



MIG/MAG- svetsning

Innehåll

Inledning	3	Tillsatsmaterial.....	12
Sammanfattning.....	4	Trådelektrod eller rörelektrod?.....	12
Princip	5	Skyddsgaser	13
Svetsparametrar	5-6	Svetsmiljö.....	14
Vad händer i ljusbågen?	7	Rök och gaser.....	14
Kortbåge	7	Ultraviolet strålning.....	14-15
Blandbåge.....	7	Övrigt	15
Spraybåge	7	MIG/MAG i praktiken	16
Kortpulsning.....	8	Fogberedning	16
Fördelar, begränsningar och användningsområde.....	9	Val av tillsatsmaterial och skyddsgas.....	16
Urustning.....	10-11	Svetsparametrarnas betydelse.....	16
Strömkälla	10	Inställning av spänning och trådmatning.....	16-17
Matarenhet	10	Pistollutning	18
Svetspistol och slangpaket	11	Svets hastighet.....	18
Gasförsörjning	11	Kontaktrörsavstånd	18

Inledning



MIG/MAG är den svetsmetod som ökar mest i användning, *se figur 1* nästa sida. Anledningen till detta är bland annat metodens höga produktivitet och att den är enkel att automatisera. Ökningen sker på bekostnad av manuell bågsvetsning, som tidigare var den vanligaste svetsmetoden. MIG/MAG är idag den mest använda svetsmetoden i Europa såväl som i Japan och USA.

Ursprungligen kommer MIG/MAG-metoden från USA, där den introducerades för aluminiumsvetsning redan på 1940-talet. Som skyddsgas användes argon eller helium. Stål började man svetsa

med MIG/MAG först när man kommit på att ren koldioxid kunde utnyttjas som skyddsgas. Svetsningen utfördes i horisontalläge och medförde en hel del svets sprut. Förbättrade strömkällor samt tillgång till klenare svets elektroder och blandgaser bestående av argon och koldioxid, medförde att sprutet kunde minskas och lägessvetsning möjliggörs. Sitt industriella genombrott fick den under 1960-talet. Sedan dess har metoden fortsatt att utvecklas och förbättrats i takt med att nya tillsatsmaterial, strömkällor och skyddsgaser tagits fram.

Sammanfattning

MIG/MAG-metoden ökar ständigt i användning och är idag den vanligaste svetsmetoden i Västeuropa, USA och Japan. Det beror bland annat på metodens höga produktivitet och att den är enkel att automatisera.

Principen för metoden är att en metalltråd kontinuerligt matas fram och smälter av i en ljusbåge. Metalltråden fungerar både som tillsatsmaterial och elektrod. Den elektriska energin till ljusbågen levereras av en strömkälla. Ljusbågen och smält material skyddas av en gas som antingen är inert eller aktiv. Med en inert gas avses en gas som inte reagerar med smält material.

Exempel på inerta gaser är argon och helium. Aktiva gaser däremot deltar i de processer som sker i ljusbåge och svetsmälta. Argon med tillsatser av koldioxid eller oxygen är exempel på aktiva gasblandningar.

För att uppnå bästa svetsresultat är det viktigt att svetsparametrarna är riktigt inställda. Exempel på svetsparametrar vid MIG/MAG-svetsning är spänning, trådmatningshastighet och skyddsgas.

Vid MIG/MAG-svetsning, liksom vid all annan svetsning, utsätts svetsaren för hälsorisker om inte lämpliga skyddsåtgärder vidtas. De hälsorisker som man i första hand bör beakta vid MIG/MAG-svetsning är rök och gaser samt ultra-

