

AG 41b - Aluminium

Utsänt till: H Larsson, J Andersson, Barkman, Boëthius, Brundin, Ekman, Gudmundsson, Hannerz, Hedegård, Källman, LG Larsson, Levänen, Lindahl, Lundin, Mattson, Mohlkert, Nerman, Norinder, Ogeman, Rigdal, Runnerstam, Wattman, samt för kännedom till: Pekkari.

Protokoll

nr 26

fört vid sammanträdet **den 7 februari 2002** hos AirLiquide i Surahammar.

Närvarande: Helena Larsson (ordf), Lars Barkman, Stefan Boëthius, Ragnar Gudmundsson, Lars Källman, Lars-Georg Larsson, Harri Levänen, Mathias Lundin, Solveig Rigdal.

- Mötets öppnande
Ordföranden hälsade alla välkomna och tackade Stefan Boëthius för att inbjudan till AirLiquides luftgasfabrik samt öppnade mötet.
- Godkännande av dagordningen
Med anledningen av att ordföranden väntar barn och därmed kommer att avgå under året kommer ny ordförande att diskuteras under övriga frågor. Dagordningen godkändes.
- Val av sekreterare
Mathias Lundin valdes till mötets sekreterare. Punkten tas bort från kommande dagordningar och Mathias fungerar som ständig sekreterare i fortsättningen.
- Föregående mötes protokoll (nr 26)
Mötet tackade än en gång Ragnar Gudmundsson för hans förträffliga rapportering från Essensmässan som bifogades föregående protokoll som komplettering till punkt 5. Protokollet godkändes och lades till handlingarna.
- Temaföredrag – Skyddsgasens inverkan på svetsresultatet och högre gaser vid bland annat titansvetsning. Ragnar Gudmundsson

Titan:

Tekniska data för titan jämfört med stål och aluminium:

	Al (99,9%)	Stål (0,15% C)	Zn	Ti
Densitet [kg/m ³]	2690	7800	7140	4510 (ca 2 ggr Al)
Smältpunkt [°C]	660,37	1523	419,4	1670
Kokpunkt [°C]	2057	2400	906	3260
Elasticitetsmodul [N/mm ²]	70000	210000	90000	106000
Längdutvidgning [°C ⁻¹]	23,8x10 ⁻⁶	11,5x10 ⁻⁶	26,7x10 ⁻⁶	8,41x10 ⁻⁶
Värmeledningsförmåga [W/m°C]	225	59	110	19
Värmekapacitet [J/kg°C]	896	460	385	522
Resistivitet [nΩm]	28	140	58	
Oxider	Al ₂ O ₃	FeOOH (rost)	ZnO	
Smälttemperatur [°C]		<1500	1300	
Sublimeringstemp [°C]	2037			

Ex. längdutvidgning: 1m aluminium som uppvärms 100 °C förlängs 2,3 mm motsvarande för titan 0,8 mm.

Titan har varit kommersiellt tillgänglig i ca 50 år. Används dock inte i bilindustrin. Titan har hög affinitet till oxygen. Titantetraklorid är vanligt förekommande i jordskorpan. Reduceras med metalliskt magnesium/natrium.

Fördelarna med Titan är ett utmärkt korrosionsmotstånd (bättre är rostfritt), relativt låg längdutvidgningskoefficient och densitet, kan användas i låga temperaturer (20 °K). Oskyddad Ti oxiderar snabbt vid alla temperaturer.

Rekommendationer för svetsning: Titan måste skyddas av en inert atmosfär vid värmning > 260 °C (t.ex. svetsning) för annars blir det sprött (bildar interstitiella faser). Använd mycket rena skyddsgaser och bibehåll gasskyddet efter avslutad svetsning (tills temp < 260 °C). Vid 260 °C börjar oxid tillväxa och vid 650 °C är oxidbildningen betydande.

Uppvärmad Titan (grund och tillsatsmaterial) får inte utsättas för O₂. En lätt bronsfärg indikerar en liten mängd, blå en stor mängd och vit en helt oacceptabel mängd föroreningar. Ingen av dessa nivåer är önskvärda men den lägsta kan accepteras om den avlägsnas.

Rengöring: Oxider avlägsnas mekaniskt/borstning, vanligt vatten får inte förekomma. Rengöring med aceton (eventuellt efter avfettning och betning). Avjoniserat vatten kan användas efter rengöring (betning) med fluorvätesyra. Oxiderna återbildas inte på samma sätt som för aluminium. Klorider kan gynna uppkomsten av spänningskorrosion. Kolväten ger spröda svetsar.

