

med længder på op til 7,5 meter, samt en afgangstransportør med tilhørende afgangstation.

Simpelt at programmere

Applikationstekniker Geoffrey van den Driesche fra Valk Welding programmerede positioneringen af rørene, skæringen af hullerne og svejsningen af koblingerne for alle de rørdiameter, som kunden arbejder med. Softwareprogrammerne er opdelt i separate programmer til håndteringsrobotten og skære- og svejserobotten. Omskiftning imellem plasmaskæreren og svejsebrænderen oprettes automatisk. Geoffrey van den Driesche siger: -Hvis kunden vil bruge koblinger med en anden diameter, kan de uden videre tilpasse softwaren ved hjælp af makroerne, som vi har programmeret for dem.

Support fra Danmark

Servicesupport var også et afgørende punkt for den svenske producent: -Valk Welding har bevist, at de kan reagere hurtigt fra deres danske filial, og at de yder god support fra det hollandske hovedkontor, siger Ola Holgersson. Fra vores filial i Nørre Aaby kan vi nu yde support til vores svenske kunder, uanset hvilke problemer de måtte komme ud for, fremhæver Marcel Dingemanse.

Dokumentation for konceptets gennemførlighed

Valk Welding ser et stort markedspotentiale for deres automationskoncepter blandt producenter af sprinklerinstallationer. - Ved at undgå at fokusere 100 % på automation har vi udviklet en løsning med en meget høj grad af driftssikkerhed og en interessant tilbagebetalingsperiode. Vi betragter



Håndtering, skæring og svejsning udføres af to separate robotter.

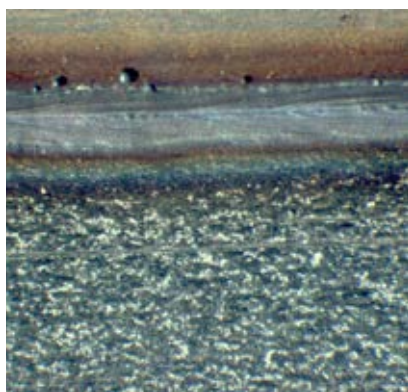
systemet til Tyco Building Services Products som bevis for konceptets gennemførlighed – et bevis, der omfatter al den erfaring, som vi har samlet i løbet af de seneste år, fastslår Remco H Valk.

BLY

BAGGASDÆKNING VED LASERSVEJSNING AF RUSTFRIE RØR OG FITTINGS

Lasersvejsning af rør er en velkendt teknik, men det er ikke uden problemer at lasersvejsning af rustfrie rør og fittings. Især ikke hvis kvaliteten svigter – og specifikationen ikke er skarp nok.

Af Civilingeniør J. Vagn Hansen, og Civilingeniør Jan Elkjær Frantsen, FORCE Technology



Figur 1. Blåfarvning af længdesømmene skyldtes, ifølge fabrikanten svigt i baggas under lasersvejsningen.

Et eksempel på et problem med lasersvejsning af rustfrie rør er hentet fra etableringen af et vandforsyningsnet i en procesvirksomhed. Her stod man med rør, hvor der havde været svigt i den indvendige gasdækning. Rørene var blevet leveret efter DIN 17457 i tilstand k0, der foreskriver, at de svejste rør skal være fremstillet af bejdsset plade, men ikke at de skal være bejdsede som rør efter svejsning. Så det var naturligvis rør med svejse-sømme der ikke var bejdsede, som rørfabrikanten havde leveret.

I forbindelse med montage af anlægget blev der svejst efter en projektspecifikation, der krævede et anløbningsniveau, der ikke måtte overstige C efter FORCE Technologys referenceatlas (på den tid rapport 94.30/94.34, nu rapport 1337-4). Såvel svejsere som svejseinspektør observerede, at kravet var opfyldt for montagesømmene, men ikke for længdesømmen i en del rørlængder.

Det var derfor relevant at få afklaret, om rørene opfyldte den specificerede leveringsstandard, og dernæst om den faktiske tilstand af rørene kunne accepteres til anvendelsen. I den aktuelle situation gav en henvendelse til den ansvarlige DIN komité ikke støtte til, at en oxideret misfarvet svejse-søm var i modstrid med standardens krav om en metallisk ren overflade. Omvendt er der talrige referencer til korrosionsskader i netop blåanløbne svejse-sømme i brugsvandssystemer.