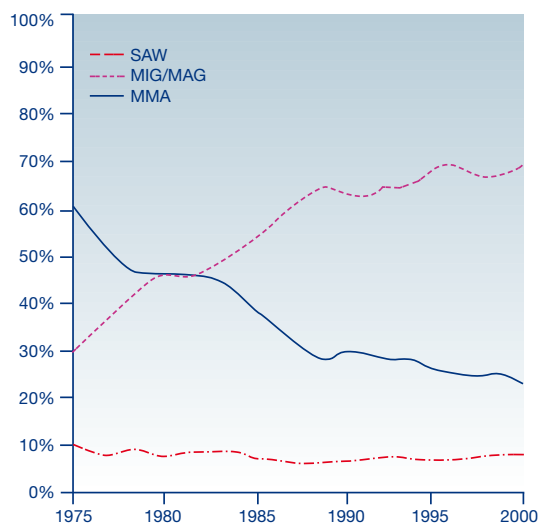


Fig. 1. Fördelningen mellan olika svetsmetoder i Västeuropa. Inkluderar både solid tråd och MMA = manuell metallbågs svetsning (Manual Metal arc welding) och SAW= pulverbågs svetsning

violet strålning från ljusbågen. Numera finns bra möjligheter att skydda sig. Exempel är svetspistoler med inbyggda utsug, svetsglas som svetsaren kan se igenom under förberedelserna, men som mörknar i samma ögonblick som ljusbågen tänds, och skyddsgaser som kraftigt minskar halten ozon i svetsarens andningszon.

Princip

MIG/MAG-metoden räknas till bågsvetsmetoderna, vilket innebär att en elektrisk ljusbåge utnyttjas för att smälta grundmaterial och tillsatsmaterial till en färdig svets. Exempel på andra bågsvetsmetoder är manuell bågsvetsning (MMA), TIG- och plasmasvetsning.

I figur 2 visas principen för MIG/MAG-svetsning. Ljusbågen (1) brinner mellan arbetsstycket och en metalltråd (2) som kontinuerligt matas fram och smälter av. Metalltråden fungerar som elektrod och tillsatsmaterial. Den är upplindad på en bobin (3) och matas fram genom elektrodledaren (5) i slangpaketet (6) och svetspistol (7) av matarrullar (4). Den elektriska energin till ljusbågen levereras av en strömkälla (8). Övergången av ström till elektroden sker i kontaktmunstycket (9) (även kallat kontaktröret) som sitter i svetspistolen. Kontaktmunstycket är normalt kopplat till strömkällans positiva pol och arbetsstycket till den negativa. När ljusbågen tänds bildas en sluten strömkrets.

Genom gaskåpan (10) som omger kontaktmunstycket strömmar en gas (11) vars främsta uppgift är att skydda elektroden, ljusbågen och

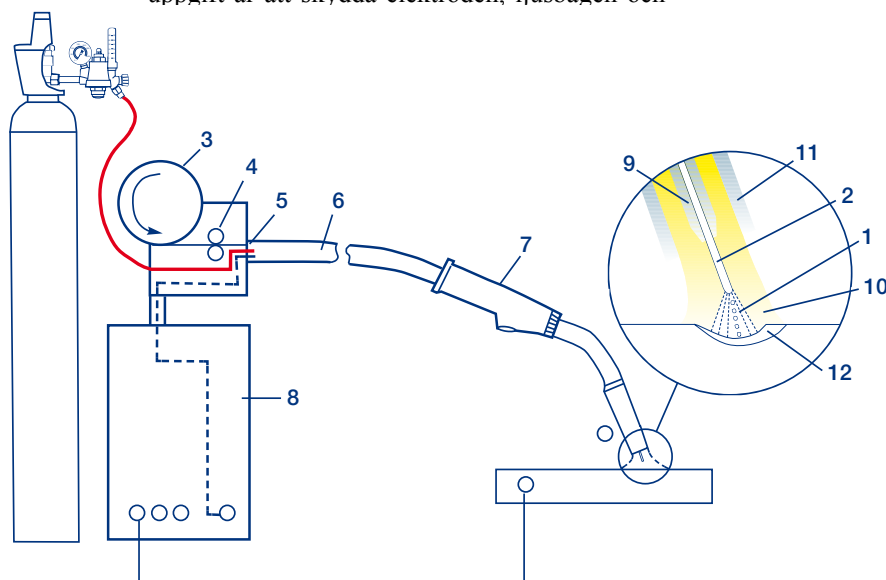


Fig. 2. Principen för MIG/MAG-svetsning.

