

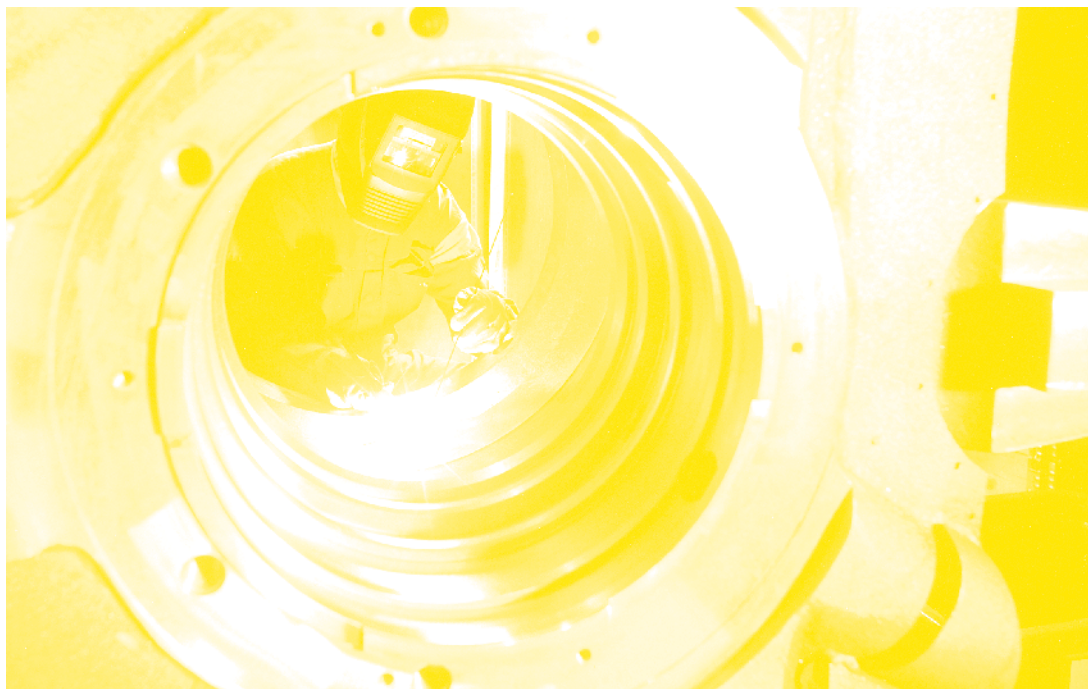


TIG-svetsning

Innehåll

| | | | |
|--|----|--|----|
| Inledning | 3 | Svetsfel | 18 |
| Historik | 4 | Fogberedning vid rörsvetsning | 20 |
| Allmänt om TIG-svetsning | 5 | <i>Väggfjockleken</i> | 20 |
| <i>TIG-svetsningens princip</i> | 7 | Tillsatsmaterial | 21 |
| <i>Varför använda TIG-metoden?</i> | 7 | <i>Olegerat och lålegerat stål</i> | 22 |
| Utrustning | 8 | <i>Rostfria och syrafasta stål</i> | 23 |
| <i>Strömkällan</i> | 8 | <i>Aluminium och dess legeringar</i> | 24 |
| <i>TIG-brännare</i> | 8 | <i>Övriga material</i> | 24 |
| <i>Gaskåpa</i> | 9 | Mekaniserad TIG-svetsning | 26 |
| <i>Elektrod</i> | 9 | <i>Historik</i> | 26 |
| <i>Skyddsgas</i> | 11 | <i>Tillämpningar</i> | 26 |
| <i>Argon</i> | 12 | <i>Fördelar med mekanisering</i> | 27 |
| <i>Helium</i> | 12 | Smalspaltssvetsning (Narrow Gap) | 28 |
| <i>Argon/Hydrogenblandning</i> | 12 | <i>Introduktion</i> | 28 |
| <i>Skyddsgasflöde</i> | 12 | <i>Generella rekommendationer</i> | 28 |
| <i>Gaslins</i> | 13 | <i>Summering</i> | 30 |
| <i>Skyddsgaser för TIG-svetsning</i> | 14 | <i>Svetsexempel</i> | 30 |
| <i>Rotgas</i> | 14 | Aluminiumsvetsning | 31 |
| <i>Gasskydd vid svetsning av titan</i> | 15 | <i>Aluminiumsvetsning med likström</i> | 31 |
| <i>Miljöaspekter</i> | 16 | <i>Exempel på aluminiumsvetsning</i> | 33 |
| Svetsparametrar | 17 | Sakordsregister | 35 |

TIG-svetsning

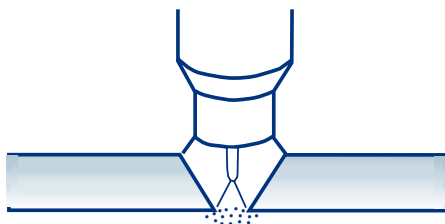


TIG-svetsningen är en smältsvetsmetod som fått sitt namn från den engelska benämningen Tungsten Inert Gas. Tungsten är den engelska benämningen på volfram, elektrodens material. Det är det gamla svenska ordet tung sten som används i engelskan. Inert syftar till gasen som är inert, inaktiv och inte deltar i svetsprocessen utan endast skyddar smältan och elektroden från luftens skadliga inverkan. Gasen påverkar även hur jonisationen av atmosfären i ljusbågen fungerar. Ett annat namn är GTAW som står för Gas Tungsten Arc Welding, alltså Gas-Volfram-Båg-Svetsning. I Tyskland används benämningen WIG, Wolfram Inert Gas. TIG-svetsningen utmärks framför allt av:

- Hög svetskvalitet
- Tunnväggiga material
- Allsidig metod, passar för många olika material
- Jämn och slät svets
- Inget sprut
- Goda toleranser
- Koncentrerad stabil ljusbåge
- Förhållandevis långsam metod, speciellt vid stora godstjocklekar
- Kan ibland svetsas utan tillsatsmaterial
- Ingen svetsrök
- Alla svetslägen
- Ingen slaggbildning
- Tillförd värme är oberoende av tillsatsmaterialet.

Historik

Svetsmetoden utvecklades i början av 1940-talet i USA för de svårsvetsade metallerna magnesium och aluminium. Det var behov inom flygindustrin som föranledde denna utveckling.



Den användes först med helium som skyddsgas. Senare övergick man till argon som är billigare och i vissa avseenden en bättre skyddsgas. Svetsningen utfördes ursprungligen med likström och med elektroden kopplad till pluspolen. Så småningom övergick man till att svetsa lättmetaller med växelström och senare andra material med elektroden kopplad till minuspolen.

I början användes ren grafit eller ren volfram som elektrodmaterial men det har skett en utveckling på det området och nu används legerade volframelektroder som har bättre egenskaper.

Skrapstart var i början en allmän metod för att tända ljusbågen, men på grund av risken för att få föroreningar i svetsgodset utvecklades HF-tändningen.

I början av 1950-talet var TIG-svetsningen helt accepterad som svetsmetod. Den är idag mycket utbredd i USA men något mindre vanlig i Europa. Tack vare sina många positiva egenskaper kommer TIG att vara en mycket viktig svetsmetod även i framtiden.

Under TIG-svetsningens första 20 år kallades den för argonsvetsning. Numera används argongas till ett flertal andra svetsmetoder. Argonsvetsning är därför ej ett entydigt namn på en svetsmetod.

Först användes TIG enbart för manuell svetsning men utvecklingen har hela tiden gått mot mer mekaniserade utrustningar. TIG används nu i robotar, rörskarvningsverktyg, tubinsvetsningsmaskiner och längdsvetsautomater för att nämna några exempel.

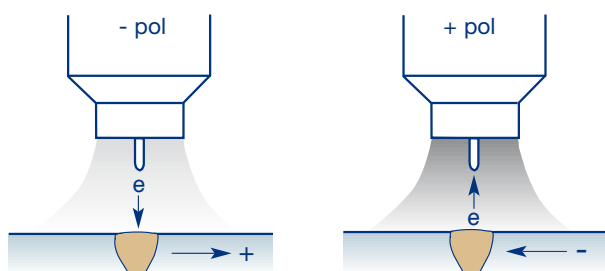
Utveckling sker också av strömkällor, automater och kringutrustningar så att processen kan användas i nya applikationer. Ny programvara för styrning av svetsprocessen möjliggör en mer kontrollerad svetsning.

Allmänt om TIG-svetsning

Vid TIG-svetsning bildas en ljusbåge mellan en icke smältande elektrod och arbetsstycket. Elektrod, ljusbåge, smälta och eventuell tillsatstråd skyddas mot inverkan av luft med hjälp av en inert (kemiskt inaktiv) skyddsgas, vanligen argon. Luften innehåller syre, kväve och fuktighet som inte får komma in i processen.

Det vanligaste är att man använder likström med elektroden kopplad till minuspolen, men för svetsning av lättmetaller används oftast växelström. Det är den oxiduppbrytande förmågan när elektronerna går från arbetsstycket till elektroden som eftersträvas vid svetsning med växelström. Brännaren kan även anslutas till pluspolen till exempel vid aluminiumsvetsning (för oxiduppbrytning) men det rekommenderas inte (man är tvungen att använda grova elektroder). Värme fördelningen vid likströmssvetsning fördelar sig så att ungefär 70% av effekten utvecklas vid pluspolen. Därför väljer man normalt att koppla elektroden kopplad till minuspolen och arbetsstycket till plus. Vid växelströmssvetsning blir fördelningen 50%-50%.

Vid normal likströmssvetsning med elektroden kopplad till minuspolen, DCSP (Direct Current Straight Polarity), går elektronerna från elektroden till arbetsstycket. Detta ger dock inte tillräcklig oxiduppbrytning vid aluminiumsvetsning. Som en kompromiss används därför oftast växelström för aluminium.



Elektroden är gjord av volfram som har så hög smältpunkt att den inte smälter vid svetsningen (smältpunkt ca 3400 °C) om den inte blir överbelastad.

Svetsningen kan utföras genom enbart nedsmältning av svetsgodset men vanligare är att tillsatsmaterial används. Ofta fyller man upp fogar med tillsatstråden. Den kan även tillföra legeringsämnen i svetsgodset.

Tråden som inte är strömbärande tillförs separat från sidan. Till skillnad mot till exempel MIGsvetsning går det därmed fritt att styra proportionen värme/tillsatsmaterial.

Det är viktigt att trådändan hålls skyddad hela tiden i gasatmosfären så att den inte oxiderar. Det bästa är att tråden förs in i kanten av smältbadet.

Efter avslutad svetsning skall man före nästa start klippa av den oxiderade änden så att onödiga föroreningar inte kommer in i smältbadet.

För att börja svetsa måste ljusbågen tändas. Detta görs vanligen med en i strömkällan inbyggd HF-generator. En hög spänning vid en hög frekvens (HF) startar svetsningen.



Vid likströmssvetsning känner maskinen av när bågen har tänt och stänger då av HF-generatorn. Vid växelströmssvetsning slocknar ljusbågen varje gång strömmen har en nollgenomgång varför HF-generatorn måste vara konstant inkopplad.

Ett annat sätt att starta är att skrapa elektroden mot arbetsstycket och lyfta så att tomgångsspänningen tänd ljusbågen. Detta används på strömkällor som inte har HF (MMA-strömkällor).

En relativt ny metod är så kallad Lift-arc. Elektroden sätts mot arbetsstycket och en mycket låg, oskadlig ström flyter. När sedan elektroden lyfts tänds ljusbågen.

Skrapstart har den nackdelen att det kan överföras volfram till arbetsstycket. Detta avtecknar sig skarpt på röntgenfilm. Lift-arc och HF lämnar ingen volframminneslutning.

HF-tändningen har den nackdelen att den kan störa radiokommunikation och elektronikutrustning, till exempel datorer, om dessa inte skyddas tillräckligt.

Efter att svetsningen har kommit igång ökas strömmen steglöst upp till det inställda värdet under en viss inställbar tid. Detta kallas för slope-up och det används för att svetsaren skall komma till läge med sin svetspistol om han svetsar manuellt.

Ytterligare en fördel är att det inte blir en chockverkan på elektroden om man har en kall elektrod. Härigenom undviks att wolfram ”sprutar” över på arbetsstycket. Slope-up förlänger även livslängden på elektroden.

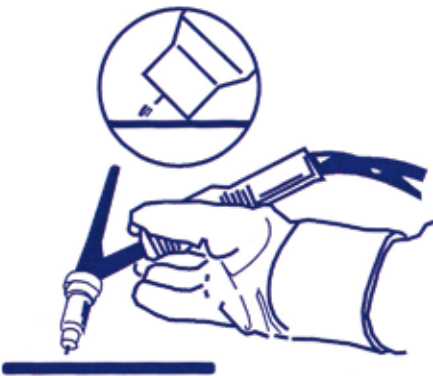
När slopen är slut så har det bildats ett smältbad och svetsningen kan starta. Svetsningen kan utföras med eller utan pulsning av strömmen och den kan även behöva ändras under svetsens gång.



LiftArc-tändningen inleds genom att elektrodspetsen placeras exakt på den punkt där du tänker börja svetsa. På detta sätt är du i rätt läge när ljusbågen tänds. Elektroden är inte strömförande, så det finns ingen risk för kortslutning.



Tryck in knappen på brännaren. Elektroniken kopplas nu in och styr automatiskt hela startförloppet. Svetsström flyter inte i detta skede och elektroden kan inte skadas.



Lyft nu elektroden från arbetsstycket, antingen rakt upp eller genom att vicka den över gaskåpan. Elektroniken känner detta och tänds automatiskt ljusbågen. Strömmen stiger till inställd svetsström utan att lämna spår av wolfram i smältbadet.



När du släpper knappen träder kraterfyllnadsfunktionen in. Strömmen sänks och ljusbågen slocknar. Slopet den är anpassad efter inställt strömvärde och blir på så sätt högre ju högre svetsströmmen är. Detta för att undvika svetsfel i avslutningen.

svetsning. Detta innebär att en tillfredsställande genomsvetsning av roten erhålles och att svets-hastigheten är hög.