Titan är förhållandevis lättsvetsad OM: Max 34 ppm H₂O (-51 °C) finns i skyddsgasen (dock rekommenderas lägre halt H₂O). Den totala mängden föroreningar i skyddsgasen är låg. Samma legering för tillsatsmaterial som för grundmaterialet används. Om undermatchande svets är tillåten kan olegerad elektrod användas.

Egenskaper: Fe > 0,3%, O₂ > 0,2%, C > 0,1%, H₂ > 0,015% och N₂ > 0,5% gör Titan sprött (O₂, C, H₂ och N₂ bildar interstitiella faser). Mängden varierar mellan olika legeringar. O₂ < 0,3% och N₂ < 0,5% höjer hållfastheten, men större halter förstör. Hög hållfasthet (f_{rk} 250 till > 900 MPa). Aluminium är det vanligaste alfafas legeringselementet. Sn (tenn), Zr (zirkonium), Mo (molybden), Pd (palladium), V (vanadin), Ni, Nb, Si och Cr är några betafaslegeringselement. Pd (Palladium) används för att höja korrosionsmotståndet. Alfafaslegeringar kan åldras i temperaturer på 480-595 °C. Liksom stål vill man ha det så finkornigt som möjligt. Man kan dock inte göra som stål utan betafas legeringar deformationshårdas och anlöps. Värmebehandlingen är olika för olika legeringar.

O och H ger mikroporer och hydrogen gör titan sprött och initierar sprickor. Sprickorna kan uppkomma lång tid efter svetsning.

De lådor som används för titansvetsning har en sintrad botten för att få ett gasflöde utan turbulens. Detta måste underhållas. Alla gaser eftersträvar samma partialtryck var och en för sig (tur, annars skulle luften skicka sig). Ex. för ett utrymme som är tomt på syre strävar syret att fylla området oavsett vilken gas som redan finns där.

TWI har provat FSW svetsning i Titan. Problemet är samma som för stål att få verktyget att hålla.

Skyddsgasen och dess renhet:

Skyddsgasens främsta uppgift är att skydda mot luftens inverkan (främst O₂ men även N₂) på ljusbåge, tillsatsmaterial, elektrod (även volframelektrod vid TIG-svetsning), smälta och stelmande material.

Skyddsgasen är viktig för svetsprocessen med avseende på bågstabilitet. Ren CO₂ ger en ganska orolig ljusbåge. Vid MIG/MAG svetsning måste man ha en aktiv komponent i skyddsgasen, dock ej nödvändigt vid TIG-svetsning. Vid svetsning av Titan krävs ren Ar eller Ar/He (går det inte att svetsa Ti med MIG?). Skyddsgasen är även viktig för jonisering av, värmeledningsförmågan i och energin i ljusbågen.

Skyddsgasen påverkar därmed energiöverföringen i ljusbågen, inträngningen, materialtransporten, svetsens och ytutseende (ex. argonfinger, kan lättare missa fogen), uppkomsten av svetsfel, svetssprut samt mekaniska egenskaper i svetsgodset.

Även arbetsmiljö påverkas. Blandar man in lite He förändrar detta våglängden för bildandet av ozon som minskar i området kring ljusbågen.

Man måste ha tillräcklig renhet vid ljusbågen. Undvik därför föroreningar vid inkoppling av gasen, defekta slangar (eller slangar av olämpligt material) och drag. Använd även rätt gasflöde och avstånd mellan gaskåpa och grundmaterial. Beakta risken för fukt från vattenkylning och glöm inte att rensa gaskåpan.

Gasers relativa densitet till luft (samt antal % i luft): Ar – 1,380 (1%), He – 0,138, CO₂ – 1,529, O₂ – 1,105 (21%), N₂ – 0,968 (78%) och H₂ – 0,070. He väger som synes 1/10 så mycket som Ar.

CO₂ tillsatser i Argon ger bättre bågstabilitet, ökad viskositet för smältan, minskad risk för porositet, ökat svetssprut vid höjda halter samt påverkan på inträngningens form (bredare och lite grundare).

O₂ tillsatser i argon medför bättre bågstabilitet än med CO₂, minskad viskositet för smältan, större risk för porer än med CO₂, mer finfördelat svetssprut än med CO₂, ett litet globulärt område (bladbågsområde).