- | | |
|--------------------|----------------------|
| 1. Ljusbåge. | 7. Svetspistol. |
| 2. Elektrod. | 8. Strömkälla. |
| 3. Bobin. | 9. Kontaktmunstycke. |
| 4. Matarrullar. | 10. Skyddsgas. |
| 5. Elektrodledare. | 11. Gaskåpa |
| 6. Slangpaket. | 12. Svetssmäta. |

smältan (12) från den omgivande luftens skadliga inverkan. Skyddsgasen kan antingen vara inert, vilket betyder att den är inaktiv och inte deltar i de processer som sker i ljusbåge och smältbad, eller aktiv. Beroende på vilken typ av skyddsgas som används benämns metoden MIG (Metal Inert Gas) eller MAG (Metal Active Gas).

Det fullständiga namnet för metoden är gasmetallbågsvetsning. På engelska heter den Gas Metal Arc Welding, vilket förkortas GMAW. I USA är denna förkortning den vanligaste benämningen på metoden.

Eftersom tillsatsmaterialet matas fram automatiskt medan svetspistolen förs fram för hand över arbetsstycket, brukar man säga att MIG/MAG-svetsning är en halvautomatisk svetsmetod. Genom att mekanisera svetspistolens åkrörelse, alternativt låta arbetsstycket göra en åkrörelse, kan metoden enkelt automatiseras.

Svetsparametrar

Vid MIG/MAG-svetsning styrs processen av ett antal olika svetsparametrar, nämligen följande:

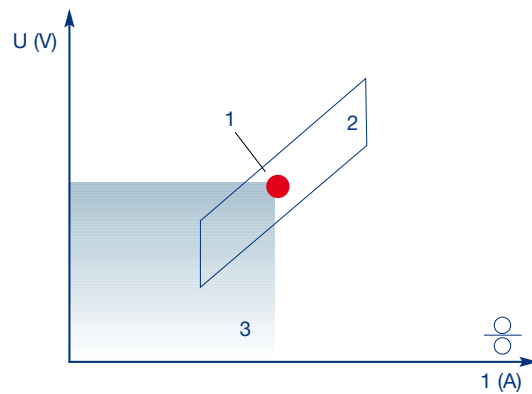
- Spänning (båglängd)
- Trådmatningshastighet (som i sin tur bestämmer strömstyrkan)
- Induktans (ställbar på de flesta strömkällor)
- Skyddsgas
- Framföringshastighet
- Pistollutning
- Elektrodutstick/kontakt rörsavstånd

För att uppnå bästa svetsresultat måste dessa parametrar avpassas till varandra. De tre första parametrarna reglerar man på strömkällan.

Inställningen av dessa beror på grundmaterial, godstjocklek, typ av svetsfog, svetsläge, tillsatsmaterial och skyddsgas. Riktvärden för inställningen kan fås från svetstabeller, se

exempel i figur 3. Dessa tabeller hjälper till att finna en lämplig arbetspunkt, se diagrammet i figur 4. Arbetspunkten ska befinna sig inom arbetsområdet för den aktuella kombinationen av tillsatsmaterial och skyddsgas samt dessutom på en sådan nivå att ljusbågens värmeeffekt blir riktig i förhållande till arbetsstycket.

Förutom trådmätning, spänning och skyddsgas, kan svetsresultatet påverkas genom valet av induktans. Inställningen av dessa parametrar diskuteras mer ingående i kompendiets sista kapitel. Där diskuteras även de parametrar, som svetsaren själv styr under svetsförloppet, det vill säga svets hastighet, pistollutning och elektrodutstick/kontaktorsavstånd.



Figur 4.
Definitioner:
1. Arbetspunkt
2. Arbetsområde
3. Ljusbågens värmeeffekt.