Metoden används mycket vid svetsning av utrustning till kärnkraftverk där det av naturliga skäl ställs mycket stora krav på svetskvaliteten. Andra områden där TIG används är i livsmedels-industrin och i den petrokemiska industrin, flyg-plansindustrin och militära industrier. Vid kvali-tetsarbete inom offshoreindustrin används också

TIG-metoden. Stora områden inom mekaniserad TIG-svetsning är skarvning av rör och insvetsning av rör i rörplattor till exempel i värmeväx-lare. Exempel på applikationer.

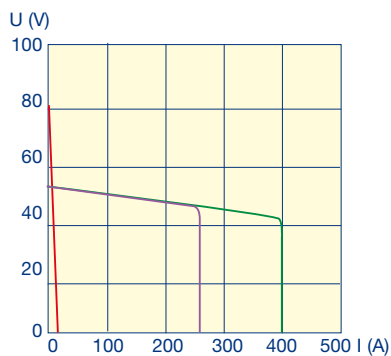
- Rostfria rör
- Duplexrör
- Titanrör
- Kolstålrör
- Insvetsning av rör i rörplattor.

Utrustning

Strömkällan

Det finns olika strömkällor för TIG-svetsning. Den enklaste man kan använda för manuell svetsning är en MMA-strömkälla som används med skrapstart. Den har en karakteristik (konstantström) som passar TIG-svetsning.

Strömmen är inställd och skall inte ändras när man förändrar bågspänningen. Däremot kan man inte använda sig av MIG/MAG-strömkällor för de har en helt annan karakteristik (konstant-spänning).



Bilden visar karakteristiken för en TIG-strömkälla. Vid en förändring av strömmen blir det endast en liten förändring av spänningen.

Det finns också dubbelströmkällor som klarar både växel- och likströmssvetsning. För närvarande finns det inga programmerbara dubbel-strömkällor. Om man vill ansluta till exempel rörsvets eller tubinsvetsningsverktyg måste strömkällan ha en styrenhet för detta. ESAB

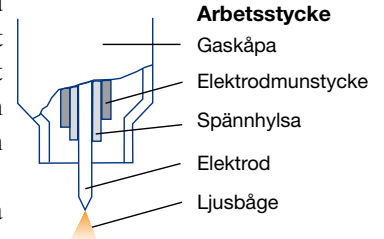
har PROTIG och MECHTIG för detta. De är i princip vanliga TIG-svetsströmkällor baserade på inverterteknik (omriktare) som kompletterats med en datorenhet för styrningen av processen.

TIG-brännare

Elektroden sitter fast i en spännhylsa av koppar som överför strömmen till elektroden. Spännhylsan sitter fastklämd i en gaslins eller elektrod-munstycke. Runt denna sitter en gaskåpa för att rikta gasströmmen mot svetsen. För att sätta i elektroden och byta elektrod finns ett bakstycke som är tätat med en o-ring för att ingen luft skall läcka in. Mellan gaskåpan och elektrodhållaren sitter en tätning-ring.

Detta brännarhuvud kan sitta på en manuell TIG-brännare, robotarm eller olika typer av automatiserade ma-skiner till exempel rörsvetshuvud.

Till detta brännarhuvud är kopplat en kabel för svetsströmmen och en slang för skyddsgastillför-seln. Beroende på använd strömstyrka kyls elek-trodhållaren med vatten eller luft för att den inte skall bli för varm eller smälta. Används vatten finns då två ytterligare slangar för vattenkylning. Det blir något otympligare med vattenkylning än med luftkylning men fördelarna är trots allt större så det är vanligare med vattenkylning. Luftkylda brännare tål, beroende på utförande, ca 50-150 A medan vattenkylda klarar 250-600 A.



Gaskåpa

Gaskåpor finns i många olika storlekar och utföranden. Materialet är vanligen av aluminiumoxid (Al_2O_3), en typ av keramik. Materialet är avsett att klara av de temperaturer som bildas vid svetsningen.

Som regel väljs en gaskåpa vars innerdiameter är ca 4 x elektroddiameter. Om man använder sig av en gaskåpa som har en liten diameter får man en större utströmningshastighet av gasen. Detta kan vara bra i lokaler med hög hastighet på den omgivande luften. Genom att gasstrålen blir smalare så täcker dock inte gasskyddet lika stor yta och det kan vara till nackdel om det är mycket varm svetsning och/eller ett känsligt material. Större gaskåpa täcker större yta men kräver högre inställning av gasflödet.

Elektrod

Elektroden som användes vid TIG- och plasma-svetsning är gjord av metallen volfram. Detta för att den inte ska smälta vid de temperaturer som förekommer vid processerna. Volframelektrodens smältpunkt ligger så högt som $3410^{\circ}C$ och den har samtidigt god ström- och värmeledningsförmåga.

Elektroder för TIG-svetsning finns tillgängliga i ett antal typer och dimensioner. Den som oftast används vid TIG-svetsning är av volfram legerad med 2% toriumoxid (ThO_2).

Vid växelström används ofta ren volfram. En annan typ av elektrod som ofta används vid växelström är volfram med zirkonium (ZrO_2). Det finns även andra typer av oxider som har börjat utprovas. Exempel på detta är lanthan, yttrium och cerium.

Fördelen med oxidtillsatserna till volfram är att elektroden då kan belastas med högre ström utan att smälta. Ytterligare fördelar är:

- Bättre tändning och återtändning
- Elektronemissionen underlättas
- Bågstabiliteten ökar

Ren volfram som växelströmselektrod har den fördelen att den är billig och att det är lätt att forma en bra avrundning i änden. Zirkoniumelektrod används mest vid växelström.

ESAB har testat olika elektroder med avseende på startegenskaper, skäggbildning och stabilitet. Den bästa visade sig vara lanthan tätt följd av cerium. Dessa båda visade sig ha utmärkta startegenskaper, stabila ljusbågar och liten kragbildning.

Yttriumelektroden hade bra bågstabilitet och lite skäggbildning jämfört med torium men startegenskaperna var något sämre. Torium är den vanligaste elektroden och den använder man till likström.

Toriumtillsatsen är dock svagt radioaktiv. Detta har inte någon större betydelse vid svetsarbetet men man bör iaktta försiktighet med dammet vid slipning. Det är en bidragande orsak till att alternativen lanthan och cerium har börjat användas. Vid växelström används ren volfram eller volfram med zirkonium

Rekommendationer

| Strömart | Elektroddtyp | Används vid t ex |
|---------------|-------------------------------------|--|
| AC-svetsning: | Ren volfram Zirkonium Lanthan | Aluminium Magnesium Elektron |
| DC-svetsning: | Torium Lanthan Cerium | Monel Stål Rostfritt Koppar Kopparnickel Brons Bly Mässing Titan |

Elektroder för TIG-svetsning

| Elektrod | Innehåll ca | Färgmärkning | Beteckning |
|-------------|-------------|--------------|------------|
| Ren volfram | 99,8% | grön | WP |
| Torium | 2% | röd | WT20 |
| Zirkonium | 0,8% | brun (vit) | WZ8 |
| Lanthan | 1% | svart | WL10 |
| Cerium | 2% | grå | WC20 |

Man skall naturligtvis sträva efter att använda sig av rätt typ men det skall sägas att det inte gör så mycket om man använder sig av ”fel” elektrod till AC- eller DC-svetsning. Exempelvis går det

utmärkt att använda zirkoniumelektrod till DC-svetsning.

Den vanligaste längden på elektroderna är 175 mm. Av detta kan endast cirka 140 mm utnyttjas i en brännare med långt bakstycke och ännu mindre i en maskinbrännare eftersom man inte kan stoppa in hela elektroden utan blir tvungen att dela upp den i kortare längder. Förekommande diametrar på elektroderna är 0,5, 1,0, 1,6, 2,4, 3,2, 4,0 och 6,4 mm.

De vanligaste diametrarna är 1,6 mm och 2,4 mm. Dessa täcker de strömområden som används mest inom TIG.

Torium klarar vid dessa dimensioner ca 30-180 A och det räcker till för många förekommande uppgifter.

Vid svetsningen förbrukas elektroderna och måste därför slipas eller byta ut. Det bildas ”skägg” på spetsen och ljusbågen blir mindre koncentrerad. Om man råkar doppa spetsen i smältbadet måste man också byta elektrod. En dålig eller oslipad elektrod medför stor risk för försämrade svetsning. För att förlänga livslängden på elektroden skall följande iakttas:

- Använd korrekt dimension på elektroden för strömstyrkan.
- Slipa spetsen så att den får en fin ytfinish, slipskiva med större kornstorlek än 120 bör ej användas.
- Elektrodspetsen skall slipas så att slipränderna går längs med elektroden.
- För att undvika att elektroden spricker skall den brytas av rätt. Slipa ett hack med kanten av en slipskiva och bryt av den med en tång.
- I nödfall kan man slå av den med en hammare mot en skarp kant.
- Elektroderna skall hållas torra och rena genom att förvara dem i originalförpackningen.
- Luft får inte komma i kontakt med elektroden vid svetsning. Gasflödet skall vara tillräckligt. Läckage på slangar förstör elektroden fort.
- Förspolningstid och speciellt efterspolningstid skall vara tillräckligt långa.
- Utsticket utanför gaskåpan skall hållas kort, om det är möjligt.
- Håll gasslangarna så korta som möjligt och se till att de inte är spruckna.
- Byt ut gasflaskan i tid. (Lågt tryck – ökad fuktighet i gasen).

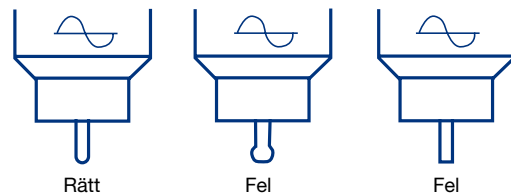
- Använd om möjligt kvalitetsgummi (till exempel butyl) i gasslangarna. (Mindre isdiffusion av gaser.)
- Använd om möjligt gaslins.
- Se till att gasregulator och slangkopplingar är hela, täta och väl åtdragna.
- Före svetsstart efter en längre tids uppehåll skall gasen spolats extra länge för att riktigt spola rent slangar med mera.

Förspolningstiden skall endast tränga undan luften i gaskåpan och vid svetsstället och den kan normalt sättas till cirka 4 s.

Efterspolningstiden måste vara längre för den skall skydda elektrod och smälta så länge att dessa hinner svalna så mycket att de inte angräps av luften. Om elektroden blir blåanlöp eller får skägg skall den genast bytas ut eller slipas om.

Slipning av elektroden

Vid växelströmssvetsning skall elektroden inte slipas utan man formar elektroden med hjälp av svetsströmmen genom att man ökar strömmen så mycket att en mjuk avrundning bildas i änden. Man får dock inte överbelasta för mycket så att en stor kula bildas på elektroden.



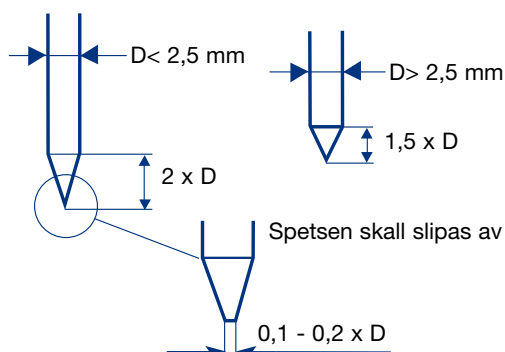
Vid likströmssvetsning skall elektroden slipas så att man får en spetsig elektrod och en viss vinkel. Den yttersta toppen bör slipas av så att den inte smälts av och hamnar i svetsen. Den är nämligen så tunn att den inte tål någon ström. Ett riktvärde är cirka 0,5 mm på toppen av elektroden men det måste bestämmas från fall till fall. Ljusbågens utseende och svetsens inträngning påverkas något beroende på hur mycket man tar av toppen.

Det finns bra hjälpmedel för att slipa elektroden så att man alltid är garanterad samma vinkel. Dessa slipmaskiner är också försedda med slipskiva av diamant som inte förorenar elektroden. Slipmaskinerna skall vara försedda med utsug eftersom torium är svagt radioaktivt.

Spetsvinkeln bör hållas konstant vid varje svetstillfälle så att inga obehagliga överraskningar uppstår. Det är viktigt att vinkeln är samma "runt om" så att ljusbågen inte drar snett.

För elektroder med diameter under 2,5 mm kan längden på spetsen vara 2 x diametern (ca 45°). För elektroder över 2,5 mm skall längden vara 1,5 x diametern (ca 45°).

Detta kan vara ett bra utgångsvärde att börja

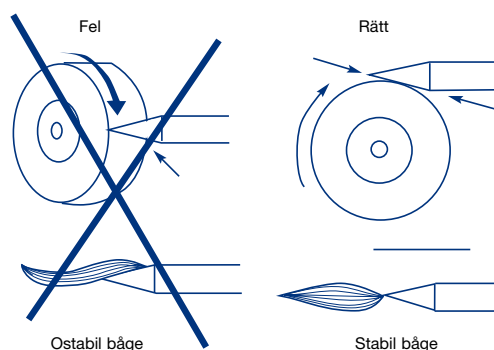


med men i vissa fall kan man behöva ändra vinkeln för att kunna styra svetsningen optimalt.

En större vinkel ger ökad inträngning vid hög ström. Även svetsens bredd ändras med vinkeln.

Bredden minskar med ökande vinkel och det är ju naturligt eftersom ljusbågen blir mer koncentrerad. Allmänt kan sägas att vid lägre strömstyrkor används en spetsigare elektrod och vid högre strömstyrkor en trubbigare.

Elektroden skall slipas så att bågen blir stabil. Man får en stabil ljusbåge om slipränderna går längs med elektroden och om den är jämnt slipad. Det är också viktigt att ytfinishen är god.