Blandas skyddsgasen med någon förorening tänds bågen lättare vid t.ex. TIG-svetsning. Ljusbågen består egentligen av en tunn "elektronstråle" som träffar en punkt på smältan genom att ta lättaste vägen genom bågen. Bågtrycket gör att denna punkt sjunker undan och det blir ett annat ställe på smältan som "blir målet för den enklaste vägen" (avståndet). Ett oxidskikt på smältbadet gör att "elektronstrålen" stannar längre på ett ställe innan den flyttar sig eftersom oxidskiktet verkar isolerande och elektronstrålen gärna stannar vid det "hål" som den tidigare bildat. Detta ger en stabiliserande effekt eftersom elektronstrålen inte far runt lika mycket.

1% O₂ tillsats för svetsning av aluminium har testats av bl.a. FORCE med goda resultat. Svetsen blir renare och får bättre utflytning.

6. Kommande Temadagar – Fogning av aluminium

Temadagarna är sedan sist tidsbestämda till 10-11 september. Sekreteraren delade ut Kursverkets Kurskatalog. Utkastet till program genomgicks och en uppdaterad version **bifogas**.

Diskussion om tidigare temadagar i Västerås och med besök hos dåvarande Hydro Automotive Structures. Med tanke på att aktiviteter (aluminium) i Köpenhamn och Göteborg nyligen förekommit ansågs Västerås som ett bra alternativ. Passar enligt Harri bra i tiden för Hydro. Man har mycket nytt, bl.a. tre eller fyra robotceller med aluminiumsvetsning. Motoman-cell för tillverkning av en hjälpram till Porsche. En ABB-cell med tillverkning av bränslepåfyllningsrör. Sex robotceller där det svetsas 6 miljoner kraschboxar till Audi, Mercedes, BMW, Opel, Renault. Dessutom tillverkas ett antal stag till BNW och Audi. Med mera tillverkning i aluminium. Om vi har tur kan vi i september se ett helt nytt BMW koncept för kraschbox. Kan även göra en föreläsningsdel ute hos Hydro.

Intresset för svetsövervakning ökar. Evert Hagslätt från Svetsmästaren i Göteborg kan föredra. Är viktigt att det är en bred översikt och inte firmaspecifikt. Kan utgå ifrån de celler som finns på Hydro.

Arbetsmiljö endast om det finns något nytt, annars kan Staffan Mattson ta det som någon del av sitt föredrag.

Standarder bör ingå med genomgång av bl.a. procedurer och personal.

FSW bör kanske ha en egen föredragande/föredrag.

Övriga möjligheter till företagsbesök är Rampus Aluminium i Hella industriområde utanför Västerås tillverkar handikappramper till byggnader och bilar samt Skultuna Metallsvets kör lego till högspänningsöverföringar. Man tycker dock att Hydro-besöket på en halv dag räcker.

Telefonmöte för genomgång av det reviderade förslaget bestämdes till 6 mars kl 9.30 (OBS! har senare flyttats). Sekreteraren gör en uppställning med tidsförslag på innehållet.

7. Standardisering

Mathias gick igenom uppställningen över standarder på aluminiumsvetsområdet. Se **bifogad** uppställning. SS-EN 13919-2 och SS-EN ISO 9692-3 är publicerade under hösten 2001. Revisionen av EN 287-2 (prEN ISO 9606-2) fortgår och tas upp på möte med CEN/TC121/SC2 i mars. Man behöver dock en stabil version av svetsarprövningsstandarden för stål (revisionen av 287-1).

8. Rapportering från respektive bevakningsområde

Checklista/komplettering till tidigare behandlade punkter. Det finns en modifierad AlSi5 som används mycket i lägre Si och mycket Magnesium för att det skall svara bättre mot värmebehandling. Säljs stora mängder svetstråd till tyska bilindustrin. 18 ton i MaratonPac om året till Mercedes. Solveig kollar vidare. Det diskuterades om man lärt sig att linda ned aluminiumtråd i MaratonPac.

Lars-Georg berättade om ett katamaranbygge i St Petersburg som han är inblandad i. Skrov i 4212-legering som TIG-svetsas. Bärplan av Titan i fören för högre fart, 55 knop. Bärplanet kompenseras med avancerad reglerteknik för vågvariationerna. Skall fungera som passagerarbåt mellan Helsingfors och Tallinn.

Boktips för de som inte känner till den, "Welding Aluminium: Theory and Practice" av The Aluminium Association (ISBN 89-080539).

Nytt program med 4-500 kg robotar på väg fram för lyft av karrossdelar. Även simulering
På IM/Fogningscentrum pågår två aluminiumprojekt FSW av överlappsförband samt MIG-
aluminium där man utvärderar hållfasthetsegenskaper för MIG-svetsad överlapp m.a.p. olika in-
trängning, gaser, grundmaterial. Inträngningen har stor inverkan.