	Plate Thickness	Gap	Electrode Consumption	Electrode	Deposition rate	Wire feed rate	Welding Current	Welding Speed	
	mm	mm	kg/m	Ø mm	kg/m	m/h	A	m/h	cm/min
	1	0	0,02	0,6	1,0	7,0	60	50	83
	1,5	0,5	0,02	0,8	1,0	6,0	90	48	80
	2	1,0	0,03	0,8	1,0	6,8	110	50	83
	3	2,0	0,06	1,8	1,0	8,0	125	50	55
	3	2,0	0,06	2,1	1,0	6,0	150	50	63
	4	1	0,09	1,0/--	2,2/--	6,4	160/--	24/--	40/--
	5	1	0,09	1,0/--	2,2/--	6,4	160/--	17/--	28/--
	6	1,5	0,17	1,0/1,0	2,1/2,9	6,8/1,0	150/200	32/26	60/43
	8	1,5	0,30	1,0/1,2	1,0/3,9	6,0/7,6	150/260	26/17	43/28
	10	2	0,50	1,0/1,2	1,0/5,1	6,0/10,0	150/320	21/31	35/21
	Throat thickness								
	2	2 or more runs	0,05	0,6	1,2	8,4	70	24	40
	2		0,05	0,8	1,6	6,8	110	32	53
	3		0,10	0,8	1,9	8,3	130	19	32
	3		0,10	1,0	2,4	7,0	170	24	40
	4		0,16	1,0	2,7	8,2	195	17	28
	5		0,25	1,2	3,9	7,8	260	16	26
	6		0,33	1,2	3,9	7,8	260	12	20
	8		0,33	1,2	4,8	9,5	300	14	22
8	0,58		1,2	4,8	9,5	300	8,5	14	
	1,5	2 or more runs	0,02	0,6	1,0	7,0	60	50	83
	2		0,03	0,8	1,6	6,8	110	53	88
	3		0,05	0,8	1,9	8,2	130	38	63
	4		0,07	1,8	2,0	9,0	140	29	48
	4		0,07	1,0	2,6	7,5	180	37	62
	5		0,10	1,0	2,6	7,5	180	26	43
	6		0,15	1,2	3,5	7,0	240	23	38
	8		0,26	1,2	3,7	7,5	250	18	30
	10		0,40	1,2	5,0	10,0	320	12	20
12	0,58	1,2	5,0	10,0	320	9	15		

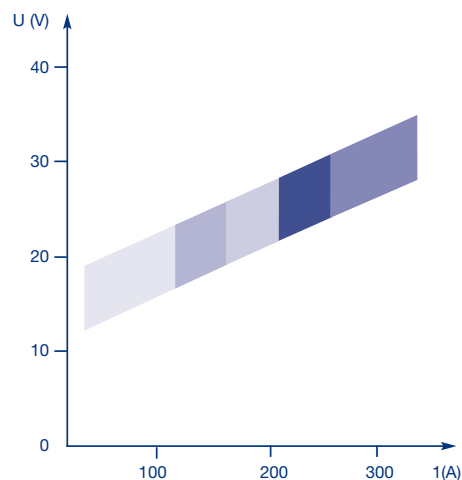
Figur 3. Exempel på tabell för inställning av svetsparametrar.

Vad händer i ljusbågen?

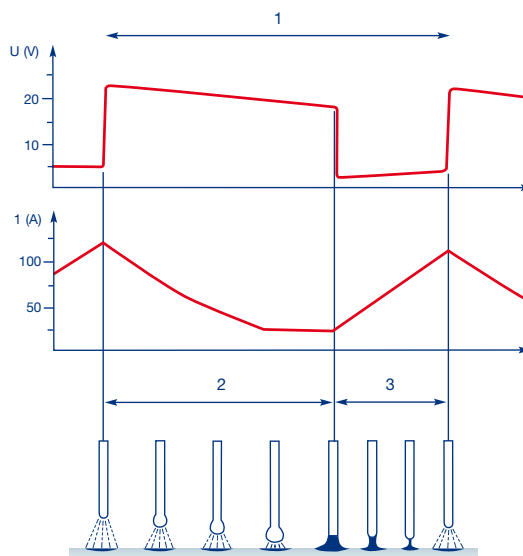
Ett viktigt moment i svetsprocessen är hur det smälta tillsatsmaterialet överförs till svets-smältan. Överföringen påverkas av olika faktorer som till exempel skyddsgas, strömstyrka, bågspänning, tillsatsmaterial och elektroddiameter. Beroende på hur överföringen sker, skiljer man på kortbåge, blandbåge och spraybåge. En fjärde typ av överföring erhåller man vid pulsad svetsning, en variant på MIG/MAG-metoden som blivit allt vanligare under senare år.