Val av elektrodstorlek

Elektroddimension väljs efter den ström man använder. Som regel bör en så liten elektrod som möjligt användas för att erhålla en koncentrerad ljusbåge och därigenom mindre smältbad och djupare inträngning. Väljs en för grov elektrod för den använda strömmen fås en instabil ljusbåge. Följande kan tas som riktvärden:

| Elektrod-diameter mm | Ren volfram A (AC) | 0,8% zirkonium A (AC) | 2% torium A (DC) |
|----------------------|--------------------|-----------------------|------------------|
| 0,5 | 5-15 | 5-20 | 5-20 |
| 1,0 | 10-60 | 15-80 | 20-80 |
| 1,6 | 50-100 | 70-150 | 80-150 |
| 2,4 | 100-160 | 110-180 | 120-220 |
| 3,2 | 130-180 | 150-200 | 200-300 |
| 4,0 | 180-230 | 180-250 | 250-400 |

Skyddsgas

Vid svetsningen skall elektroden, smältbadet och den omgivande heta metallen skyddas mot luft. Det bildas oxider och nitrider som resulterar i en dålig svets om luften får tillträde. Också elektroden förstörs fort om den inte skyddas av en skyddsgas. Skyddsgasen har alltså till uppgift att tränga undan luften och dessutom vara kemiskt inaktiv. Dessa gaser kallas inerta gaser (ädelgaser). Två ädelgaser används inom TIG-svetsningen, argon (Ar) och helium (He). Det finns ytterligare fyra ädelgaser nämligen neon, krypton, xenon och radon men de används inte. I speciella fall skall även rotsidan skyddas och då användes antingen en inert gas eller en reducerande gasblandning. Ett exempel på en reducerande rotgas är hydrogen (väte) i nitrogen (kväve). Hydrogenet i gasen reagerar med syret och skyddar på så sätt svetsen. Hydrogeninnehållet är litet, ca 5-10%.

Valet av skyddsgaser beror av många faktorer som till exempel materialtyp, materialtjocklek, svetsläge, energibehov, svetskostnader och arbetsmiljö. Gasen skall även fungera som ström och värmeledare och bör därför ha passande egenskaper. Gasen har också en kylande inverkan på elektrod och smälta.

Som nämnts är helium och argon de mest använda gaserna inom TIG, och de har lite olika

egenskaper. Argon är ca 1,4 gånger tyngre än luft medan helium är cirka 8 gånger lättare. Förmågan att överföra ström och värme skiljer också. Inträngningsförmågan påverkas av vilken gas som används.

Argon är lätt att jonisera och ljusbågsspänningen är ca 10-15 volt. Helium å andra sidan är svårare att jonisera vilket gör att det blir svårare att tända och bågspänningen är ca 40 % högre vid samma ljusbågsavstånd.

Som ett resultat av den högre bågspänningen blir effekten (värmeutvecklingen) högre när man svetsar med helium.

Effekten $P = U \times I$, där P är effekten, U är spänningen och I är strömmen.

Vid samma ström och båglängd blir alltså effekten större då helium används på grund av den högre bågspänningen.

Det finns också blandningar mellan argon och helium i olika proportioner som då får egenskaper som ligger någonstans mittemellan. De vanligaste blandningsförhållandena är 30/70 % och 70/30 %.

Argon

Den överlägset vanligaste gasen som används är argon. Den används till svetsning av till exempel låglegerat stål, rostfritt och nickellegeringar. Argon finns till cirka 1% i luften och den utvinns genom fraktionerad destillation. Det gör att den är förhållandevis billig. Egenskaper hos argon:

- Lätt att tända
- Stabil ljusbåge
- Relativt okänslig för båglängdsvariationer
- Billig
- Tyngre än luft

Att den är mer okänslig för båglängdsvariationer än andra gaser gör att den passar bra för manuell svetsning där det kan vara svårt att hålla en konstant båglängd.

Argonet levereras komprimerat i behållare. Dessa är av fyra olika storlekar med 5, 20, 40 respektive 50 liters volym. Gasen komprimeras till ett tryck på 150 respektive 200 kg/cm² beroende på behållartyp.

På grund av de stora renhetskrav som ställs på argonet får behållarna inte tömmas helt. För att

kondens inte skall bildas i behållaren måste den alltid ha ett visst övertryck. Detta får inte understiga 10 kg/cm².

Helium

Helium och helium/argonblandning lämpar sig bra vid svetsning av material med hög värmeledningsförmåga som till exempel koppar och aluminium. Man kan också använda den till grova material och mekaniserad svetsning där man kan dra nytta av de högre svetsastigheterna. Egenskaper hos helium eller argon/heliumblandning:

- Ger djupare inträngning
- Möjliggör högre svetsastighet
- Svetsar grövre material
- Är dyrare än argon
- Svårare att tända
- Kräver högre flöde av gas
- Är lättare än luft
- Ger bättre vätning mot grundmaterialet.

Argon/hydrogenblandningar

Genom att tillsätta hydrogen (H₂) till argon får man en förhöjning av bågspänningen och en mer koncentrerad ljusbåge. Detta möjliggör en ökad värmeförsel och en mer koncentrerad svetsprofil. Argon-hydrogenblandningar används vid svetsning av austenitiskt rostfria stål samt nickelbaserade legeringar. Tillsatsen av hydrogen ger högre svetsastighet och djupare inträngning då svetsen blir smalare. Detta hänger samman med att strömövergången avgränsas till en mindre yta på anoden (arbetsstycket). Vanliga blandningsförhållanden är 1-10% hydrogen. På grund av metallurgiska effekter av hydrogen i svetsgodset kan dessa blandningar inte användas till kolstål, aluminium, koppar eller titan. Gasen används bland annat till längdsvetsning av rör.

Skyddsgasflöde

Hur effektiv skyddsgasen är i skyddshänseende påverkas av många faktorer. Att fastställa ett lämpligt skyddsgasflöde måste göras från fall till fall med beaktande av alla de här faktorerna. Naturligtvis strävar man efter att använda sig av ett

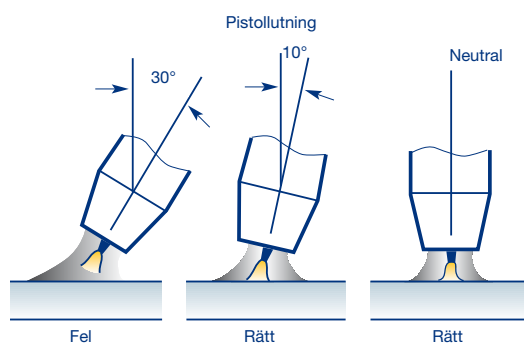
så litet flöde som möjligt men som ändå ger ett tillräckligt skydd.

Ett utgångsvärde att starta med är cirka 8-10 liter/minut vid normal svetsning. Vid till exempel varm svetsning måste gasflödet ökas något medan det kan minskas vid kall svetsning. En stor gaskåpa gör att man måste öka flödet men samtidigt täcker man större del av svetsen.

Det måste alltså vara ett visst minsta gasflöde för att ge fullgod effekt men det får heller inte vara för mycket. Dels slösas gas till ingen nytta och dels kan skyddet försämrans. Dessutom blir svetsen kallare.

Ett för stort flöde kan förutom ejektorverkan ge upphov till virvelbildning i gasen och ge upphov till att luft kommer in.

Om brännarens lutning överstiger ca 30° fås samma effekt att luft kan sugas in i gasatmosfären.

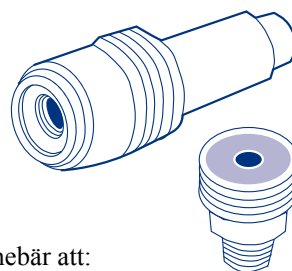


Skillnader i densitet hos gasen/gasblandningen har inverkan på inställt gasflöde, en lätt gas kräver högre flöde än tyngre gaser som till exempel argon. Används helium eller heliumbaserade gaser så skall gasflödet ökas cirka 2-3 gånger.

Omgivande luftströmning kan försämra gasskyddet, stora dragiga fabriksbodar eller svetsning utomhus kan kräva speciella åtgärder till exempel ökat gasflöde, och avskärmning för att få ett bra resultat.

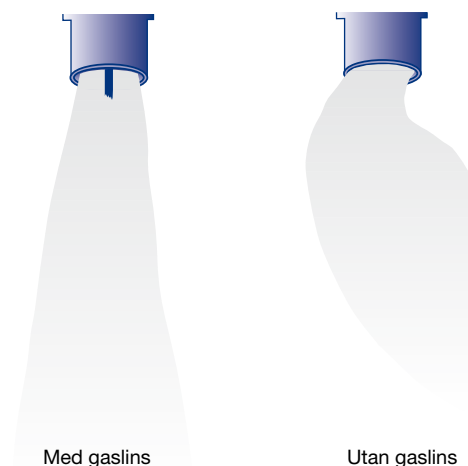
Gaslins

Långt utstick (stick-out) på elektroden och stora gaskåpor kräver högre flöde. Om omständigheterna tillåter bör man använda sig av en gaslins. Det är ett förnämligt tillbehör. Den bidrar till ett laminärt gasflöde som skyddar elektrod och smälta på ett effektivt sätt.



Detta innebär att:

- Gasflödet kan minskas cirka 50%.
- Elektrodstickouten kan ökas till 15-20 mm, vilket gör det lättare att följa svetsförloppet och att komma åt i trånga utrymmen.
- Risken för svetsfel på grund av drag minskar.



Skillnad med och utan gaslins

Checklista för ett bra gasskydd:

- Rätt flöde
- Gasläckage
- Indiffusion av luft i gasslangar
- Rätt pistollutning
- Upptagning av fukt i slangarna under stillestånd
- Tillräckligt tryck i gasbehållaren
- För lång elektrodstickout
- Gaslins
- Vattenläckage i brännaren
- Drag i lokalen

Skyddsgaser för TIG-svetsning

Den mest använda gasen är 99,99% argon. Den renare (och dyrare) 99,995% argon används när kraven på gasens renhet är mycket stora som till exempel vid svetsning av titan.

| GAS | AGA | Alfax |
|-------------------------------|----------|----------------|
| Argon 99.99% | Argon S | Argon N40 |
| Argon 99.995% | Argon SR | Argon U |
| Argon+0,03% NO | Mison 12 | - |
| Helium 99.995% | Helium | Helium U |
| 70% helium+ 30% argon | Helon 70 | Inarc 17 |
| 30% helium+ 70% argon | Helon 30 | Inarc 13 |
| 95% argon+ 5% hydrogen | Tyron 5 | Noxal 5 |
| 90% nitrogen+ 10% hydrogen | Naton 10 | Supporting gas |

Rotgas

Vid svetsning med full genomträngning kan man beroende på material behöva använda gasskydd även på baksidan. Det blir en ojämn och oxide-rad svets om roten exponeras för luften. Material som kräver rotgasskydd är till exempel rostfritt, syrafast stål och titan. Vid svetsning av högleggerade stål, aluminiumlegeringar och kopparlegeringar skall rotgas användas.

Som rotgas används ren argon eller formiergas (90% N₂+10% H₂). Argon är den överlägset mest använda rotskyddsgasen. Formiergas är billigare än argon. Valet mellan argon och formiergas bestäms av materialets känslighet, där hydrogene i formiergasen kan orsaka hydrogenförsprödning. Formiergasen används till austenitiska rostfria stål. Det är hydrogene som reagerar med syret och på så sätt skyddar svetsen.

Vid rörsvetsning kan röret fyllas med gas. Om det är stora rörsystem blir gaskostnaden hög och fyllningen tar lång tid. Det krävs ett visst antal volymbyten för att få ned syrehalten till en nivå som är tillräcklig. Antalet volymbyten varierar från fall till fall och måste provas fram men kan vara 5-10 st. Små fyllningsvolymmer kräver fler byten än stora.

Spolningstiden för gasen kan räknas ut med formeln:

$$T = \frac{V \times A}{G}$$

Där:

T = tiden i minuter

V = volymen i liter

A = antal volymbyten

G = gasflödet i liter/minut

Om det är ett rör som skall svetsas kan volymen räknas ut med formeln:

$$V = \frac{\pi r^2 \times L}{4}$$

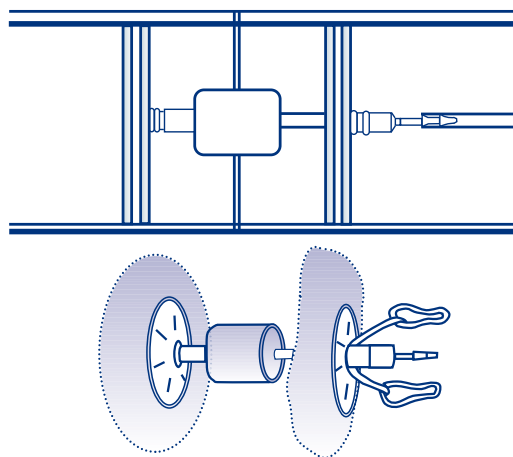
Där:

$\pi = 3,14$

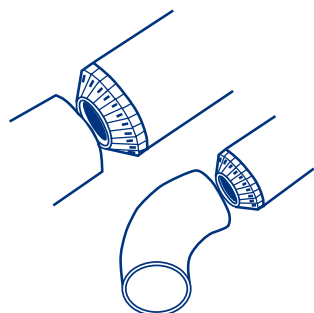
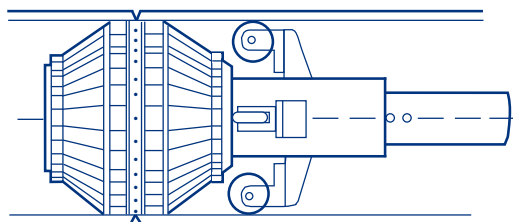
d = Rörets innerdiameter i decimeter

L = Rörets längd i decimeter

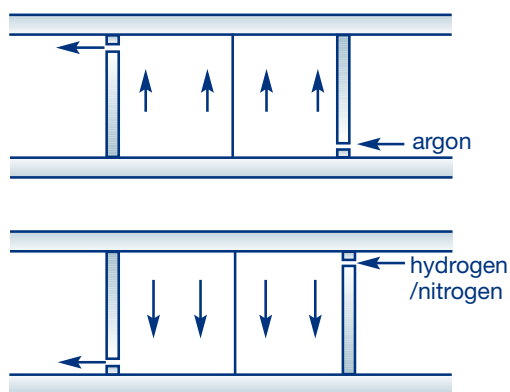
Det finns också speciella anordningar för att begränsa gasen till området för svetsningen så att det inte går åt mer gas än nödvändigt. Exempelvis kan nämnas expanderbara gummitätningar som sätts i ändarna på rören. Man kan också använda olika typer av skivor med gummitätningar.