Desuden kan man i en relateret standard som DS/EN 10312 –2003, Svejste rustfrie stålrør til transport af vandige væsker inklusive drikkevand – Tekniske leveringsbetingelser, se følgende specificeret i en note: "Tilstanden som svejst skal styres, således at misfarvning holdes på et minimum for at sikre mod tab af korrosionsbestandighed". Tilsvarende skrives i EN 12502-4, Beskyttelse mod korrosion i vandsystemer af rustfrit stål, at "oxidfilm, der medfører farvetoning over strågul (straw yellow), vil resultere i en stærkt forøget sandsynlighed for grubetæring/pit-

ting." I den givne situation blev rørene med blåanløbne længdesvejsesømme derfor bejdsset før ibrugtagning.

Projekt baggasdækning af lasersvejste rustfrie rør

Nogle år senere gav en pulje af forskningsmidler mulighed for at eftervise de specifikke virkninger af oxidering i form af anløbning under lasersvejsning.

Projektet tog udgangspunkt i, at præfabrikerede fittings og rørsektioner typisk giver bedre svejsekvalitet og lettere adgang til kontrol, sammenlignet med montagesvejsning, samt at der med laserudstyr som YAG- og fiberlaser fås mulighed for fleksible opstillinger og brug af robotter til præfabrikation. Målet for projektet var at finde svar på, hvorvidt laserprocessernes lavere heat input sammenlignet med TIG og orbital-TIG, ville føre til lempeligere krav til baggassens renhed. Vi skulle således have et mål for sammenhængen mellem iltniveau og farvetoning og mellem farvetoning og modstand mod grubetæring.

Svejsforsøgene blev gennemført med YAG-laser og styret iltindhold i baggasserne, der var af typerne ren argon og 90/10 N₂/H₂ – formiergas. Der blev svejst både i bejdsede rør og i elektropolerede rør.

På basis af blandinger af argon og ilt hhv. formiergas og ilt med certificerede indhold af ilt blev følgende iltniveauer (målt i ppm – 10⁻⁶) testet: <5 ppm, 25, 50, 100, 200, 500,

1000, 5000, 9000, ren luft/ingen baggasflow. Gasblandingerne blev stillet til rådighed af Air Liquide Danmark.

Farvetoning kvantificeres med henvisning til FORCE Technologys referenceatlas, rapport 1337-4-da. Konsekvensen af anløbningen blev fastlagt ud fra korrosionstest, hvor der blev målt kritisk pittingtemperatur, CPT ved 1000 til 5000 ppm klorid i vand.

Resultater af forsøg med baggasdækning

Farvetoning som funktion af gasblanding er vist i Figur 2 til 5. Det skal bemærkes, at den observerede relation kun er gældende for de anvendte rørdimensioner og svejseparametre.

Resultaterne viser sammenhænge for anløbningsgrad i Tabel 1.

Ved sammenligning med data for TIG svejste rør ses en tendens til, at der kan tillades et højere iltindhold, før samme anløbningsniveau opstår ved lasersvejsning.

Sammenligningen af iltniveau i baggassen og korrosionsbestandigheden er illustreret ved resultaterne af test med 1000 ppm klorid i bejdsede rør og 2000 ppm klorid i elektropolerede rør, der generelt havde en højere bestandighed. Variationen i resultaterne er søgt udlignet med trendkurver, idet antallet af prøver ikke gav grundlag for at fastlægge en valid eksakt relation, se Tabel 2 og Figur 6 - 7.

Resultaterne viser sammenhænge for korrosionsbestandighed i Tabel 2.

CPT for bejdsset rørmateriale uden svejsesøm er ca. 68 °C for 1000 ppm klorid og over 100 °C for elektropoleret rør uden svejsesøm.

Der må således regnes med en nødvendig margin - ikke alene i forhold til rørmateriale uden svejsesømme, men også i forhold til svejsesømme med en ganske svag anløbningsfarve.

Det ses desuden, at CPT generelt er højere for lasersvejste bejdsede rør sammenlignet med TIG-svejste, selv med et højere kloridniveau i testen af de elektropolerede.

Anbefalinger til at opnå gode resultater med lasersvejsning af rustfrie rør

Udgangspunktet for en høj korrosionsbestandighed af svejste emner er, at svejsesømmene har en høj geometrisk kvalitet dvs. svarende til EN ISO 5817/B.