Kortbåge

Svetsning med kortbåge är den vanligaste varianten vid MIG/MAG-svetsning. Kortbågsvetsning utförs vid relativt låg spänning och ström, *se figur 5*. Värmetillförseln till arbetsstycket blir då inte så stor. Kortbågen passar därför bra vid svetsning i tunna godstjocklekar och vid svetsning i läge, eftersom smältan blir liten och snabbstelnande.



Figur 5. Arbetsområden för olika bågtyper. Form och exakta lägen beror på använd skyddsgas och elektroddiameter. 1. Kortbåge 2. Blandbåge. 3. Spraybåge.

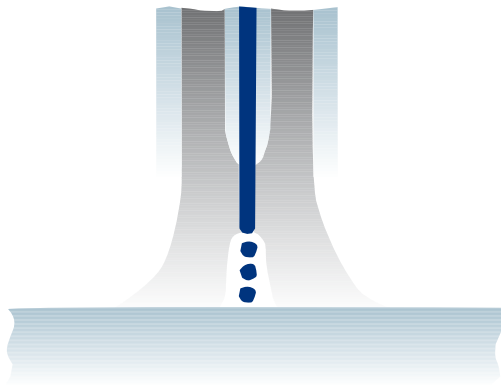


Figur 6. En droppe av smält material växer till vid elektrodändan. När den blivit tillräckligt stor för att få kontakt med smältan kortsluts ljusbågen. I detta ögonblick stiger svetsströmmen markant och droppen snörs av. Ljusbågen tänds igen. I samband med den stora strömökningen i kortslutningsögonblicket bildas en del svets-sprut. 1. Kortslutningscykel. 2. Ljusbågstid. 3. Kortslutningstid.

Vid kortbågsvetsning bildas ganska stora droppar som momentant kortsluter ljusbågen, *se figur 6*. Antalet kortslutningar är mellan 30 och 200 per sekund. Kortslutningarna innebär att ljusbågen störs och att svets-sprut alstras. Svets-sprut som sitter kvar på arbetsstycket medför att efterbearbetning kan bli nödvändig. Dessutom försämras utbytet av tillsatsmaterialet. Från en korrekt inställd ljusbåge hörs ett knattrande.

Blandbåge

Vid något högre strömstyrka och spänning inträder det så kallade blandbågsområdet. Dropparna, som varierar i storlek, består av en blandning av kortslutande och icke kortslutande droppar. Resultatet är en instabil ljusbåge som producerar mycket svets-sprut och svetsrök. Svetsning inom detta område bör därför undvikas.



Figur 7. Spraybåge.

Spraybåge

Vid tillräckligt hög ström och spänning i förhållande till elektroddiameter och skyddsgas överförs det smälta materialet i form av finfördelade droppar som inte kortsluter ljusbågen, *se figur 7*. Spraybågsvetsning innebär en stabil ljusbåge utan fastsittande sprut. Mycket hög produktivitet kan uppnås och metoden utnyttjas därför bland annat till att svetsa fyllnadssträngarna i grövre godstjocklekar. Värmetillförseln till arbetsstycket är stor, vilket betyder att en stor och lättflytande svetsmäta bildas. Spraybågsvetsning lämpar sig därför bäst för svetsning i horisontalläge.