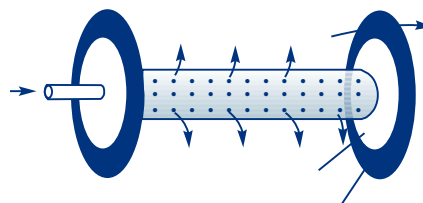
En mycket användbar lösning är en speciell fixtur av metall så kallad centrator som har expanderande backar med små hål för gastillförseln. Den har dessutom den fördelen att den låser fast rören så att de inte behöver häftsvetsas. Fixturen leder också bort värmen så att ungefär samma förhållanden råder runt om röret. Det blir inte samma kraftiga upphettning av röret när fixturen används.



Eftersom argonet är tyngre än luft så skall detta tillföras i nederdelen på röret. Argonet lägger sig längst ner och den lättare luften lägger sig ovanpå. När sedan ytterligare argon tillförs så trycks luften ut i utloppshålet.

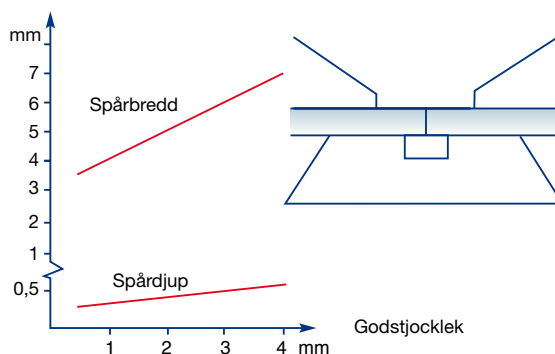


Detta utloppshål skall då ligga i toppen på röret för att helt kunna dränera röret från luft. Nitrogen/hydrogenblandningen är lättare än luft så den skall tillföras ovanifrån och utloppet skall ligga nederst. För att inte blanda argonet med luften får detta inte tillföras för snabbt. Detta är speciellt viktigt vid små volymer. För volymer mindre än 3 liter bör inte rotgasflödet överstiga 5 liter/minut. Det kan vara bra att sätta en diffusor inne i röret vid inloppet, exempelvis låta gasen sippra ut genom många små hål. Detta gör att det inte blir några virvelbildningar inne i röret.



När sedan ingen luft finns kvar och svetsningen startat skall man fortsätta att tillföra rotgas för att säkerställa att ingen luft läcker in. Flödet får dock inte vara så stort att det bildas ett för stort övertryck inne i röret och trycker ut smältan så att det bildas valv. Normalt skall det vara cirka 4-6 liter/minut.

Normalt används inte rotgas om man svetsar olegerade och låglegerade stål men det kan ändå erbjuda vissa fördelar. Man slipper glödskalet som kanske måste slivas bort. Roten blir jämn och det påverkar hållfastheten positivt. Korrosionsegenskaperna förbättras. Smältan blir också mer lättfluten. Rotgasskydd kan även användas när man stumsvetsar plåt. Riktvärden för fixturen är följande:



Gasskydd vid svetsning av titan

Vid titansvetsning är gasskyddet av en helt avgörande betydelse.

Om titan upphettas i luft börjar oxidskiktet på ytan växa till mycket snabbt och över en viss temperatur (olika referenser anger olika temperaturer från 400 till 650 °C) börjar föroreningar som oxygen, nitrogen, kol och hydrogen att diffundera in i materialet med risk för försprödning som följd.

Renheten på skyddsgasen är viktigt vid titansvetsning. Oxygenhalten och nitrogenhalten bör inte överstiga 0,003 volymprocent (30 ppm) resp. 0,008 volymprocent (80 ppm).

Argon SR eller motsvarande uppfyller dessa fordringar, renheten på Argon SR är 99,995%, det vill säga den sammanlagda föroreningshalten får inte överstiga 50 ppm. Ppm = parts per million (miljondelar).

Både rotsidan och svetsviden skall skyddas. En bra indikator på svetsens kvalitet är att titta på eventuella missfärgningar. Är svetsen blank är den inte försprödad. Någon typ av släpsko skall användas för att skydda svetsen. Det finns olika modeller för både rörsvets och längdsvets. Släpsko kan med fördel också användas vid svetsning av rostfritt stål.

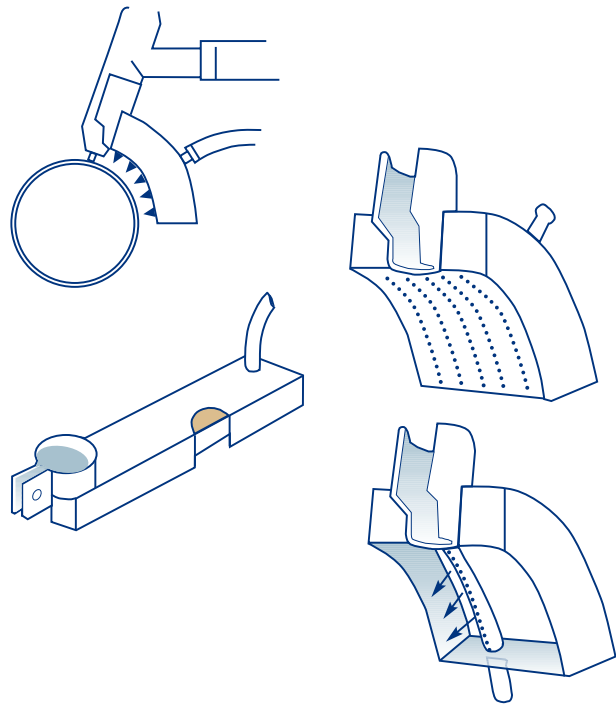
Miljöaspekter

Vid TIG-svetsning bildas ozon (O_3) av luftens syremolekyler (O_2).

Det bildas när ljusbågens ultraviolettera strålning kommer ut i den omgivande luften och träffar syremolekylerna. Dessa spjälkas sönder och de fria molekylerna förenar sig med andra syremolekyler. Genom att öka avståndet mellan ljusbågen och tillgängliga syremolekyler minskar intensiteten på ljuset och ozonbildningen minskar.

En gasblandning av argon och helium som har olika densitet kan användas. Argonet är något tyngre än luft och sjunker ned och skyddar smältan medan heliumet stiger uppåt och tränger undan luften. På så sätt ökar avståndet till tillgängliga syremolekyler och ozonbildningen minskar.

Argon tillsammans med en liten del nitrogenmonoxid, NO (0,03%) kan också utnyttjas. Då fås en mycket snabb reduktion av bildad mängd ozon samt en i praktiken betydelselös ökning av mängden nitrogendioxid NO_2 . Denna säljs av AGA och heter Mison 12.



Svetsparametrar

För att få ett tillfredsställande utseende och tillgodose de kvalitetskrav som ställs på svetsen måste en rad svetsparametrar justeras för att få en optimal inställning. Här följer en lista på dessa parametrar och effekten de har på svetsen.

| Svetsparametrar | Effekt |
|--------------------------------|--|
| Högre pulsström: | Ökad penetration Ökad risk för undergods kl. 6 Minskad risk för utebliven sammansmältning |
| Längre pulsström: | Minskad penetration Ökad risk för utebliven sammansmältning |
| Längre pulstid: | Ökad penetration Ökad risk för undergods kl. 6 Minskad risk för utebliven sammansmältning |
| Kortare pulstid: | Minskad penetration Minskad risk för undergods kl. 6 Ökad risk för utebliven sammansmältning |
| Längre paustid: | Minskad penetration Ökad risk för utebliven sammansmältning |
| Kortare paustid: | Ökad penetration Ökad risk för undergods kl. 6 Minskad risk för utebliven sammansmältning |
| Högre spänning: | Mindre råge på svetsen Minskad risk för utebliven sammansmältning |
| Lägre spänning: | Ökad råge på svetsen |
| Ökad trådmatning | Ökad råge på rotsidan Högre nedsmältningstal Minskad risk för undergods kl. 6 Ökad risk för utebliven sammansmältning |
| Minskad trådmatningshastighet: | Lägre nedsmältningstal hastighet Ökad risk för undergods kl. 6 Minskad risk för utebliven sammansmältning |
| Högre svetshastighet: | Minskad penetration Minskad råge på rotsidan Minskad risk för undergods kl. 6 Ökad risk för utebliven sammansmältning |
| Lägre svetshastighet: | Ökad penetration Ökad risk för undergods kl. 6 |

Svetsfel

Svetsfel kan i princip indelas i två grupper.

- Yttre fel och avvikelser till exempel smält-diken, hög svetsråge, roffel valv etc. Dessa fel upptäcks vid syning.
- Inre fel till exempel porer, oxid- och slagginneslutningar, bindfel etc.

Dessa fel upptäcks vid röntgen respektive ultraljudsprovning. Regler för tillåtna svetsfel är nedan beskrivna enligt Svensk Standard SS 066101. Här beskrivs kvalitetskraven i fyra svetsklasser.

Svetsklasserna betecknas WA, WB, WC och WD. Den högsta klassen är WA där i princip inga fel eller avvikelser tillåts. De påfrestningar en konstruktion ska tåla avgör vilka fel som tillåts.

Fel och avvikelser som upptäcks med hjälp av röntgenradiografiering bedöms enligt en femgradig betygsskala. Denna betygsskala är utarbetad av IIW:s kommission (internationella svetsinstitutet) och används över hela världen.

Betygen betecknas med olika färger men i Sverige används siffror istället för färger. 5 är högsta betyg och 1 är lägsta.

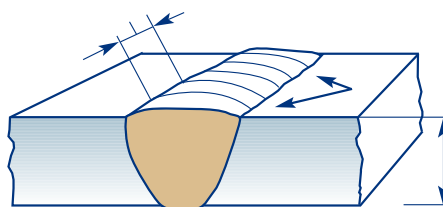
| | |
|---|------------|
| | svart färg |
| 4 | blå färg |
| 3 | grön färg |
| 2 | brun färg |
| 1 | röd färg |

Godkänd svetsarprovning skall ha röntgenbetyg lägst 4.

SS 066101 är idag ersatt av SS-ISO 5817 med tre kvalitetsnivåer, B, C och D. Se även Karlebo Svetshandbok s. 204 (svetsklasser) samt s. 241 (svetsarprovning).

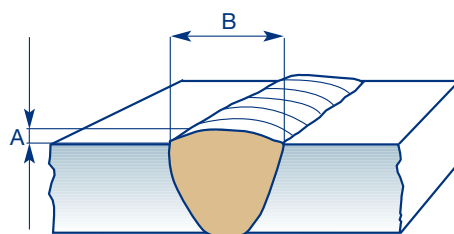
Svetsfel vid TIG-svetsning

Beteckningar och kvalitetskrav enligt SS 066101.



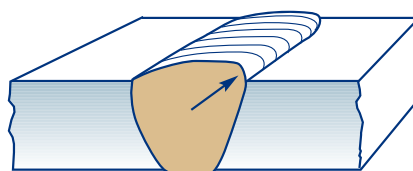
Smältdike

Svetsklass WB: Tillåts lokalt om $A \leq 0,05 \times t$ dock max 0,5 mm, $L \leq 25$ mm.
IIW:s röntgenatlas: Tillåts ej för betyg 5, betyg 4 = WB.



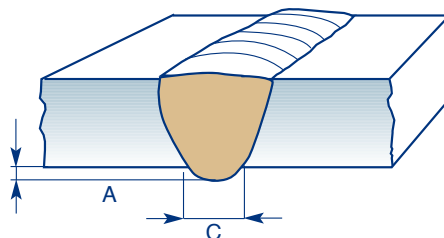
Svetsråge - jämn ansmygning

Svetsklass WB: $A \leq 1,5 + 0,05 \times B$.
IIW:s röntgen: Godkänd som WB.



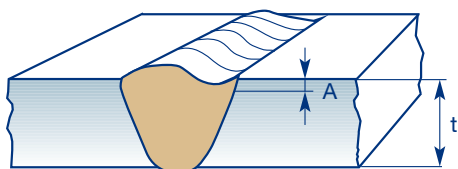
Ojämn ansmygning - brottanvisning

Svetsklass WB: Tillåts ej.
IIW:s röntgen: Som WB, betyg ≤ 3 .



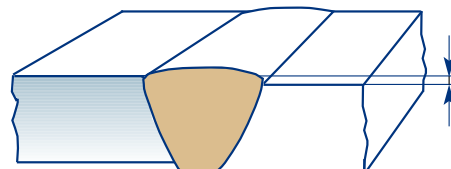
Rotvulst

Svetsklass WB: $A \leq 1,5 + 0,1 \times C$.
IIW:s röntgen: Godkänd som WB.



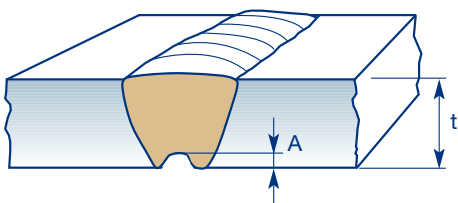
Ej utfylld svets

Svetsklass WB: $A \leq 0,05 \times t$, dock max 0,5 mm.
IIW:s röntgen: Godkänd som WB.



