

Dokument: SASAK-RAP-SV-AKS-MIG-0029-01

Gastransporten Ved MIG- og TIG-svejsning af aluminium

SASAK
Projekt 3 - Svejsning

Slutrapport.

Bent Jensen
Migatronic
Juni 2001

Indhold

1	Sammenfatning.....	3
2	Beskyttelsesgastransporten.....	4
3	Trykbeholdere.....	4
4	Faste installationer.....	5
5	Ikke-metalliske slangeforbindelser.....	6
	5.1 Diffusion i svejseslanger ved vekslen mellem flow og stilstand.....	7
6	Brug af dobbelt trådboks til minimering af forureningsrisiko.....	8
7	Reduktionsventilen.....	9
8	Brug af håndflowmeter.....	10
9	TIG-svejsning - gaskoppen.....	11
	9.1 Gaslinser.....	12
10	MIG-svejsning – effekt af køling af gaskop.....	12
11	Opsummering og forholdsregler.....	13
12	Litteraturliste.....	14

1 Sammenfatning

Ved svejsning i aluminium er det nødvendigt at beskytte smeltebadet mod den omgivende atmosfæriske luft for bl.a. at undgå gasporer i svejsemetallet. Det er især vigtigt at forhindre tilstedeværelse af hydrogen omkring smeltebadet, da aluminium i smeltet tilstand kan opløse store mængder hydrogen. Derudover har aluminium i smeltet tilstand en høj affinitet til oxygen. Udover at beskytte smeltebadet er beskyttelsesgassens funktion at stabilisere lysbuen samt at medvirke til at fjerne oxidlaget på aluminiumsoverfladen.

De fleste inaktive gasser kan benyttes ved svejsning i aluminium, da de hverken reagerer eller opløses betydeligt i smeltebadet. Gasser som neon, krypton eller xenon kunne anvendes, men det er kun argon og helium som hovedgasser, der af prismæssige årsager er relevante til MIG- og TIG-svejsning.

Der er gennem tiderne undersøgt mange forskellige beskyttelsesgasser og blandinger af disse, og det har vist sig, at beskyttelsesgassens sammensætning har en afgørende indflydelse på svejsekvaliteten. Det gælder især forhold som svejsesømmens indbrændingsprofil, overfladeprofil og overfladetilstand samt lysbuestabiliteten.

På baggrund af forsøg under SASAK-projektet samt et større litteraturstudie omhandler denne rapport en beskrivelse af beskyttelsesgassens anvendelse og betydning i forbindelse med MIG- og TIG-svejsning i aluminium.

2 Beskyttelsesgastransporten

Det har i lang tid været kendt, at porefremkomst i MIG-/TIG- og Plasmasvejste aluminiumssamlinger primært skyldes Hydrogen som fanges i størkningsprocessen.

Opmærksomheden omkring dette problem har derfor primært koncentreret sig om at sikre en korrekt beskyttelsesgasdækning under svejsning, samt en rengøring af materialer. Specielt grundmaterialets overflade, som består af en hygroskopisk oxidhinde, indeholder megen hydrogen, hvorfor en fjernelse af denne hinde er forudsætning for en porefri svejsning. Men også tilsatsmaterialet, fremdrivningsenheder såsom drivhjul, linere m.m. til MIG-svejsning kan være væsentlige hydrogenbærere.

Det er derfor almindelig anerkendt, at disse områder underkastes en øget opmærksomhed og rengøring. Mindre anerkendt er det dog, at selve beskyttelsestransporten, det være sig trykbeholdere, gasslanger m.m. også kan være en væsentlig forurener.

Typisk er det således, at trykbeholder og faste centralanlæg udføres i stål og kobber, medens den fleksible slangedel fra reduktionsventil til svejsebrænder som oftest er i PVC eller anden plastik/gummikombination.

Eftersom den fleksible del som oftest er samlet med mange samlinger, er der mange muligheder for utætheder såsom for løse slangesamlinger. Endvidere er denne del også mere følsom overfor miljømæssige påvirkninger, såsom varme, kulde, sol, fedt og snavs. Slangesamlinger har nemlig en tendens til at erodere, hvorfor diffusion ud af slangerne ofte ses.