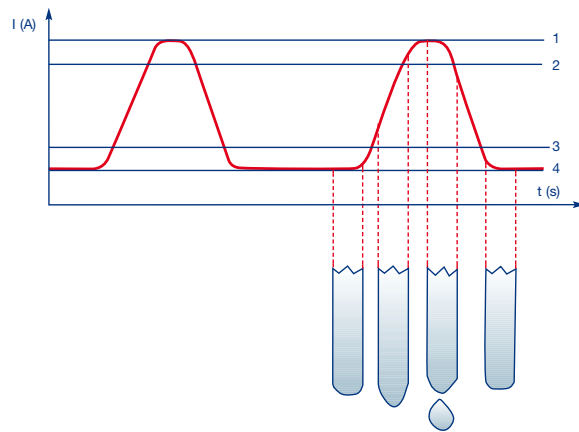


Fig. 8. Principen för kortpulsning. 1. Pulsström. 2. Kritisk ström. 3 Medelström. 4. Bakgrundsström.

Kortpulsning

Avsikten med kortpulsning är att kombinera kortbågens fördelar med spraybågens, det vill säga en lugn och stabil ljusbåge med en måttlig värmetillförsel till arbetsstycket. Detta kan uppnås genom att pulsa svetsströmmen, *se figur 8*. Varje gång en strömpuls kommer, avsnörs en droppe. Eftersom droppen inte kortsluter ljusbågen bildas mycket lite svets-sprut och ljusbågen blir stabil. Bakgrundsströmmen hålls låg för att medelströmmen ska bli låg. Därmed blir värmetillförseln till arbetsstycket liten, vilket möjliggör lägessvetsning och svetsning av tunn plåt

Fördelar, begränsningar och användningsområden

Bland fördelarna med MIG/MAG-metoden märks framför allt den höga produktiviteten och den relativt låga värmetillförseln till arbetsstycket samt att metoden är så enkel att automatisera. Produktiviteten är avsevärt högre än vid manuell metallbågsvetsning eftersom inga avbrott behöver göras för byte av elektroder och mindre eller inget slaggningsarbete krävs. Dessutom är avsmältningshastigheten högre beroende på högre strömtäthet i elektroden.

MIG/MAG-svetsning är en mycket flexibel svetsmetod eftersom man med den kan svetsa i:

- ett stort plåttjockleksområde (från 0,5 mm och uppåt). Vid svetsning av tunnplåt utnyttjas den låga värmetillförseln för att undvika deformationer och kastningar i plåten. Vid svetsning i grövre plåt kan fyllnadssträngarna svetsas med hög produktivitet.
- alla vanligt förekommande konstruktionsmaterial, till exempel olegerade, låglegerade och rostfria stål, aluminium och dess legeringar samt ett flertal andra icke-järnmetaller.

- samtliga svetslägen. Ovanstående fördelar har gjort att MIG/MAG-metoden funnit många olika användningsområden både inom mer storskalig industri och i mindre verkstäder. Exempel på industrier där metoden är vanligt förekommande är bil-, byggnads-, offshore- och varvsindustri.

MIG/MAG-metoden kan sägas vara en både lätt och svår metod att lära och använda. Gäller det att svetsa ihop två plåtbitar utan några som helst krav på den färdiga svetsen, så är metoden lätt att använda. Om det däremot finns krav som till exempel genomsvetsning, inga bindfel, få porer etc, så ställer MIG/MAG-metoden stora krav på svetsarens vana och skicklighet.

Begränsningar med MIG/MAG-metoden är att svetsutrustningen är mera komplex och därmed dyrare och mindre portabel än MMA-utrustningen. Vidare har metoden begränsad användning utomhus eftersom gasskyddet inte får utsättas för luftdrag. Utformningen på svetspistolens gör att åtkomligheten kan vara sämre i vissa svets-situationer.



Utrustning

MIG/MAG-utrustningen består i princip av följande delar; strömkälla, matarverk, svetspistol med slangpaket samt gasförsörjningssystem, *se figur 2* på sidan 5.

Strömkälla

Strömkällans uppgift är att förse systemet med likström på en lämplig spänningsnivå. Exempel på strömkällor är stegomkopplade svetsmaskiner, tyristorlikriktare och transistoromriktare. I *figur 8* visas ett exempel.