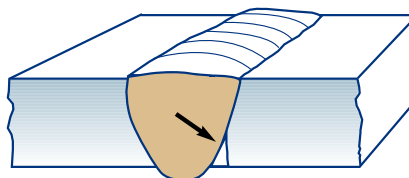
Kantförskjutning

Svetsklass WB: Vid $t \leq 5$ mm $0,5 \times t$, dock högst 1 mm.
Vid $t = 5-10$ mm tillåts $0,2 \times t$. Över 10 mm $0,1 \times t + 1$ dock högst 4 mm.
IIW:s röntgen: Som WB.



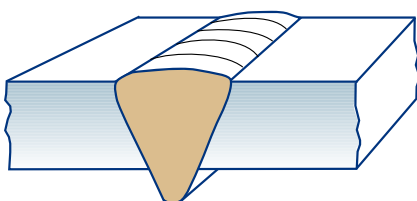
Valv i rot

Svetsklass WB: $A \leq 0,05 \times t$ dock max 0,5 mm.
IIW:s röntgen: Godkänd som WB.



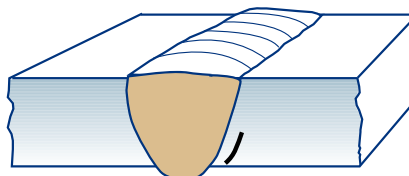
Bindfel

Svetsklass WB: Tillåts ej.
IIW:s röntgen: Som WB.



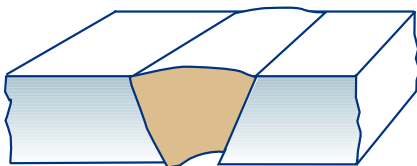
Genomringning

Svetsklass WB: Tillåts ej.
IIW:s röntgen: Som WB, betyg ≤ 3 .



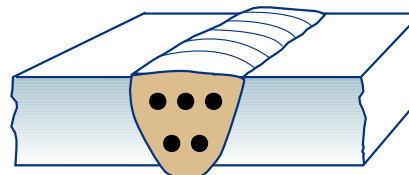
Spricka

Svetsklass WB: Tillåts ej.
IIW:s röntgen: Som WB.



Ofullständig genomsvetsning

Svetsklass WB: Tillåts ej.
IIW:s röntgen: Som WB, betyg ≤ 3 .



Porer

Svetsklass WB: Enstaka mindre runda porer och porsamlingar. Poravstånd under $t/3$ om svetsgodset för övrigt är felritt. Långsträckta porer bedöms som slagginneslutningar.
IIW:s röntgen: Som WB, betyg 4-5.

Fogberedning vid rörsvetsning

Normalt är det bäst att använda sig av någon typ av U-fog. Den kan svarvas fram antingen i en stationär svarv eller med hjälp av portabla fogberedningsutrustningar som finns i ett antal varianter.

U-fogen tillverkas med en näsa som har en viss tjocklek och sedan en viss radie mellan näsa och fogväggen. Fogväggen skall ha en viss lutning. Det är mycket viktigt att fogarna blir identiska varje gång eftersom svetsutrustningen inte kan kompensera för variationer i fogberedningen.

Väggjockleken

Väggjockleken spelar stor roll vid utformningen av fogen. Med enbart smältsvetsning utan tillsatsmaterial klarar man att svetsa så länge smältbadet går att kontrollera och inte blir instabilt om inte materialet kräver tillsatstråd för att undvika porer.

För austenitiska rostfria stål och kolstål kan man svetsa upp till cirka 2 mm väggjocklek utan några större problem och med vissa svårigheter till cirka 3 mm. Det är mycket svårt och resultatet blir inte bra på väggjocklekar på 4 mm men det har gjorts. Titan ger liknande svårigheter för cirka 20% tunnare väggjocklek.

Om röret kan roteras är det möjligt att svetsa avsevärt tjockare gods med I-fog. När väggjockleken blir större ökar storleken på smältbadet som resulterar i att svetsningen blir mer och mer instabil och svår att kontrollera. För att motverka detta kan man pulsa strömmen och i vissa fall kan rotationen pulsas. Det gör att smältbadet alternerar mellan smältning/stelning och på så sätt hålls smältan kvar mycket bättre.

Då smältbadet blir för stort måste man göra en fogberedning och svetsa med tillsatstråd. I stäl-

let för att svetsa ett varv väldigt varmt svetsar man ett antal varv med tillsatstråd. Det blir kallare svetsning och på sätt lättare att kontrollera. Antalet varv beror på rörets tjocklek och fogens utformning.

Eftersom att man vid smältsvetsning utan tillsatstråd använder sig enbart av rörändarna som tillsatsmaterial beror kvaliteten på svetsen i högsta grad på de förberedelser man har gjort. De parametrar som inverkar är:

- Variationer i väggjockleken
- Planheten på rörändarna
- Förekomst av grader
- Ovalitet
- Uppsättning och eventuell häfts svetsning
- Renhet på rörändarna
- Materialet

Variationen i väggjocklek bör inte överstiga 3% på något ställe för att vara på den säkra sidan. Rörets ände bör inte vara ur plan mer än 1% av väggjockleken. Detta bör inte möta några problem eftersom de flesta fogberedningsverktygen som finns klarar detta.

Det bör inte finnas några grader kvar på in- eller utsidan av röret. Material som rostfritt sliter hårt på skärverktygen och då kan det förorsaka grader. Dessa grader skall avlägsnas. De två ändarna på rören skall ligga emot varandra utan spalt. Eventuell spalt bör inte överstiga 5% av väggjockleken på rören. Fogen skall vara helt ren från skärvätskor, oxider och smuts.

Kvaliteten på svetsningen är helt beroende på dessa saker eftersom smältbadet kan vandra från vägg till vägg och orsaka otillräcklig genomsvetsning. Av samma orsak skall volframelektroden vara rätt slipad.

Tillsatsmaterial

Tillsatsmaterial för TIG-svetsning finns att tillgå i ett brett produktsortiment och benämnes ”svets-tråd”, eftersom det här är fråga om ett ”icke strömförande tillsatsmaterial i trådform”.

Tillsatsmaterial finns för:

- Olegerade och lålegerade stål
- Rostfria stål
- Aluminium och dess legeringar
- Magnesium och dess legeringar
- Koppar och dess legeringar
- Nickel och dess legeringar
- Specialstål innehållande titan, zirkonium, molybden med flera

För speciella material till vilket motsvarande tillsatsmaterial ej finns för TIG-svetsning, kan strimlor klippas från grundmaterialet och användas som svetsstråd. Man kan också, om möjligt, utföra fogtyper som kant- eller dubbelflänsad stumfog där grundmaterialet nedsmältes och bildar en skarvsvets.

För automatiserad TIG-svetsning används för enkelhetens skull samma trådsortiment och spolad på bobiner, som för MIG/MAG-svetsning. Den förhöjda kiselhalten som ingår i dessa för att kompensera för avbränna och som desoxidationsmedel, får man så att säga på köpet, eftersom dessa egenskaper helt kan utnyttjas i ljusbåge och smälta hos TIG-metoden.

Trådarna är i legeringshänseende komponerade för TIG-svetsningens förlopp och kan därför också med vissa förbehåll användas för gassvetsning. Vid det omvända förhållandet beträffande olegerad svetsstråd gäller att en sådan trådtyp, avsedd för gassvetsning, inte skall användas för TIG-svetsning.

Vid TIG-svetsning används oftast tillsatsmaterial.

Det är normalt endast vid svetsning av rostfria stålmaterial som materialet kan smältas ihop utan tillsatsmaterial. Vid till exempel svetsning av kolstål utan tillsatsstråd är risken för porer mycket stor. Detta kan undvikas med en tillsatsstråd som innehåller kisel (Si). Kisel sänker ytspänningen i smältan så att upplösta gaser kan

”bubbla” upp till ytan. Så kallade tätade material bör användas vid TIG-svetsning för att undvika porer. Tillsatsmaterialet skall vara sammansatt så att man inte får några porer. Vid gassvetsning skyddar svetslågan smältbadet från inverkan av oxider men vid TIG-svetsning finns ingen sådan effekt. Därför får inte tillsatsmaterial avsett för gassvetsning användas för TIG-svetsning.

Skyddsgasen skyddar endast smältan från atmosfärens inverkan.

Oxider på metallens yta måste tas upp av ämnen i tillsatsmaterialet, i det här fallet kisel (Si) och mangan (Mn). Spår av dessa elementens reningseffekt kan ses som små öar av slag på svetsytan.

Som grundregel väljs tillsatsmaterial med samma analys som grundmaterialet. Man skall använda så artlikt som möjligt eller mer legerat på grund av att metallerna blandar sig.

Det är bättre att använda överlegerat än underlegerat.

Ju tjockare material som skall svetsas, desto grövre tillsatsmaterial skall användas för att snabbt kunna fylla fogen. Det gäller dock att se upp så att materialet inte kommer i kontakt med volframelektroden. Lämplig diameter är svår att ange utan måste provas fram från fall till fall. Vid rörsvetsning med ESABs PRB/PRC-verktyg är tillsatsstrådens diameter maximerad till 0,8 mm.

Tråden skall hållas ren. Den skall förvaras försluten i en torr och dammfri lokal och vara tydligt uppmärkt. Olja, fett, damm och fukt skall hållas ifrån tråden för att undvika svetsdefekter.

Innan svetsningen påbörjas skall en kontroll göras att tråden är jämnt uppspolad på rullen och kan löpa jämnt.

Innan tråden förs genom trådledaren skall man slipa yttersta änden om den är skarp, annars kan den gå igenom trådledaren. Ojämheter på ytan kan slita hårt på trådledare och trådmunstycke.

Vid automatsvetsning skall tråden ställas in så att den träffar i framkanten på smältbadet. Kontroll bör också göras så att tillsatsstråden inte träffar volframelektroden.

Efter avslutad svetsning skall tråddäns klip-
pas av så att man slipper oxider i smältbadet.

Vinkeln som trådänden förs in i badet med har inverkan på processen. Ju större vinkeln är ju större blir rotvulsten vid svetsning av rotsträngen. Samtidigt blir det svårare att exakt ställa in vinkeln.

Till att börja med kan man ställa in en vinkel på cirka 15-30°. Vinkeln kan behöva ändras under svetsningens gång och ibland måste den kontrolleras så att den inte går in vid sidan av smältbadet.

TIGROD är stavar avsedda för manuell svetsning och AUTROD är tråd avsedd för automat-svetsning.

TIGROD levereras i 5 kg plastförpackningar. Stavarna är 1000 mm långa.

Stavar används vid manuell svetsning. Finns inte stavar kan i nödfall en bit klippas från en spole. Använder man sig av matarverken

MTC 20 eller den nyare MEI 20 och MEI 21 vid automatsvetsning skall spoltyp 46-0 användas. Diametern på tråden är 0,8 mm men även 0,6 mm kan användas. MTC 20, MEI 20 och MEI 21 används till svetsverktygen PRB, PRC, PRF, PRG.

Till PRD, PRI, POA, POB används en mindre 1-kg spole som har diametern 100 mm. Dessa säljs normalt inte av ESAB utan måste köpas av en annan leverantör eller spolas upp från en större spole.

Till PRD och A25 kan tillsatsmaterial med diameter upp till 1,2 mm användas. Till A25 kan även 15-kg spolar nyttjas.

Olegerat och låglegerat stål

OK AUTROD 12.51

Kisel-manganlegerad förkopprad elektrod. Avsedd för automatsvetsning av olegerade och finkornbehandlade stål.

OK AUTROD 12.51

Rekommenderas för SS-stålen: 1306, 1311, 1312, 1330, 1332, 1330, 1332, 1350, 1411, 1412, 1414, 1432, 1434, 1435, 2101, 2103, 2172, 2174, 2106, 2107, 2116, 2132, 2133, 2134, 2142, 2143, 2144, 2145, Domex 300, 360, 400, OX 520, 525, 525, 540, 542.

OK AUTROD 12.64, OK TIGROD 12.64

Förkopprad Si-Mn-legerad svetsstråd för olegerade eller låglegerade stål med nominell brottgräns 510-570 N/mm². Svetsning av olegerade och låglegerade ståltyper. Den används när högre kisel och manganhalt krävs jämfört med 12.51. Sträckgränsen ökar också. Svetsgodsanalysen är i stort sett densamma som med 12.51. Den högre kiselhalten hos elektroden bidrar till en por-säkrare svets med bättre ”vätning” mot grundmaterialet. Man måste dock se upp med varmsprickor på grund av kiselhalten.

OK AUTROD 13.09, OK TIGROD 13.09

Molybdenlegerad svetsstråd för svetsning av låglegerade varmhållfasta stål, innehållande 0,5% Mo samt höghållfasta stål såsom OX 602 och liknande kvaliteter. 13.09 rekommenderas för svetsning i höghållfasta stål när högre draghållfasthet och slagseghet önskas än vad 12.51 kan ge.

OK AUTROD 13.12, OK TIGROD 13.12

Krom-molybdenlegerad svetsstråd för manuell TIG-svetsning av varmhållfasta stål samt vissa låglegerade höghållfasta och varmhållfasta stål. Svetsning av Cr-Mo-legerade stål av typ SS-stål 2216, 2223, 2225 men även andra typer av höghållfasta låglegerade stål till exempel OX600, OX800 och USST1-stål. För plåttjocklekar över 8-10 mm skall en arbetstemperatur på cirka 150-200° hållas för att reducera risken för sprickbildning.

OK AUTROD 13.13, OK TIGROD 13.13

Låglegerad trådelektrod för svetsning av höghållfasta stål, där god slagseghet vid låga temperaturer krävs. Arbets- och förvärmningstemperaturer rekommenderas vara cirka 150-200 C° för att reducera risken för sprickor, speciellt för plåttjocklekar större än 8-10 mm.

OK TIGROD 13,22

Cr-Mo-legerad tråd för manuell TIG-svetsning av varmhållfasta stål av typ SS-stål 2218, 2224 till exempel UHB Stato 28, Bofors RO 211 och Sandvik HT8.