Opmærksomheden imod diffusion ind i slangerne, gennem hygroskopiske revner og porøsitet, er derimod ikke særlig fremherskende, typisk ud fra deisen om, at gennem beskyttelsesgassen tryk i slangerne og den konstante gennemskylning af den indvendige del, er der ingen fare for forurening af den anvendte beskyttelsesgas.

Disse antagelser er dog ikke korrekte, og de typiske fejlårsager er følgende:

3 Trykbeholdere

For trykbeholdernes vedkommende kan der desværre ske det, at en flaske tømmes fuldstændigt og efterlades med åben flaskeventil. Derved kan der opstå et vakuum i beholderen. Dette vakuum tillader atmosfærisk luft at sive ind i trykbeholderen, og eftersom der ikke er automatisk skylning af trykbeholderne før påfyldning, kan der være en latent risiko for at modtage en forurenede trykflaske, med kvalitetsmæssige problemer til følge - typisk i form af sortsvidning af materialet og stort indhold af porer i svejsemetallet.

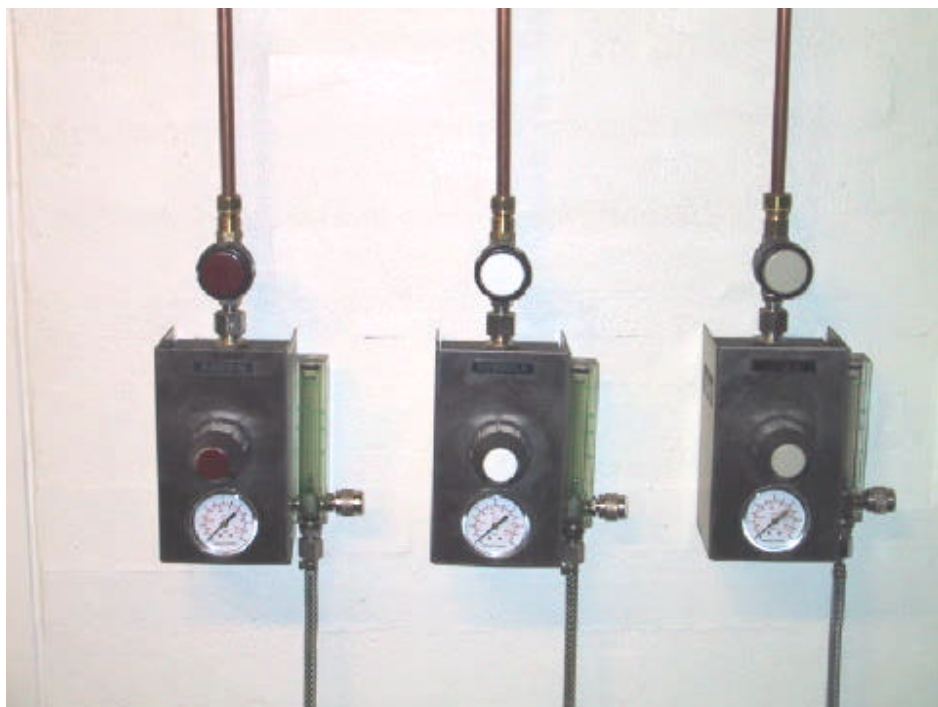
De fleste gasleverandører udfører en hydrostatisk test af deres flasker hvert femte år, bl.a. også for at undersøge for indvendig rustdannelse.

De enkelte leverandører beskriver hvilken renhed der stilles til de enkelte gasblandinger, og den enkelte kunde er nødsaget til at anvende en besværlig og kostbar test, såfremt den forventede renhed skal kontrolleres.

4 Faste installationer

De faste installationer, typisk benævnte som centralanlæg, findes på mange store arbejdspladser og centraliserer transporten ud til de enkelte arbejdspladser/-stationer. Fordelen ved dette er, at der kan laves forsyningsrør for de enkelte gasarter ud til pladser, hvorved de større virksomheder kan drage fordel af evt. eget centralt blandingsanlæg.

Sådanne forsyningsstrengene kan have en udstrækning på flere hundrede meter, med mange enkeltposter.



