non destructive examination of welds – Ultrasonic methods – Examination of electron and laser beam welds in steels

ISO 22826² Destructive tests on welds in metallic materials -- Hardness testing of narrow joints welded by laser and electron beam (Vickers and Knoop hardness tests)

Utrustning

SS-EN ISO 11145 Lasrar och lasertillbehör - Ordlista och symboler (ISO 11145:2001)

SS-EN ISO 11146 Lasrar och lasertillbehör - Provningsmetoder för laserstrålens parametrar - Strålbredd, divergensvinkel och strålpropagationsfaktor (ISO 11146:1999)

SS-EN ISO 11554 Lasrar och lasertillbehör - Provningsmetoder för bestämning av laserstrålens egenskaper (ISO 11554:2003)

SS-EN ISO 13694 Lasrar och lasertillbehör - Provningsmetoder för energitäthetsfördelning hos laserstrålar (ISO 13694:2000)

SS-EN ISO 14744-1 Svetsning - Kontroll för godkännande av utrustningar för elektronstrålesvetsning - Del 1: Principer och förutsättningar för god kännande (ISO 14744-1:2000)

SS-EN ISO 14744-2 Svetsning - Kontroll för godkännande av utrustningar för elektronstrålesvetsning - Del 2: Mätning av accelerationsspänning (ISO 14744-2:2000)

SS-EN ISO 14744-3 Svetsning - Kontroll för godkännande av utrustningar för elektronstrålesvetsning - Del 3: Mätning av strålström (ISO 14744-3:2000)

SS-EN ISO 14744-4 Svetsning - Kontroll för godkännande av utrustningar för elektronstrålesvetsning - Del 4: Mätning av svets hastighet (ISO 14744-4:2000)

SS-EN ISO 14744-5 Svetsning - Kontroll för godkännande av utrustningar för elektronstrålesvetsning - Del 5: Mätning av positioneringsnoggrannhet (ISO 14744-5:2000)

SS-EN ISO 14744-6 Svetsning - Kontroll för godkännande av utrustningar för elektronstrålesvetsning - Del 6: Mätning av stabilitet hos brännpunkten (ISO 14744-6:2000)

SS-EN ISO 15616-1 Svetsning - Acceptansprovning för CO₂-lasermaskiner för högkvalitetssvetsning och skärning - Del 1: Allmänna principer och acceptansvillkor (ISO 15616-1:2003)

SS-EN ISO 15616-2 Svetsning - Acceptansprovning för CO₂-lasermaskiner för högkvalitetssvetsning och skärning - Del 2: Mätning av statisk och dynamisk noggrannhet (ISO 15616-2:2003)

SS-EN ISO 15616-3 Svetsning - Acceptansprovning för CO₂-lasermaskiner för högkvalitetssvetsning och skärning - Del 3: Kalibrering av mätinstrument för gasflöde och tryck (ISO 15616-3:2003)

SS-EN ISO 22827-1 Svetsning - Acceptansprovning för Nd:YAG-lasersvetsmaskiner - Maskiner med överföring via optisk fiber - Del 1: Laseraggregat (ISO 22827-1:2005)

SS-EN ISO 22827-2 Svetsning - Acceptansprovning för Nd:YAG-lasersvetsmaskiner - Maskiner med överföring via optisk fiber - Del 2: Mekanism med rörliga delar (ISO 22827-2:2005)

Fotnot: 1 – projekt som leds av CEN/TC 121/SC 5, har inte tilldelats något nummer än.

2 – ej fastställd som svensk standard.

Upprop till medlemmarna i Lasergruppen om medverkan i standardiseringsarbetet. Följande efterfrågas:

Medlemmar till AGS 452 "Laserbearbetning" för bakgrundsarbete till europeiska (EN) och internationella (ISO) standard för publicering som svensk standard. Medverkan i detta arbete ger dig kunskap, påverkansmöjligheter, förhandsinformation, förståelse samt tillgång till standarder, förslag och ett kunnigt nätverk.