Svetstrådarnas sammansättning

| Tråd | C | Si | Mn | Cr | Mo | Ni |
|-------|------|--------|-----|-----|-----|-----|
| 12.51 | 0,1 | 0,85 | 1,5 | | | |
| 12.64 | 0,1 | 1,0 | 1,7 | | | |
| 13.09 | 0,1 | 0,6 | 1,1 | | 0,5 | |
| 13.12 | 0,1 | 0,6 | 1,0 | 1,1 | 0,5 | |
| 13.13 | 0,08 | 0,5 | 1,1 | 0,6 | 0,3 | 0,5 |
| 13.22 | 0,1 | 0,51,7 | 0,8 | 2,5 | 1,0 | |

Rostfria och syrafasta stål

OK TIGROD 16.10

Extra lågkolhaltig rostfri svetstråd för manuell TIG-svetsning av rostfria stål innehållande cirka 19% Cr och 10% Ni.

OK AUTROD 16.11, OK TIGROD 16.11

Nioblegerad rostfri tråd för manuell TIG-svetsning av rostfria stål av 19 Cr 8 Ni Nb och 19 Cr 9 Ni Ti-typ.

OK AUTROD 16.12

Extra lågkolhaltig rostfri elektrod för maskinell TIG-svetsning av austenitiska rostfria stål av typen 19 Cr 10 Ni. Svetsning av SS 2352, 2333, 2332, 2337, 2338 eller motsvarande.

OK TIGROD 16.30

Extra lågkolhaltig rostfri tråd för manuell TIG-svetsning av rostfria och syrafasta stål av 19 Cr 10 Ni Mo-typ.

OK AUTROD 16.31, OK TIGROD 16.31

16.31 är en nioblegerad elektrod för svetsning av Ti och Nb stabiliserade s k syrafasta stål av typ 18 Cr 12 Ni 3 Mo. Mo-halten höjer korrosionsmotståndet och ökar varmhållfastheten.

OK AUTROD 16.32

Extra lågkolhaltig rostfri elektrod för maskinell TIG-svetsning. Austenitiska rostfria och syrafasta stål motsvarande SS 2353 och 2343 och liknande eller lägre legerade stål (och motsvarande stål enligt andra normer).

OK AUTROD 16.52

Överlegerad rostfri tråd för svetsning av rostfritt stål mot andra ståltyper och för buffertlager i compoundstål. Den är väl lämpad för svetsning av bottensträngar i övergången mellan compoundplåtens rostfria pläteringsskikt och det olegerade basmaterialet. Med den erhållna utspädningen av svetsgodset kommer dess sammansättning att ganska väl motsvara analysen för ett rostfritt pläteringsskikt motsvarande SS 2333.

OK AUTROD 16.53, OK TIGROD 16.53

Extra lågkolhaltig överlegerad rostfri svetstråd. Svetsning av liknande legeringar i valsad eller gjuten form. Tråden är även lämplig när svåra korrosionsförhållanden råder, vilket kräver högre legerat svetsgodset. Den rekommenderas speciellt vid sammanfogning av skilda ståltyper såsom ”18/8” mot olegerade och låglegerade stål samt för ytbeläggning av rostfritt på olegerade stål.

OK AUTROD 16.86, OK TIGROD 16.86

16.86 är en rostfri tråd avsedd för svetsning av austenit-ferritiska stål, så kallad ”Duplex”. Exempel Werkstoff nr 1.4462, SAF 2205. Avesta 2205 och SS 2377. Svetsgodset blir mycket motståndskraftigt mot olika typer av korrosion.

OK AUTROD 16.95, OK TIGROD 16.95

En austenitisk rostfri svetstråd med en hög halt av mangan. Speciellt avsedd för sammanfogning av stål som är svåra att svetsa och för artskilda stål. Huvudsakligen används den till att svetsa samman 18/8 stål och kolstål och låglegerade stål.

Svetstrådarnas sammansättning

| Tråd | C | Si | Mn | Cr | Ni | Mo | Nb | N |
|-------|---------|------|-----|------|------|-----|-----|------|
| 16.10 | ≤ 0,025 | 0,4 | 1,8 | 20 | 10 | | | |
| 16.11 | ≤ 0,07 | 0,8 | 1,8 | 20 | 10 | | 0,7 | |
| 16.12 | ≤ 0,025 | 0,85 | 1,8 | 20 | 10 | | | |
| 16.30 | ≤ 0,025 | 0,4 | 1,8 | 18,5 | 12 | 2,7 | | |
| 16.31 | ≤ 0,07 | 0,8 | 1,8 | 19 | 12 | 2,6 | 0,7 | |
| 16.32 | ≤ 0,025 | 0,85 | 1,8 | 18,5 | 12 | 2,7 | | |
| 16.52 | ≤ 0,08 | 0,8 | 1,8 | 23,5 | 13,5 | | | |
| 16.53 | ≤ 0,025 | 0,4 | 1,8 | 24 | 13 | | | |
| 16.86 | ≤ 0,020 | 0,5 | 1,5 | 23 | 9 | 38 | | 0,15 |
| 16.95 | ≤ 0,20 | 0,4 | | 7 | 18 | | | |

Aluminium och dess legeringar

OK AUTROD 18.01,18.11. OK TIGROD

18.01, 18.11

Ren aluminiumtråd 99.5 Al, för TIG och oxygen-acetylsvetsning av aluminium och dess legeringar. (För oxy-acetylsvetsning krävs flussmedel). Skillnaden mellan 18.01 och 18.11 är att 18.11 har en liten tillsats av titan som ökar svetsbarheten. (Svetsgodset blir finkornigare och därmed spricksäkrare.) Svetsning av aluminiumkvaliteterna SS 4005, 4007, 4008, 4010.

OK AUTROD 18.04, OK TIGROD 18.04

Kisellegerad aluminiumtråd, typ Al Si 5, för manuell TIG-svetsning av Al-Si-legeringar och Al-Mg-Si-legeringar med kiselhalter upptill cirka 10%, rekommenderas för SS 4104, 4212, 4224, 4230, 4231, 4244, 4251, 4253.

OK AUTROD 18.15 OK TIGROD 18.15

Magnesiumlegerad aluminiumtråd, typ Al Mg 5, för TIG-svetsning av saltvattenbeständiga Al-Mg-legeringar innehållande upp till 5% Mg. Spricksäkrare än Al- Mg-legeringar med lägre Mg-halt.

OK AUTROD 18.16, OK TIGROD 18.16

Magnesiummanganlegerad svetstråd för TIG-svetsning. Legeringstypen motsvarar materialkvalitet enligt svensk standard 4140.

Svetstrådarnas sammansättning

| Tråd | Al | Zn | Fe | Si | Mn | Mg |
|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-----|
| 18.01 | 99.5 | <0.07 | <0.40 | | | |
| 18.04 | rest. | <0.1 | <0.4 | 5 | <0.05 | |
| 18.11 | 99.5 | <0.07 | <0.40 | | | |
| 18.15 | rest. | | <0.4 | <0.25 | <0.2 | 5 |
| 18.16 | rest. | | <0.4 | <0.25 | 0.7 | 4.8 |

För tråden 18.11 tillkommer 0,20% titan.

Övriga material

OK AUTROD 19.12

En koppartråd avsedd för mekaniserad TIG-svetsning av rent och låglegerat koppar. Rekommenderas på material SS 5010, 5011, 5013, 5015.

Spole: Förpackning 12 kg. Ø 1,2 1,6 mm.
Innehåll: Mn 0,25%, Si 0,25%, Sn 0,7%, Cu min 98%

OK AUTROD 19.40

En aluminiumbronstråd för mekaniserad TIG-svetsning. Svetsning och påsvetsning av valsade och gjutna aluminiumbronslegeringar. Legeringstypen utmärks av hög hållfasthet, god slitstyrka och mycket god korrosionsbeständighet, speciellt i saltvatten.

Spole: Förpackning 12 kg. Ø 1,0 1,2 1,6 mm.
Innehåll: Al 8%, Mn <1.8%, Fe <0,5%, Cu rest.

OK AUTROD 19.49

En koppar-nickeltråd för svetsning av liknande material som 90 Cu 10 Ni-, 80 Cu 20 Ni- och 70 Cu 30 Ni- legeringar. Mycket god korrosionsbeständighet, speciellt i saltvatten.

OK AUTROD 19.82, OK TIGROD 19.82

19.82 används för svetsning av höglegerade korrosions- och värmebeständiga material, 9%-Ni-stål och liknande stål med hög slagseghet vid låga temperaturer. Även för sammanfogning av artskilda material av nämnda typ. Svetsmetallen har väldigt bra mekaniska egenskaper vid höga såväl som låga temperaturer. Bra motstånd mot gropfrätning och utmattningskorrosion.

Spole: Förpackning 12 kg. Ø 0,8 1,0 1,2 1,6 mm.
Stav: Förpackning 5 kg. Ø 1,6 2,0 2,4 3,2 mm.
Innehåll: Ni min 60%, Cr 22%, Mo 9%, Nb 3.5%

OK AUTROD 19.85, OK TIGROD 19.85

Typ Inconel 82. Svetsning av höglegerade värme- och korrosionsbeständiga material.

Spole: Förpackning 12 kg. Ø 0,8 1,0 1,2 1,6 mm.
Stav: Förpackning 5 kg. Ø 1,6 2,0 2,4 3,2 mm.
Innehåll: Ni min 67%, Cr 20%, Nb 2.5%, Mn 3%.



Mekaniserad TIG-svetsning

Historik

Mekaniserad rörsvetsning utvecklades i början på 50-talet. Det började i södra Kalifornien i den då unga rymdindustrin. Där utvecklades de första svetshuvudena som utnyttjade TIG-processen.

Då dessa slog väl ut började fler och fler företag utveckla mer och mer sofistikerad utrustning, främst med avseende på den mekaniska designen av svetshuvudet.

Strömkällorna var i det första skedet inköpta standardströmkällor. Nödvändiga modifikationer utfördes för att passa de nya verktygen.

Den första generationen av svetshuvudena klarade bara av att svetsa utan tillsatstråd. Senare utvecklades funktioner för trådmatning och detta medförde att tjockare material kunde svetsas. Med tillsatstråd kunde man också tillåta en viss kantförskjutning av rören, vilket inte var tillrådligt vid enbart smältsvetsning. Förekomst av spalter kunde enklare klaras av med tillsatstråd.

Ungefär vid samma tidpunkt uppfanns också automatisk båg-längdsreglering (Automatic Voltage Control, AVC). Denna funktion innebar att man automatiskt under svetsningen kunde reglera avståndet mellan elektrod och arbetsstycke. Detta var speciellt värdefullt när fogarna krävde flera varv med tillsatstråd för att fyllas upp. Den sista funktionen som tillkom var pendling av brännaren över fogen.

Idag är svetshuvudena lätta, enkla att sätta upp och kan utföra precisionssvetsning med alla nämnda funktioner.

Större precision krävdes nu av elektroniken som styrde strömmen och alla funktioner på svetshuvudet, så tillverkarna började utveckla automatiska strömkällor. Dessa strömkällor var till att börja med relästyrda analoga maskiner. De begränsades av att få parametrar kunde kontrolleras och det krävdes mycket aktiva operatörer under svetsprocessen.

När mikroprocessorerna uppfanns tillkom ytterligare möjligheter att kontrollera processen och först då kunde utrustningen kallas helautomatisk. Seriös tillverkning och försäljning av sådana startade i början på 1980-talet.

Sedan dess har bland annat infraröda sensorer och kamerautrustning tillkommit för övervakning. Vidare har automatiska lägeställare och robotar implementerats i den mekaniserade TIG-svetsningen.

Tillämpningar

Eftersom inte alla applikationer passar för automatiserad svetsning, och för att rätt utnyttja de nya rundsvetsverktygen måste man ta ett antal faktorer i beaktning. De viktigaste sakerna man skall tänka på är:

Möjlighet att svetsa

Är svetsfogen enkel? Kan den utföras med en rak rundsvetsning eller krävs mer komplicerade rörelser? Tillåter tjockleken på röret att endast smältsvetsning används eller behövs tillsatstråd? Krävs tillsatstråd för att undvika porer?

Tillverkningstoleranser

Är delarna tillverkade med en tillräckligt snäv tolerans så att det går att repetera svetsproceduren och få likadana svetsar varje gång?

Metallurgiska hänsyn

Är delarna som skall svetsas över huvud taget svetsbara? Är materialet i delarna kända eller ännu bättre, är de certifierade? Är den kemiska sammansättningen samma på alla delarna och är den samma från charge till charge?

Kund/kvalitetskrav

Är användandet av automatiska maskiner specificerat av kunden eller kräver kvaliteten på svetsen maskinsvetsning?

Storlek på jobbet

Verkar det vettigt att installera en maskin bara för ett begränsat antal svetsar? Om avsikten är att anskaffa en maskin, är svetsjobbet tillräckligt stort för att betala maskinen och om inte, blir det mer jobb i framtiden?

Attityden hos operatörerna

Även de mest skickliga svetsarna blir trötta och okoncentrerade men det blir inte den mekaniserade utrustningen. Men är tillverkningspersonalen villiga att lära sig och att utnyttja den nya teknologin? Är det tänkbart att operatörerna vid en första kontakt med automatiserad utrustning kan släppa sitt gamla invanda sätt att arbeta och ta till sig nya kunskaper utan att vara negativa? Varje gång en entreprenör eller kund använder sig av eller funderar på att införskaffa en rundsvetsutrustning för en applikation bör ovanstående punkter beaktas. Om detta inte görs kan det resultera i en tekniskt dålig lösning som kan komma att vara ekonomiskt otillfredsställande.

Svetsbarhet vid automatiserad utrustning

Mekaniserad rörsvetsutrustning passar bäst vid applikationer med många likadana svetsar. Det bästa är cirkulära enkla svetsar. Maskinen sköter svetsjobbet och operatören slipper bli utmattad. Maskinen utför den programmerade svetsen varje gång, förutsatt att det är väl fogberett och att operatören sätter upp rören och spänner fast svetshuvudet lika varje gång. Två saker måste övervägas; svetsfogens utformning och tillgängligheten i fogen.