Figur 1: Eksempel på udtagsposter ved centralanlæg

Der derfor en risiko for utætheder i sådanne systemer, og såfremt der ikke er konstant flow i ledningerne, kan evt. indstrømmende atmosfærisk luft gennem utætte samlinger m.m. i timevis, dagevis ja måske i ugevis stå og forurene disse forsyningsstrengene, og dermed være en latent kvalitetsrisiko for selve svejsearbejde.

En systematisk trykprøvning og evt. gennemskylning bør derfor være et led i virksomhedens generelle vedligeholdelsespolitik.

Et andet væsentligt argument for systematisk trykprøvning, er det økonomiske aspekt. Et utæt forsyningssystem lækker konstant, og med prisniveauet på Argon/Helium taget in mente, vil der være mange penge at spare ved et tæt system.

5 Ikke-metalliske slangeforbindelser

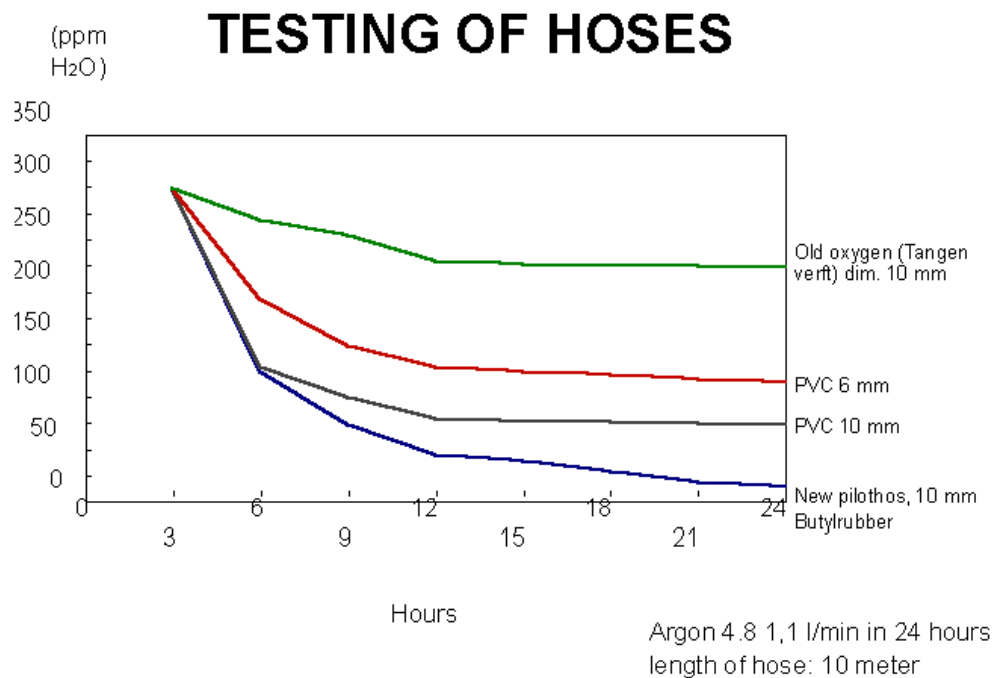
For plastik- og ikke-metalliske slangeforbindelser, er risikoen for utætheder og erosion latent til stede, specielt fordi ingen normalt forventer at der også kan ske en diffusion ind igennem det hygroskopiske materialer, samt ikke mindst gennem indsvivning ind igennem slangeåbningerne, når processen er slukket og der ingen gasækning er i slangen.

De forskellige trykforhold, foranlediget af bl.a. omgivelsernes relative lufttryk gør, at slangerne bliver forurenede ved blot få minutters tomgang uden gasflow.

Under normale omstændigheder er denne forurening af så lille karakter, at dennes indflydelse på svejsningens kvalitetsniveau ofte omtales som normale poreproblemer ved MIG og TIG-svejsning af aluminium.

Nye forskningsforsøg udført af bl.a. Norsk Hydro og Migatronic viser gennem nedenstående skemaer, hvor stor forureningsgrad, der kan forventes ved brug af forskellige materialer til transport af beskyttelsesgassen i svejse-slanger.