Strömkällor för pulsad svetsning är numera ofta av synergityp. Det innebär att svetsaren endast behöver ställa in trådmatningshastighet samt mata in uppgifter om tillsatsmaterial, skyddsgas och elektroddiameter. Utifrån dessa data ställer strömkällan själv in pulsparametrarna och lämplig spänning.

De parametrar som regleras på strömkällan är spänning, trådmatningshastighet och i förekommande fall induktans. Bågspänningen är direkt beroende av ljusbågens längd. För att svetsprocessen inte ska påverkas allt för mycket av tillfälliga båglängdsvariationer, ska strömkällan ha en konstant eller svagt fallande karakteristik.



Figur 8. Exempel på strömkälla – AristoMig 500 med AristoFeed och U8-panel.

Matarenhet

Matarenheten består av två huvuddelar; fästet för trådbobinen och matarverket, *se figur 9*. Fästet för bobinen ska ha en inbyggd broms som kan ställas in så att bobinen stannar direkt när trådmatningen upphör. Trådmatarverkets uppgift är att mata elektroden genom elektrodledaren i slangpaketet fram till svetspistolen. Matarverket kan vara konstruerat på olika sätt, till exempel:

- två matarrullar varav den ena är drivrulle och den andra tryckrulle
- två drivande rullar med samma motor
- fyra rullar med samma motor
- fyra rullar som drivs av två seriekopplade motorer.

Gemensamt för dessa varianter är att de skjuter elektroden in i ledaren. Det finns också kombinerade system där elektroden skjuts fram med ett standardmatarverk, samtidigt som en drivanordning i svetspistolen drar fram elektroden. Med detta system, som kallas push-pull, kan avsevärt längre slangpaket användas. Push-pull-systemet rekommenderas också för aluminiumtråd, eftersom denna annars kan orsaka trådmatningsproblem på grund av sin mjukhet.

Matarrullarna måste avpassas för den elektroddiameter som används. Vissa typer av rullar har spår för flera elektroddiametrar. Med dessa be-

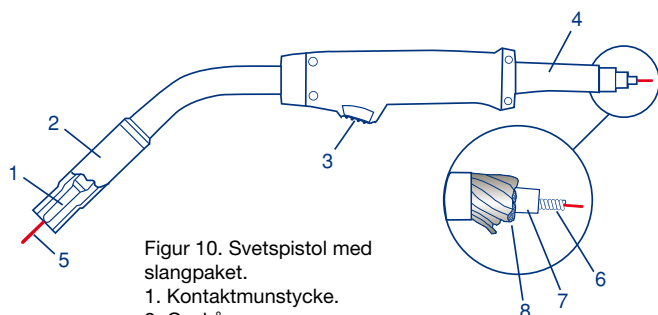


Fig. 9. Exempel på trådmatarverk – AristoFeed 30.

höver endast rullarnas läge ändras för att elektroden ska komma i rätt spår.

Svetspistol och slangpaket

Hur svetspistolen och slangpaketet är uppbyggda illustreras i *figur 10*. De viktigaste delarna i svetspistolen är kontaktmunstycket, och avtryckaren för start och stopp av svetsprocessen.



Figur 10. Svetspistol med slangpaket.
 1. Kontaktmunstycke.
 2. Gaskåpa
 3. Avtryckare.
 4. Slangpaket.
 5. Elektrode.
 6. Elektrodedare.
 7. Skyddsgas.
 8. Strömkabel.

I kontaktmunstycket sker övergången av ström till elektroden. Den delen av elektroden som är strömbelastad kallas utsticket. Kontaktmunstycket är utbytbar för att kunna avpassas till olika elektroddiametrar och elektrodtyper. Kontaktmunstycket omges av gaskåpan, vars uppgift är att leverera ett fullgott gasskydd till elektrode, ljusbåge och svetsmälta. Även gaskåpan är utbytbar och avpassas till bland annat gasflöde, grundmaterial och strömstyrka. För att gasskyddet inte ska försämrats, måste gaskåpan med jämna mellanrum göras ren från svetsprut.