Fördelar med mekanisering

Utrustningen kan hålla parametrar bättre, till exempel ljusbågsavstånd, än en manuell svetsare. Speciellt tunnväggiga rör är enkla att svetsa och utrustningen fungerar nästan som ”tryck bara på knappen” emedan fogberedda rör skall övervakas vid svetsningen. Då är det nödvändigt att ha en fjärrkontroll så att till exempel strömmen kan ändras under svetsningen. Parametrar för standardrör eller rör som kunden ofta svetsar kan sparas i bibliotek för att kallas fram när det är aktuellt att svetsa samma typ av rör igen. Andra fördelar är:

- Klenare rör med värmeproblem kan svetsas
- Undergoods och övergoods kan minimeras genom programmering
- Alla utrustningar ger samma svetsresultat över hela området
- Säkrare svetsning av svårsvetsade material

- Pulsning av rotation och trådmatning ger större möjligheter att kontrollera smältan
- Högre produktivitet
- Samma resultat varje gång, identiska svetsar
- Färre fel
- Fler svetsare kan bli licensierade
- Bättre arbetsmiljö för svetsaren.

Lönsamhet

Förutsatt att kunden inte kräver automatiserad utrustning bör en noggrann analys av antalet svetsar och uppläggnings av projektet göras. Om entreprenören/ kunden redan har en utrustning och svetsningen är genomförbar så finns det ingen orsak att inte mekanisera svetsningen. Uppsättningen av utrustningen är inte speciellt mycket svårare än manuell dito. När en kund funderar på att köpa en utrustning skall man inte bara räkna på det närmaste jobbet utan ekonomiska beräkningar bör också göras på ospecificerade framtida jobb samt den kvalitetsförbättring mekaniserad TIG-svetsning medför. Beroende på antalet svetsar och längden på svetsningen kan man säga att maskinen skall betala sig på 12 månader. Om utrustningen inte går med vinst på jobbet kan maskinen eventuellt leasas. Viktigt är att personalen har en positiv inställning och att de får tillräcklig utbildning då detta är ett krav för en lyckad installation.

Kundens kvalitetskrav

Många gånger är det specificerat från kunden att automatiserad rörsvetsutrustning skall användas. Ibland beror detta på kvalitetskraven på svetsen. Det kan vara krav på inträngning, värmepåverkad zon, konkavitet, färg på svetsen, renhet och porositet.

Kontrollen av svetsningen kan delas in i visuell inspektion och kontroll med hjälp av olika testmetoder. Visuella faktorer inkluderar:

- Ytkonkavitet
- Full genomträngning
- Undergoods på insidan av röret
- Centrerings av rören
- Smältbadets bredd
- Ytans färg
- Ytsprickor.

Smalspaltsvetsning (narrow gap)

Introduktion

TIG-svetsning är en väl etablerad metod när svetsar av mycket hög kvalitet krävs. Beroende på TIG-metodens relativt låga produktivitet har rotsträngen ofta svetsats med TIG medan fyllnadssträngarna har svetsats med MMA-svetsning.

Med TIG i hela svetsfogen kan man uppnå flera kvalitetsfördelar. En av dessa är att man kan reducera de stora vinklar och därmed de stora volymer som uppstår i fogen när man svetsar i tjockväggigt material.

Man uppnår detta med smalspaltsvetsning med TIG (Narrow gap) med ett extremt smalt spår och liten volym. Svetsning i alla positioner är möjlig. Rostfritt och kolstål kan svetsas. Med denna metod ökas produktiviteten vid väggfjocklekar över 7 mm. Fördelarna med smalspaltsvetsning är bland annat:

- Kortare svetstid – ökad produktivitet
- Mindre svetsspänningar och deformationer
- Minskad förbrukning av tillsatsmaterial

Smalspaltsvetsning utförs med ESABs rörsvetsningsverktyg PRD som skall anslutas till de programmerbara strömkällorna PROTIG 250 eller PROTIG 315 Inverter.

Generella rekommendationer

Den här beskrivningen inkluderar de viktigaste anvisningarna och försiktighetsåtgärderna när man svetsar Narrow Gap TIG med rörsvetsverktyget PRD.

Grundmaterial

Alla typer av rostfritt och olegerade material kan svetsas.

Dimensioner

Det är möjligt att svetsa material med tjockleken max 80 mm med PRD-verktyget.

Fogberedning

Fogberedningen varierar lite beroende på mate-

rialet. Figureerna nedan visar fogberedningen för kolstål och rostfritt stål.

När man svetsar rostfritt ökas fogvinkeln till 6° och tjockleken på näsan reduceras till 2-3 mm. Fogberedningen skall göras av en roterande maskin, även insidan skall svarvas ned för att kompensera för avvikelser i godstjockleken på röret. Fogytorna skall göras rena före svetsningen. Aceton eller någon sorts alkohol kan användas till rengöringen.

Anslutningen till arbetsstycket

Vid Narrow-Gap svetsning är det av yttersta vikt att man har en bra återledaranslutning mellan arbetsstycket och strömkällan. Om anslutningen inte är tillräckligt bra kan den orsaka magnetisk blåsverkan. Bästa sättet att undvika detta problemet är att montera en kopparfläta runt röret och ansluta den till strömkällan.

Häftsvetsning

För de flesta applikationerna måste häftsvetsning användas. Häftsvetsningen kan utföras med en handbrännare eller med PRD-verktyget. Det rekommenderas att PRD-verktyget används för detta för att gasskyddet blir bättre. En annan nackdel är att det kan vara svårt att komma åt med brännare i trånga fogar.

Det är mycket viktigt att rören är riktigt centrerade vid häftsvetsningen. Centreringen kan göras med en speciell fixtur för att sätta ihop rören. ESAB har möjligheten att rekommendera vad för slags fixtur som kan användas för varje applikation.

Efter häftningen skall häftorna slipas ned för att undvika svetsfel i rotsträngen.

Svetsverktyg

När åkbanan monteras är det viktigt att man håller samma avstånd mellan åkbanans kant och svetsfogen runt om hela röret. Annars måste avståndet korrigeras under själva svetsningen med programmeringsenheten.

Fövärmning av materialet

Det är möjligt att svetsa förvämt material upp

till 200°. Vid höga temperaturer skall en åkbanan som är större än den som rekommenderas i instruktionshandboken användas. Detta innebär att klämbultarna skall vara längre. När svetsningen utförs med långa bultar skall en distansplåt användas för brännaren. Plåten levereras ihop med Narrow-Gap-gasmunstycket.

Elektrod

Volfram innehållande 2% toriumoxid skall användas som elektrod. Änden ska slipas så att toppvinkeln blir 45° totalt.

Standard elektrodiameter för Narrow Gap är Ø 3,2 mm.

Det är också möjligt att använda en elektrod med en diameter 4,0 mm. Elektrodens position skall vara sådan att elektrodens topp blir riktad mot centrum på fogen. För att justera centrumlinjens position under svetsningen kan man använda sig av +/- funktionen på programmeringsboxen.

Trådmatning

PRD-verktyget har trådmatningen monterad på svetshuvudet. För att bibehålla problemfri trådmatning skall trådledarna blåsas igenom och kontrolleras regelbundet. Det finns även ett riktverk för tråden som måste användas vid svetsning med PRD. Det skall vridas så att när tråden har passerat skall den vara rak.

Tillsatstråd

Diametern på tillsatstråden skall vara Ø 0,8-1,2 mm. Vinkeln mellan arbetsstycket och tillsatstråden skall justeras så att den blir cirka 25°-30°.

Skyddsgas

För att öka svetshastigheten och förbättra vätningen mot fogflankerna är det bäst att använda en gasmix med innehållet 70% He + 30% Ar. En hydrogen-argon blandning kan också användas för austenitiska rostfria stål. Gasflödet skall vara cirka 15-20 liter/minut.

Rotgas

Rotgas används alltid för rostfria stål för att undvika oxidation av rotsträngen. Rotgasen är normalt argon eller formiergas.

Förspolningen av rotgasen skall normalt vara

7-9 gånger volymen av rotgaskammaren. Rotgasflödet är normalt 6 liter/minut.

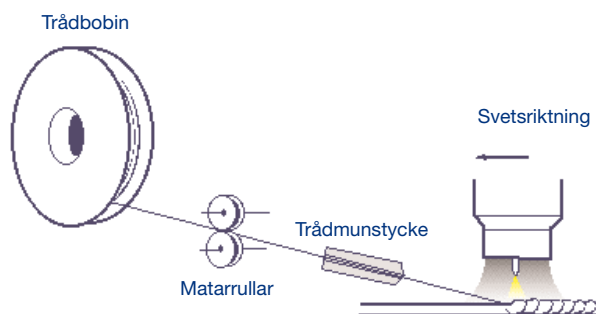
Rotgas krävs normalt inte för olegerade stål eller låglegerade stål.

Svetsprocessen

Svetsningen utförs normalt med pulsad ström för att säkra en god vätning mot fogflankerna. Sista lagret svetsas vanligtvis med pendling. Svets-hastigheten är 0,8 mm/sekund för rotsträngen och 1-2,5 mm/sekund för fyllnadssträngarna. Nedsmältningstalet varierar men är oftast mellan 0,5-0,7 kg/timme.

Rotsträngen

Vid svetsning av rotsträngen skall tillsatstråden alltid komma från framsidan på elektroden.



För att undvika undergods ”klockan 6” vid svetsningen av rotsträngen skall mängden tillsatstråd justeras under själva svetsningen. Den här justeringen kan förprogrammeras.

Fyllnadssträngarna

Det första lagret efter rotsträngen skall svetsas med tillsatstråden från framsidan av elektroden.

För de andra fyllnadssträngarna kan tillsatstråden matas från framsidan och baksidan växelvis. Man växlar riktning varje varv. Den här proceduren kan förprogrammeras. När tråden matas bakom elektroden är det viktigt att tråden är i exakt position, annars kan tråden träffa smältbadet och fastna. Detta kan undvikas genom att manuellt justera under själva svetsningen. En annan möjlighet är att ta detta i beräkning när man programmerar svetsprocessen. Normalt skall bågspänningen höjas 0,4 volt. Sista fyllnadssträngen svetsas normalt med pendling för att erhålla en låg och mjuk övergång mellan rören.

Handhavande

Svetsprocessen för Narrow-gap TIG med PRD-verktyget måste övervakas av en utbildad operatör. Operatören bör ha grundläggande kunskaper i TIG-svetsning och han behöver ca en veckas utbildning i Narrow-gap TIG-svetsning.

Summering

De viktigaste kraven i Narrow-gap TIG-svetsning med PRD är följande:

| | |
|-------------------|---|
| Återledare: | En kopparfläta monterad runt röret |
| Elektrod: | Volfram 2% Toriumoxid |
| Diameter: | Ø 3,2 mm eller Ø 4,0 mm |
| Spetsvinkel: | 45° |
| Tillsatstråd: | Diameter: Ø 0,8-1,2 mm |
| Vinkel: | 25 Ø-30° |
| Skyddsgas: | 70% He + 30% Ar |
| Gasflöde: | 15-20 liter/minut |
| Rotgas: | Argon eller Formiergas |
| Förspolning: | 7-9 gånger volymen på rotgaskammaren |
| Svets hastighet: | Rotsträngen normalt 0,8 mm/sek |
| | Fyllnadssträngar 1-2,5 mm/sek |
| Nedsmältningstal: | Mellan 0,5 och 0,7 kg/timme för fyllnadssträngarna. |

Svetsexempel

Specifikationer:

| | |
|-------------------|---|
| Utrustning: | A21 - PROTIG |
| Verktyg: | PRD |
| Rörmaterial: | SIS 2132 |
| Rördiameter: | Y.D. Ø 350 mm |
| Rörtjocklek: | T = 17,5 mm |
| Rörposition: | G5 |
| Tillsatstråd: | OK AUTROD 12.64 |
| Diameter: | 1,2 mm |
| Elektrodtyp: | Volfram-torium 2% |
| Elektroddiameter: | Ø 3,2 mm |
| Elektrodvinkel: | 45° |
| Skyddsgas: | He 70% Ar 30% |
| Startposition: | Första: klockan 2, svetsning moturs Tredje: klockan 12, svetsning moturs |
| Bågtid: | 90 min |
| Svetstid: | Totalt 120 min |
| Svets hastighet: | 1,22 mm/sekund |



Aluminiumsvetsning

De två dominerande svetsmetoderna för aluminium är MIG- och TIG-processerna men plasma, motståndssvets och vanliga elektroder används också. TIG-metoden är bättre för tunna material och där det finns behov av fin ytfinish samt vid svetsning från en sida, det vill säga när rot-sidan inte kan nås till exempel vid rörsvetsning. Vanligtvis svetsas aluminium med växelström.

Pulsad MIG är en intressant teknik för aluminium och ökar snabbt i popularitet. De huvudsakliga fördelarna med pulsningen är att den möjliggör svetsning med en stabil spraybåge även vid låg ström vilket ger god kontroll på smältbadet och mindre svetsprut. Risken för svetsfel minskar också.

Vid mekaniserad svetsning av aluminiumrör måste följande beaktas, speciellt om svetsningen utförs i position 5G:

För att erhålla bästa resultat vid rundsvetsning måste svetsningen utföras med en programmerbar strömkälla som tillåter full kontroll av smältbadet och processen. En utmärkande sak för aluminium är den höga smältpunkten för oxidfilmen som bildas på ytan. Oxiden skapar svetsfel om den blandas i smältbadet.

Fördelen med växelströmssvetsning vid TIG är att det blir en bra oxiduppbrytning men AC och AC/DC-strömkällor är normalt inte programmerbara. Bra oxiduppbrytning kan också uppnås med likström med omvänd polaritet, (+polen på elektroden).

Nackdelen med den här metoden är dock att elektroden kan överhettas och smälta och därmed minskar strömkapaciteten.