Denne sammenligning viser, at såsnart der er opnået lavt fugtighedsniveau, er der stor forskel på den nye såkaldte "diffusionstræge" slange af Butylrubber og de øvrige typer.



Figur 2. Fugtindhold i gassen som funktion af gennemskylningstid for forskellige slanger

5.1 Diffusion i svejteslanger ved vekslen mellem flow og stilstand

Målinger har vist, hvorledes fugtighed diffunderer ud/ind af en typisk PVC slange efter et stop i svejsningen på 30 min – se figur 3. Som det fremgår af diagrammet er der tale om en 10 meter svejteslange med et gasflow på 5 l/min.

Principielt kan vi sige at det der foregår forud for udfladningen af kurven er uinteressant, idet det først er efter udfladningen vi kan måle den konstante diffusion igennem slangen.

Alligevel ved vi erfaringsmæssigt, at der ikke, forud for hver opstart, gennemskylles i 10 min hvorfor vi må konstatere en latent risiko for kvalitetsproblemer efter hvert stop af længere tids varighed.

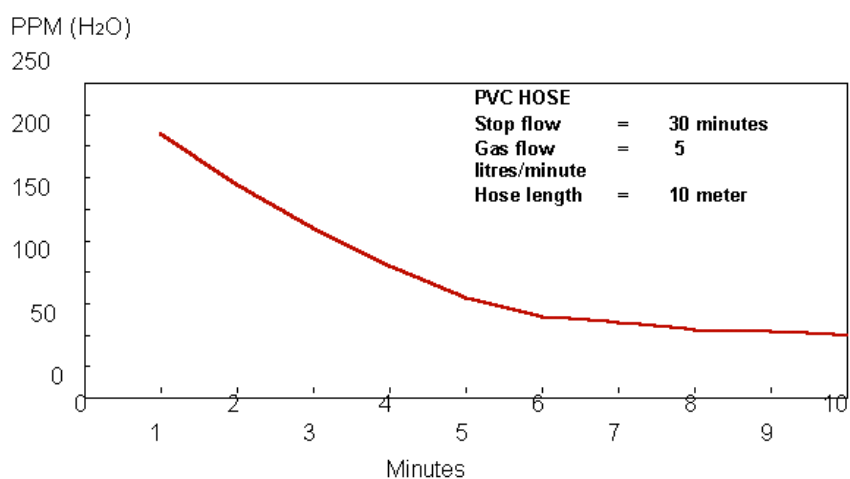
Forsøg har vist, at såfremt der arbejdes med andre materialer og gasarter på samme maskine, opstår der forureningsproblemer, såfremt der har været anvendt aktivt gas forud for svejsning i aluminium.

Dette giver sig udslag i et restindhold af aktive gasser, som virker forstyrrende på svejsningen, med bl.a. dårlig lysbuestabilitet og sortsvidning af grundmaterialet til følge.

Begge dele giver mulighed for fejl p.g.a. den ændrede lysbuekarakteristik.

Sammenligning imellem forskellige slangetyper, og igen her er det som sker forud for udfladning af kurven i princippet uinteressant, idet det er de absolutte værdier efter gennemskylningen til lavt fugtighedsniveau, som er interessant.

Diffusion in hoses



Brookner Clean Flow

Figur 3: Skylningstidens effekt på fugtindholdet i gassen ved gentagne start/stop.

6 Brug af dobbelt trådboks til minimering af forureningsrisiko

En måde at minimere forureningen på, under beskyttelsesgassens transport gennem maskinen, er at bruge en svejsemaskinen med dobbelt trådboks.

Fordelen ved dette er, at der kan benyttes to forskellige trådtyper på den samme opstilling, hvilket kan betyde problemfrit skift mellem materialetyper som f.eks. sort stål og aluminium.



Figur 4: Svejsemaskine med dobbelt trådboks

Disse to materialetyper bruger h.h.v. en aktiv gas og en inaktiv gas, og ved transport igennem fælles transmissionsledning opstår der nemt forurening af beskyttelsesgassen til aluminium.

Dette undgås ved at føde de to trådbokse separat med beskyttelsesgas beregnet for den enkelte proces, og derved eliminere en væsentligt forureningskilde.