Convenor (ordförande/sekreterare) samt några exper-

ter till ISO/TC 44/SC 10/WG xx "Hybrid welding" som Sverige har blivit ombedd att leda. För medverkan i standardiseringsarbetet inom svetsområdet krävs medlemskap i Svetskommissionen respektive SIS.

Kan Du tänka dig att medverka i någon av dessa grupper kontakta Per Westerhult på Lasergruppens kansli, tel: 08 791 29 37.

ANNONS:



Kursen ger dig ingående teoretiska och praktiska kunskaper om lasersvetsning så att du kan analysera och utvärdera potentialen för lasersvetsning i dina applikationer och genomföra lasersvetsprojekt. Ett internationellt diplom, EWF-diplomet, garanterar en utbildning av hög internationell kvalitet som ökar dina karriärmöjligheter inom svetsområdet. Kursen ges av Luleå tekniska universitet i samarbete med Svetskommissionen. **Målgruppen är** svetsingenjörer, produktionstekniker, konstruktörer samt utvecklingsingenjörer/-tekniker.

Kontakta

Hans Engström, Luleå tekniska universitet, för kursinformation.
E-post: hans.engstrom@ltu.se
Tel: 0920-49 12 69

LULEÅ
TEKNISKA
UNIVERSITET

Air Liquide ger fart åt produktiviteten



Lasern är bara en av flera länkar i en stark kedja. En noggrann och kontinuerlig produktion handlar nämligen också om den rätta gasen, den kompetenta leverantören och den engagerade servicen.

När du använder LASAL-gaser från Air Liquide får du en rad olika fördelar som underlättar och säkerställer din produktion. Gaser och emballage är specialdesignade för att garantera stabilitet och kontinuitet i din process. Men Air Liquide har inte bara rätt gas – vi är också rätt partner när det gäller teknisk rådgivning, installation, utrustning och tjänster.

Vi besöker dig gärna och förklarar hur du kan ha nytta av oss. Kontakta Stephan Boëthius på **040-38 10 00** för att bestämma en tid.



Laserkalendarium 2007

Maj

- 8 Lasernytt nr 1
- 10 Laserdag I, Årsmöte Lasergruppen
Tema: Nya laserkällor
GETRAG All Wheel Drive AB,
Köping
Per Westerhult

Juni

- 18-21 World of Photonics, München
www.world-of-photonics.net

Augusti

- 20-22 NOLAMP 11
11th Nordic Laser Materials Processing
Conference, Lappeenranta, Finland
www.nolampjoin2007.fi
- 22-24 Lasergruppens studieresa i Finland
Per Westerhult

September

- 20-22 EWF Specialkurs Lasersvetsning
Kursen pågår september - december, Luleå
- 27 Kurs: "Laserteknik - Möjligheternas
teknik" Pepab Produktionspartner AB,
Söderhamn
Per Westerhult

Oktober

- 5 Lasernytt nr 2
- 11 Laserdag II. Plats ej bestämd.
Per Westerhult

November

- 15 Workshop - Lasersvetsning
ESAB AB, Göteborg
Per Westerhult

December

- 15 Lasernytt nr 3

Nya medlemmar i Lasergruppen

Konga Bruk AB

362 40 Konga
Kontaktperson: Claes Strindeman
Tel. 0477-454 00
E-post: claes.strindeman@kongabruk.com
www.kongabruk.com
Konga bruk tillverkar chassikomponenter till tung for-
donsindustri

Westinghouse Electric Sweden AB

721 63 Västerås
Kontaktperson: Thomas Nilsson
Tel: 021-347 691
E-post: thomas.nilsson@se.westinghouse.com
www.westinghousenuclear.com

Westinghouses verksamhet är bränsle och underhåll till
kärnkraftindustrin.

Duroc Rail AB

Kontorsgatan 37
973 42 Luleå
Kontaktperson: Olof Nilsson
Tel: 0920- 354 14
E-post: olof.nilsson@duroc.se
www.duroc.se
Duroc Rail arbetar med laserhybridsvetsning av hög-
hållfast plåt samt underhåll av järnvägshjul.

*LaserNytt hälsar Er välkomna till Lasergruppen och ser
fram emot ett givande samarbete*