Aluminiumsvetsning med likström

På senare år har det utvecklats processer för aluminiumsvetsning av rör med ESABs A21 PRO-TIG och ett nytt svetsverktyg, PRI. Där utförs svetsningen med DC och elektroden kopplad till -polen. Speciella åtgärder måste vidtagas för att få ett bra svetsresultat. Dessa åtgärder är:

- Ren helium skall användas
- Tillsatsmaterial skall användas

- Elektrodslipning 30° total vinkel
- Avfettning och stålborstning ska göras precis före svetsningen
- Axialtryck på rörändarna för att eliminera eventuella spalter

Att använda helium som skyddsgas ställer krav på strömkällan och svetsverktyget. Helium är svår att jonisera. En del strömkällor är utrustade med startgasfunktion vilken tillåter att ljusbågen tänds i ren argon, och sedan byter strömkällan automatiskt över till helium. Användning av torium- eller lantanlegerade elektroder gör tändningen lättare.

Ett annat fenomen som det gäller att tänka på är att helium har ca 40% högre bågspänning än argon. Därför är det bra om verktyget är utrustat med AVC-kontroll. Annars kan en liten ändring i bågavståndet ha stort inflytande på bågspänningen och därmed värmeförlusten.

Som nämndes ovan är tillsatsmaterial nödvändigt. Trådmatning av mjuk aluminiumtråd vid en jämn och konstant hastighet kräver trådmatarverk på verktyget.

ESAB har introducerat rundsvetsverktyg för aluminiumsvetsning av rör. Dessa kallas PRI och har följande storlekar: 36-80 mm, 71-160 mm, 140-220 mm. Verktygen är utrustade med bågspänningskontrollerad båglängd (AVC) och ett integrerat matarverk. Dessa funktioner finns också på PRD-verktyget för stora diametrar och därför kan också detta användas för aluminiumsvetsning.

Instruktion

Följande instruktion inkluderar en beskrivning av alla mått och steg som måste tas vid skarvsvetsning av rör i svetsbara aluminiumlegeringar. Man använder sig av svetsverktygen PRD och PRI och strömkällorna PROTIG 250 eller PRO-TIG 315 Inverter.

Grundmaterial

Rörmaterialet som används är en svetsbar legering överensstämmande med DIN 1746.

Fogberedning

I-fog kan användas upp till cirka 3 mm. Rotnäsorna måste bearbetas så de blir fyrkantiga och insidans kant skall avrundas till $r = 0,5$ mm. Toleranserna på röret skall vara sådana att vägg-tjockleken runt röret inte skall överstiga 0,05 mm och toleransen mellan största och minsta diametern får inte överstiga 0,2 mm efter bearbetningen.

Rengöring av rören

Om nödvändigt måste rörändarna avfettas och betas 100 mm in på rören på så sätt att föroreningar som kvarstår efter fogberedningen tas bort.

Avfettningsmedel: Aceton, alkohol eller alkaliskt rengöringsmedel.

Betningsmedel: 65 g kromsyra CrO_3 /liter vatten + 15 ml 85% H_3 fosforsyra, PO_4 /liter vatten, 2-10 minuter. Stålborstning med till exempel en roterande rostfri stålbörste går även bra.

Rotpreparering

Precis före svetsningen skall oxidlagren, både på insidan och utsidan av rören tas bort, minst 10 mm in på rören. Detta göres med hjälp av en roterande rostfri stålbörste. På sidan av röret måste oxidlagret tas bort med en fil.

Elektroden

Man skall använda sig av toriumlegerad volfram innehållande 2% torium. Elektrodspetsen skall slipas till en vinkel på 20° och änden skall slipas av till $0,3 \pm 0,1$ mm. Positionen på elektroden skall vara riktad så att toppen är riktad mot centrum på röret. Avståndet mellan elektroden och arbetstycket skall vara 2,5 mm.

Elektroddiametern skall väljas med hänsyn till använd ström.

Ø 1,6 mm: upp till 150 A.

Ø 2,4 mm: 120-220 A.

Ø 3,2 mm: 200-300 A.

Elektroden skall bytas inför varje ny svets.

Fastsättning av rören

Rören måste vara noggrant centrerade och sammansatta före svetsningen för att få ett optimalt resultat. Om det är möjligt skall man använda fixtur. Fixturen bör ha möjligheten att ge en axiell kraft på rören under svetsningens gång.

Fixturen kan vara av modell som sitter inne i rören men kan även vara av en yttre design.

Återledaranslutningen

Strömanslutningen till arbetsstycket kräver uppmärksamhet för att ljusbågsregleringen skall fungera korrekt. Av den anledningen skall en speciell jordklämma prepareras som kan sättas fast runt på utsidan av röret på så sätt att man får en optimal elektrisk kontakt runt röret. På stället där man sätter fast denna anordning skall man borsta eller blåstra bort oxidlagret.

Häftsvetsning

I stället för en fixtur kan man häftsvetsa rören. Rören måste vara ordentligt hoptryckta före häftsvetsningen. Normalt är det tillräckligt med 3 häftor jämt placerade runt röret. Häftorna måste borstas rena innan svetsningen påbörjas.

Trådmatning

Erfarenheten visar att användningen av aluminiumtillsatsstråd tillsammans med separata trådmatningsenheter inte går bra. Det blir ingen konstant trådmatningshastighet. Därför har PRI och PRD-verktygen matarverket monterat på själva verktyget så att den delen av tråden som matas är så kort som möjligt. För att bibehålla en problemfri trådmatning skall trådledarna blåsas igenom och inspekteras regelbundet.

Tillsatsmaterial

Tillsatsstråden är helt nödvändig när man svetsar aluminium med likström. Tråden skall vara torr och ren och vara fri från oxidskikt. Man får aldrig ta i tråden med fingrarna. När PRI-verktyget används skall tråden ha diameter 1,0 mm. Med PRD kan tillsatsstrådar med diameter 1,0 eller 1,2 mm användas.

Placeringen av trådmunstycket

Placeringen av trådmunstycket skall vara så att förlängningen av tråden träffar ytan på röret precis före smältbadet. Under detta skall elektroden vara på rätt svetshöjd. Om det bildas droppar i änden på svetstråden är inte placeringen på trådmunstycket rätt eller också är utsticket på tråden från munstycket för lång.

Inställning av utrustningen

Vid inställning av bågspänningen (AVC:n) skall man komma ihåg att bågspänningen är ca 40% högre när helium används som skyddsgas jämfört med argon.

Skyddsgasen

Som skyddsgas skall 100% ren helium användas. Det är nödvändigt att ha en tillräcklig förspolning av skyddsgas före starten av svetsningen efter längre uppehåll (längre än 2 timmar). Kontroll skall regelbundet göras av slangar och slangkopplingar.

Det maximala skyddsgasflödet skall väljas i relation till innerdiametern på gaskåpan. En god tumregel är cirka 1 liter/minut som skyddsgasflöde per mm innerdiameter. Som exempel skall inte gasflödet överstiga 10 liter/minut för en gaskåpa på 10 mm.

Rotgas

Det är inte nödvändigt att använda rotgasskydd vid likströmssvetsning av aluminium. Om rotgas användes blir ytan på baksidan något ljusare. Som rotgas rekommenderas ren argon.

Andra kommentarer

Aluminiumsmältan absorberar fuktighet från luften. Därför bör man undvika att svetsa aluminium när luftfuktigheten är hög.

Summering

Det viktigaste vid TIG-svetsning av aluminiumrör med likström och verktygen PRD och PRI är följande:

| | |
|---|--|
| Fogberedningstoleranser: | Väggjocklek: 0,05 mm. |
| High-low: | 0,2 mm max. |
| Elektrod: | Toriumlegerad volfram 2%. |
| Diameter: | Ø 1,6 mm upp till 150 A. Ø 2,4 mm 120-220 A. Ø 3,2 mm 200-300 A. |
| Toppvinkel: | 20° |
| Avslipad topp: | 0,3 ± 0,1 mm. |
| Avstånd mellan elektrod och arbetsstycke: | 2,5 mm. |
| Tillsatstråd diameter: | PRI Ø 1,0 mm. |
| PRD Ø 1,0 eller 1,2 mm. | |
| Skyddsgas: | 100% helium. |
| Gasflöde: | 10 liter/min per 10 mm gaskåpediameter. |

Exempel på aluminiumsvetsning

Arbetsbeskrivning

Här ges en beskrivning på svetsning av ett aluminiumrör med dimensionerna Ø 57x3 mm.

Svetsningen är utförd med PRI-verktyget.

De olika stegen som anges nedan är angivna i kronologisk ordning och skall utföras för att få en bra skarvsvetsning.

- Ta bort oxidlagret minst 10 mm in på röränden med en roterande borste.
- Sätt fast en specialgjord klämma runt röret, (borsta eller blåstra röret innan).
- Montera på svetsverktyget.
- Sätt fast verktyget i den första häftsvetspositionen.
- Placera brännaren över fogen och ställ in rätt höjd.
- Ladda in häftsvetsprogrammet.
- Tryck ihop fogen, helst med en speciell klämanordning.
- Utför häftningen.
- Lyft upp brännaren och vrid till andra häftsvetspositionen.
- Ställ in rätt bågavstånd.
- Utför andra häftningen.
- Lyft brännaren och vrid till den tredje häftsvetspositionen.
- Utför tredje häftningen.
- Lyft brännaren och vrid ett varv till startpositionen.
- Ladda in svetsprogrammet.
- Ställ in rätt bågavstånd och mata fram tillsatstråden till rörytan.
- Utför svetsningen.
- Efter svetsningen skall brännaren lyftas upp och svetshuvudet ska avlägsnas. Änden på tillsatstråden skall klippas bort och svetsen ska borstas.

Specifikationer

| | |
|-----------------|-----------------|
| Utrustning: | A21-PROTIG 315 |
| Verktyg: | PRI 36-80 |
| Rörmaterial: | Aluminium |
| Rördimensioner: | Ø 57 mm t=3 mm. |

Häftsvetsning

| | |
|------------------|--|
| Position: | 5G |
| Tillsatstråd: | Al Mg 5 |
| Tillsatstråd: | Ø =1,0 mm |
| Elektrod: | Ø =2,4 mm |
| Slipvinkel: | 30° |
| Spets: | 0,3 ± 0,1 mm |
| Elektroavstånd: | 2,5 mm |
| Svetsgas: | He 100% |
| Rotgas: | - |
| Svetspositioner: | Första häftan 0° Andra häftan 90° Tredje häftan 240° se bilaga. |
| Svetsparametrar: | |

Rotsträngen

| | |
|-------------------|---------------------|
| Rörposition: | 5G |
| Tillsatstråd: | Al Mg 5 |
| Tillsatstråd: | Ø =1,0 mm |
| Elektrodmaterial: | Volfram - torium 2% |
| Elektrod: | Ø =2,4 mm |
| Slipvinkel: | 30° |
| Spets: | 0,3 ± 0,1 mm. |
| Elektroavstånd: | 2,5 mm |
| Svetsgas: | He 100 % |
| Rotgas: | - |
| Startposition: | 150° |
| Svetsparametrar: | se bilaga. |

Anteckningar

A large grid area for taking notes, overlaid on a background image of a car's interior. The grid is composed of 20 columns and 30 rows of small squares. The background image shows the front passenger side of a car, including the door panel, a seat with a white cover, and a window. The overall color scheme is warm and yellowish.

Sakordsregister

| | |
|---------------------------|--------------------------|
| Aluminium..... | 24 |
| Argon | 12 |
| Bindfel | 18 |
| DCSP | 5 |
| Ej utfylld svets | 19 |
| Elektrod | 9 |
| Gaskåpa | 9 |
| Gaslins..... | 13 |
| Genomrinning..... | 19 |
| Genomsvetsning | 19 |
| GTAW..... | 3 |
| Helium | 12 |
| HF-generator | 5 |
| Hydrogen..... | 12 |
| Häftsvetsning | 28 |
| Kantförskjutning | 19 |
| Kvalitetskrav | 27 |
| Mekanisering | 26 |
| Narrow gap..... | 28 |
| Porer..... | 19 |
| Rostfritt..... | 23 |
| Rotgas | 14, 29, 33 |
| Rotsträng..... | 29 |
| Rotvulst | 18 |
| Skyddsgas..... | 11, 14, 29 |
| Skyddsgasflöde..... | 12 |
| Smältdike..... | 18 |
| Spricka | 19 |
| Svetsfel..... | 18 |
| Svetsklass | 18 |
| Svetsparametrar | 17 |
| Svetsråge | 18 |
| Tillsatsmaterial..... | 21-25 |
| Titan..... | 15 |
| Trådmatning..... | 32 |
| Valv i rot..... | 19 |
| Vattenkylning | 8 |
| Volfram | 5-11, 21, 29, 30, 32, 33 |
| Väggfjocklek..... | 20 |
| Återledaranslutning | 32 |

Innehåll

- Inledning
- Historik
- Allmänt om TIG-svetsning
- TIG-svetsningens princip
- Varför använda TIG-metoden?
- Utrustning
- Strömkällan
- TIG-brännare
- Gaskåpa
- Elektrod
- Skyddsgas
- Svetsparametrar
- Svetsfel
- Svetsfel vid TIG-svetsning
- Fogberedning vid rörsvetsning
- Väggtjockleken
- Tillsatsmaterial
- Olegerat och lålegerat stål
- Rostfria och syrafasta stål
- Aluminium och dess legeringar
- Övriga material
- Mekaniserad TIG-svetsning
- Tillämpningar
- Fördelar med mekanisering
- Smalspaltssvetsning (Narrow Gap)
- Introduktion
- Generella rekommendationer
- Summering
- Svetsexempel
- Aluminiumsvetsning
- Aluminiumsvetsning med likström
- Exempel på aluminiumsvetsning
- Sakordsregister



ESAB AB

Box 8004, 402 77 Göteborg

Tel 031 - 50 90 00 Fax 031 - 50 93 90

info@esab.se www.esab.com