7 Reduktionsventilen

En anden vigtig transmissionskilde er reduktionsventilerne.

Eftersom kvalitetssvejsninger betinger konstant flow, under alle forhold, er reduktionsventiler med indbygget flowmeter at foretrække, fremfor en reduktionsventil alene med literaflysning.



Figur 5: Reduktionsventil med flowmeter

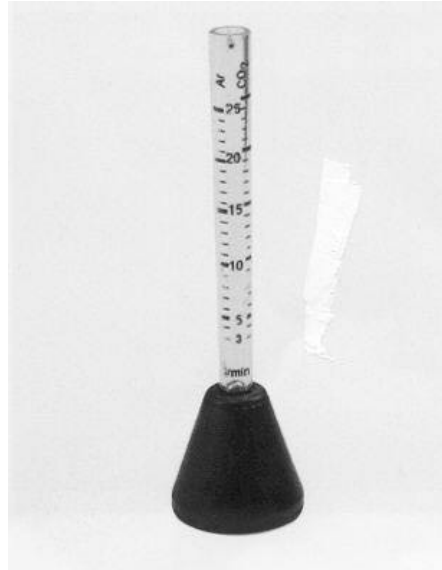
Alle typer reduktionsventiler giver dog et konstant tryk/flow, men med et flowmeter med kugle aflæsning kan man altid se om regulatoren er i aktion, idet kuglen da vil vise det aktuelle flow i flowmetersøjlen.

Såfremt alle skrueforbindelser, pakninger m.m. er tætte, er der ingen fare for at atmosfærisk luft kan sive ind i slangerne i trykfrie perioder, og derfor ikke forurene beskyttelsesgassen.

8 Brug af håndflowmeter

Som et, ikke altid præcist, men alligevel retningsgivende værktøj kan bruges et flowmeter, der sættes over gaskoppens munding, og derved aflæser det direkte flow tæt.

Fordelen ved dette er, at man altid får en indikation af beskyttelsesgasmængden direkte ved gaskoppen og smeltebadet.



Figur 6: Håndflowmeter

Flowmetret skal altid anvendes i lodret position, idet kuglen skal kunne svæve frit i røret, og ellers vil give en forkert aflæsning.

9 TIG-svejsning - gaskoppen

Ser vi på gastransporten ved TIG-processen, er specielt gaskoppens størrelse af betydning for beskyttelsesgasmængden.

Gaskoppen har, på samme måde som på MIG-processen, til opgave at lede den udstrømmende beskyttelsesgas ned omkring lysbue og smeltebad.

Eftersom der findes forskellige gaskop størrelser, er det meget vigtigt at den er tilpasset den korrekte og nødvendige gasmængde, for at øve optimal beskyttelse.

En meget anvendt tommelfingerregel siger 4-5 gange tykkelsen på Wolframelektroden, og som nævnt i rapporten om wolframelektroder, er den maksimale amperestørrelse afhængig af tykkelsen på wolframelektroden.

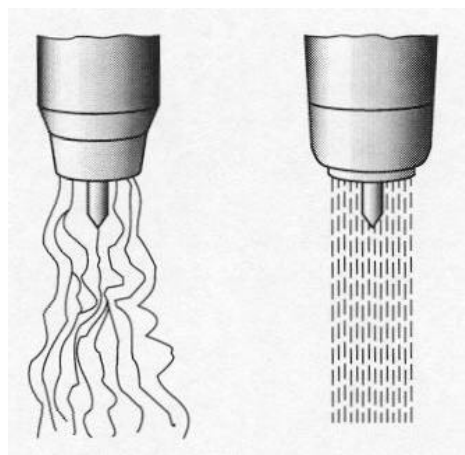
En gaskops størrelse angives ved et nummer, som henviser til gaskoppens indvendige diameter. Betegnelsen henviser til 16.-dele engelske tommer, f.eks. 5/16.