Vedrørende krav til maksimal anløbning gælder følgende:

Regnes der med en margin på 20 % i forhold til CPT på en optimalt gasdækket svejsesøm, ser det ud til at være tilstrækkeligt at forskrive maksimalt Niveau D jf. FORCE Technology rapport 1337-4 for bejdsede rør og formentlig også for elektropolerede rør.

| Rørtype | Gastype | Farvetoning til | | Bemærkning |
|-----------------|---------|-----------------------|-----------------------|----------------------------------------------------|
| | | Niveau C ¹ | Niveau D ¹ | |
| Bejdsede | Argon | 200 ppm | 500 ppm | Ved 200 ppm ses lokal farvetoning C-D ¹ |
| | Formier | 500 ppm | 1000 ppm | |
| Elektropolerede | Argon | 100 – 200 ppm | 200 – 500 ppm | |
| | Formier | 100 – 200 ppm | 500 – 1000 ppm | |

1 Jf. FORCE Technologys referenceatlas, rapport 1337-4-da

Tabel 1. Sammenhæng mellem anløbningsgrad¹ og iltniveau i gassen

| Rørtype | Gastype | Iltniveau i ppm ved CPT reduktion | | Bemærkning |
|-----------------|---------|-----------------------------------|------------|--------------------------------------------------------|
| | | 10% margin | 20% margin | |
| Bejdsede | Argon | > ca. 25 | > ca. 1000 | CPT for 1000 klorid, baggas med < 5 ppm ilt = Ca. 65°C |
| | Formier | > ca. 5 | > ca. 1000 | |
| Elektropolerede | Argon | > ca. 25 | > ca. 100 | CPT for 2000 klorid, baggas med < 5 ppm ilt = Ca. 75°C |
| | Formier | > ca. 100 | > ca. 500 | |

Tabel 2. Sammenhæng mellem CPT og iltniveau i gassen

Dette er muligvis et konservativt kriterium for elektropolerede rør, sammenlignet med bejdsede rør, eftersom korrosionsbestandigheden generelt er højere. Men hvis man ser på de relative egenskaber for en svejst og anløbet prøve, sammenlignet med en prøve svejst uden anløbninger, er krav om Niveau D velbegrunder og bedre

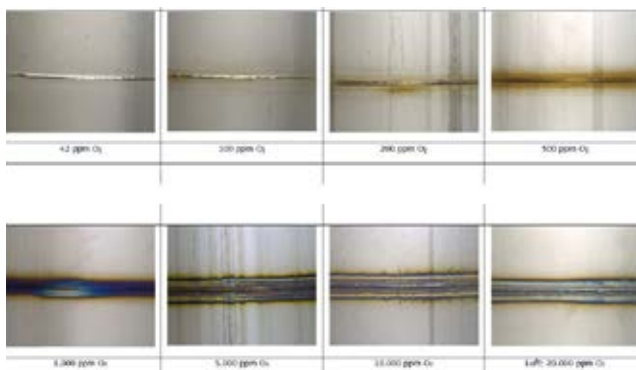
egenskaber opnås, hvis man begrænser niveauet til C.

Som for TIG svejsninger kontrolleres ved visuel inspektion (VT eller RVT med videoendoskop).

Præfabrikerede lasersvejste fittings og sektioner kan selvfølgelig altid bejdses

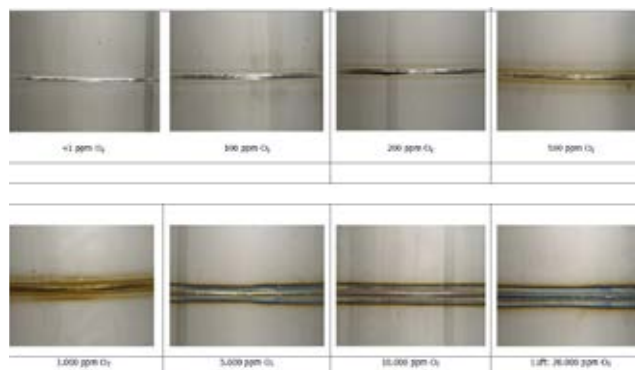
– og eventuelt også efterfølgende elektropoleres. Det giver en højere til-ladelig anløbningsgrad efter svejsning og samtidig optimal sikkerhed mod kontaminering af andre overflader end lige svejsezonerne.