Professuren på KTH. Svetskommissionen leder i samarbete med andra lobbyingverksamheten
för en ny professur för området fogningsteknologi. Andra högskolor har också kontaktats. KTH
har velat ha 2 Mkr/år i 6 år från industrin för detta.

CEN har startat ett nytt projekt "Environmental checklist".

Ingen på mötet hade deltagit eller hört något om Nordiskt Aluminiumforum 2002 i Köpenhamn.
Alla ombads att kolla om det utkom något intressant där till nästa gång. "4th International Sympo-
sium on FSW" blir 2003 i Jacksonville.

9. Medlemsfrågor

Medlemslistan skickades runt (**bifogas**). Gruppens sammansättning anses god men deltagarna
ombuds tänka över eventuell komplettering.

10. Övriga frågor

Ordföranden meddelade att hon blir skall ha barn till sommaren och därmed måste sluta som
ordförande. Mötet hade inget förslag på ny ordförande. Det beslöts att sekreteraren kontaktar
några av gruppmedlemmarna för att få fram en kandidat inför nästa möte.

11. Nästa möte

Nästa möte planeras till **onsdagen den 11 september 2002** hos Hydro i Skultuna. Mötet börjar
ca kl 13 efter Temadagarnas företagsbesök.

Extra telefonmöte bestämdes angående "temadagar" bestämdes till 6 mars kl 09.30 (OBS! har
senare flyttats).

Ordföranden tackade för att vi fick komma till AirLiquide och avslutade mötet.

Fabriksvisning av AirLiquides Lufttgasfabrik i Surahammar av fabrikschefen Lars Åhlström:

Man har fler fabriker runt om i landet bl.a. Kista i Stockholm som körs från Surahammar via tele-
nätet. I Surahammar finns två produktionsenheter Sural 1 och Sural 2. Fabrikslagret omsätts en
gång per vecka. Man försöker lägga den här typen av anläggningar i närheten av stora använda-
re så att man kan använda pipelines.

Man spjälkar (destillerar) luft för att utvinna dess beståndsdelar. Tekniken bygger på beståndsde-
larnas kokpunkt. Man är rädd för CO₂ och fukt i processen.

Luften komprimeras först i flera steg med mellanliggande kylning (-5 grader) för att få bort fukt.
Detta räcker dock inte varför det kompletteras med en filtrering i en "molekylsikt" som bl.a. inne-
håller aktivt alumina (aluminiumoxid) som absorberar mycket fukt. Luften kyls sedan ner i en
värmväxlare av aluminium till -170 °C

Gasen leds sedan in i en kolon (5 bar) med en värmväxlare i toppen i vilken kväve kondenseras.
Längst ner hamnar "en sump" som innehåller Argon och Kväve. Koncentrationen är olika på olika
nivåer i kolonnen.

Ny destillation av sumpen ger Argon med ca 3 % kväve och ca 3 % syre. Detta renas sedan i en
separat process.

Destillationsprocessen producerar argon, kväve och syre. Gaserna kommer ut med en tempera-
tur under -183 °C. Mesta energin går åt till att skapa kyla. Något går också åt för komprimering av
luft. Man förbrukar ca 90 GWh. Denna process mer än halverar energiåtgången jämfört med äld-
re process. Man investerar nu 30 Mkr för ytterligare uppgradering av tekniken.

Lagertankar för kväve och syre är isolerade med 2 m perlit. Även tankbilarna är rullande termo-
sar.

Vad man upptäcker är att

CO₂ går inte att tillvarata i en sådan här process. Det finns industriprocesser som ger mycket ren
CO₂ som restprodukt. AirLiquide tillverkar dock CO₂ i Helsingborg och är Sveriges största tillver-
kare.

Argon är en bristvara idag och kapaciteten i Sverige räcker ej (import från Finland). Även Helium
köps i utlandet.

Exempelvis andningsoxygen skall ha en renhet på 99,5 % medan ståltillverkarna kräver minst 99,7 % och för svetsning behövs 99,9 %. Skillnaderna är mycket stora vad gäller destillationsprocessen. Det är en kostnadsfråga. Problemet är att analysera noggrannheten.

En laseranläggning för svart material ett skift förbrukar ca 4-5000 m³ oxygen per år (100 kkr). För rostfritt ökar åtgången 2-20 gånger. Dubbelfokus på linserna minskar munstyckets storlek vilket minskar gasmunstyckets storlek och därmed gasåtgången.

Skärning ökar ej men lasersvetsning ökar.

Vid protokollet

Mathias Lundin