Gaskop nummer	4	5	6	7	8	10
Indv. Diam. (mm)	6,4	7,9	9,5	11,1	12,7	15,9

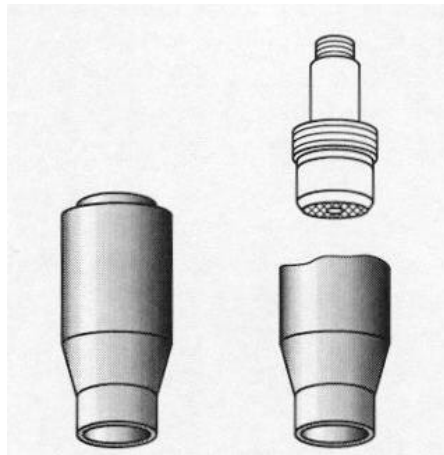
Tabel 1

9.1 Gaslinsler

Gaslinsler er en anden type gaskop, som nærmest kan sammenlignes med et vandsparefilter i en vandhane.



Figur 7 .:Gaslinse



Figur 8.: effekt af gaslinse

Linsen er konstrueret således, at beskyttelsesgassen ledes igennem et fintmasket trådnetsfilter, hvorved de hurtigste gaspartikler opbremses. Flowet bliver derfor mere ensartet og stabilt, og er knap så følsom overfor træk omkring svejsestedet.

Det har samtidig den fordel at man kan øge sit wolframudstik, og stadigvæk bibeholde en passende gasdækning

På Figur 7 ses skitse af gaslinse og på Figur 8 ses en gasdyse med gaslinse kontra standard gasdyse. Som det fremgår af illustrationen, er gasbeskyttelsen med gasline meget mere koncentreret og stabil.

Dette betyder mindre risiko for turbulens i udstrømningsområdet, og derved mindre risiko for indsugning af atmosfærisk luft til smeltebadet.

10 MIG-svejsning – effekt af køling af gaskop

I forbindelse med bestræbelserne for at finde en optimal gasdækning under svejsning, med i sær MIG-svejsning, har der været foretaget forsøg på Danyard med ekstrakøling af gaskop.

Forsøgene indikerede, at en køling af gaskoppen tilsyneladende havde en positiv effekt på gasdækningen, som føltes mere "laminar", og dermed gav et bedre dækningsområde.

Dette havde i sidste ende også en positiv effekt på antallet af svejsefejl genereret af manglende eller for lidt gasdækning.

De fleste slangeproducenter er nu opmærksomme på dette fænomen, og udbyder som alternativ, særlige ”Heavy duty” brændere til især MIG-pulssvejsning i aluminium.

11 Opsummering og forholdsregler

Vi har igennem vort researcharbejde fået bekræftet vores opfattelse af de kvalitetsmæssige udfordringer, der ligger i at have og vedligeholde et optimalt og rent gastransportsystem.

Derfor skal betydningen og nødvendigheden understreges af, som minimum, at anvende nedenstående rutiner, såfremt et optimalt forsyningssystem ønskes:

- Brug altid anerkendte og i videst mulig omfang diffusionstætte slangeforbindelser.
- Kontroller jævnligt for utætheder i systemet
- Udskift med passende interval slangeforbindelserne p.g.a. risiko for mørnethed.
- Undgå hyppige processkift på udstyr til aluminium p.g.a. anden beskyttelsesgas.
- Gennemskyl, med provokeret gastest, slangesystemet efter længere tids stop.
- Kontroller for uhindret gasgennemstrømning forud for svejsning.

Endelig bør maskinproducenterne bestræbe sig på at udvikle og producere svejseslanger med magnetventil i svejsepistolen, således at konstant tryk opretholdes i hele slangesystemet frem til gaskoppen.

En alternativ løsning kunne også være at have intervalstyret gasskylning i tomgangsperioder, hvorved man minimerede risikoen for atmosfærisk luft svejseslangen.

12 Litteraturliste

- [1] *"TIG-svejsning af aluminium"*
 Industriens Forlag

- [2] Schoer, Heinz
 Schweißen und Hartlöten von Aluminiumwerkstoffen"
 DVS, 1998

- [3] *"Successful Welding of Aluminium"*
 WTIA Technical note No.2
 Welding Technology Institute og Australia, 1997

- [4] *"Migatronic svejsebibel"*
 Migatronic