Lasersvejste rør. Baggastype Argon



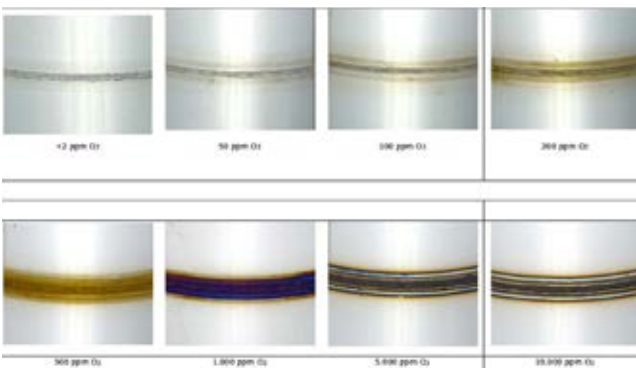
Figur 2 Anløbningsfarver for lasersvejste bejdsede rør med argonbaggas.

Lasersvejste rør. Baggastype Formier



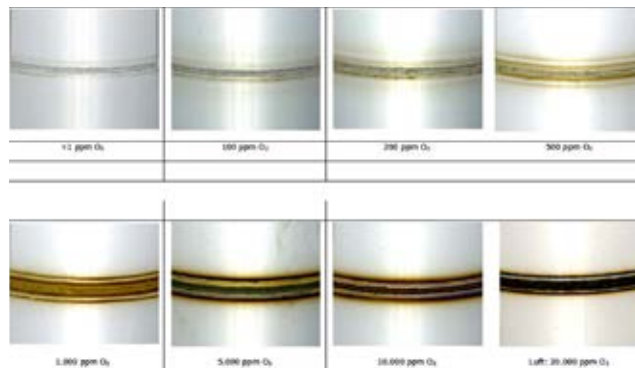
Figur 3 Anløbningsfarver for lasersvejste bejdsede rør med formierbaggas.

Lasersvejste elektropolerede rør. Baggastype Argon

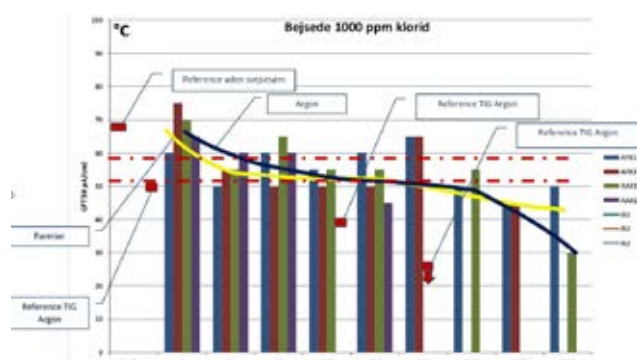


Figur 4 Anløbningsfarver for lasersvejste elektropolerede rør med argon baggas.

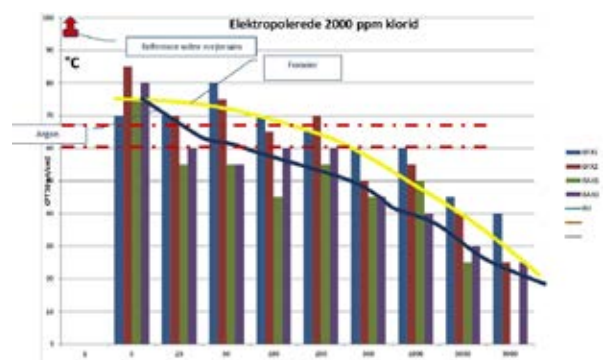
Lasersvejste elektropolerede rør. Baggastype Formier



Figur 5 Anløbningsfarver for lasersvejste elektropolerede rør med formier baggas.



Figur 6 Korrosionsbestandighed i form af CPT som funktion af anløbningsgrad (iltindhold) for lasersvejste bejdsede rør. Stiplede linjer markerer hhv. 10 og 20 % marginer til CPT for prøven svejst med den reneste baggas.



Figur 7 Korrosionsbestandighed i form af CPT som funktion af anløbningsgrad (iltindhold) for lasersvejste elektropolerede rør. Stiplede linjer markerer hhv. 10 og 20 % marginer til CPT for prøven svejst med den reneste baggas.