Svetspistoler finns i många olika utföranden. För halvautomatisk svetsning är ”svanhalshen” den vanligaste formen, *se figur 10*. Denna typ förenklar användningen i svåråtkomliga utrymmen och vid lägessvetsning. För automatisk svetsning brukar pistolen vara rak. Svetspistoler kan antingen vara vattenkylda eller egenkylda. Det senare innebär att pistolen kyls av den omgivande luften och skyddsgasen. Vattenkyllning är effektivast. Valet mellan vattenkyllning och egenkyllning beror bland annat av strömstyrka, skyddsgastyp, bågtider och fogtyp.

Slangpaketet består av ett hölje i vilket ledare för elektrode, ström och skyddsgas finns. För vattenkylda utrustningar finns även vattenledningarna i slangpaketet. Vanliga längder för slangpaket är 3 och 4,5 meter.

Gasförsörjning

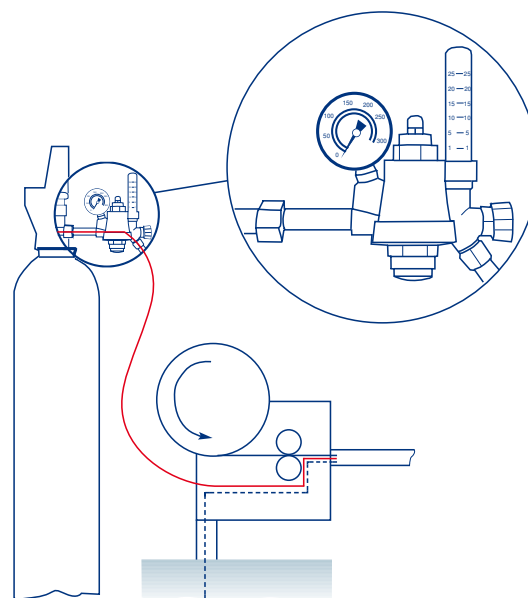
Skyddsgaser för svetsning kan levereras i tre former:

- gasflaska
- gasflaskpaket
- flytande form i tankar

De senare leveransformerna kräver att användaren har en centralgasanläggning. Gas kan då tas ut i ett antal uttagsposter i verkstaden.

Figur 11 visar hur det ser ut när gasförsörjningen sker från en gasflaska. Gasslangens ansluts till matarenheten. Därifrån leds gasen vidare genom slangpaketet fram till på svetspistolen. En magnetventil kontrollerar gasflödet i samband med start och stopp av svetsprocessen.

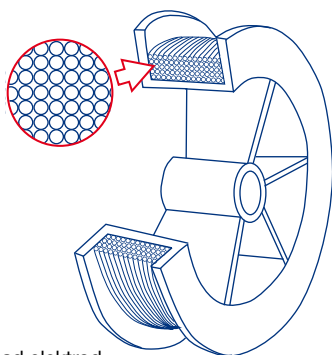
Trycket i en fylld skyddsgasflaska är vanligen 200 bar. För att reducera trycket till lämpligt arbetstryck, måste en regulator anslutas till gasflaskan, *se figur 11*. Regulatorn har också till uppgift att leverera ett konstant flöde av skyddsgas. Regulator och flödesmätare är ofta avsedda för en specifik gas och skall endast användas för denna. I annat fall blir flödet felaktigt eftersom gaserna har olika densitet (tätthet).



Figur 11. Gasförsörjning med gasflaska.

Tillsatsmaterial

Tillsatsmaterial för MIG/MAG-svetsning finns för olika material och i ett flertal dimensioner. Det levereras upplindat på bobin eller annan spoltyp. Tillsatsmaterialet fungerar också som elektrod. Det är viktigt att matningen av elektroden fungerar utan störningar och att den elektriska kontakten mellan elektrod och kontaktmunstycke är god. Den elektriska kontakten påverkas av ytfinishen hos elektrod och kontaktmunstycke. Elektroder för olegerade och låglegerade stål är ofta belagda med ett tunt kopparskikt. Kopparskiktet skyddar elektrodytan vid lagring och transport och har dessutom en smörjande effekt. Elektroden kan antingen vara normalspolad, vilket är det vanligaste, eller skönspolad, *se figur 13*.

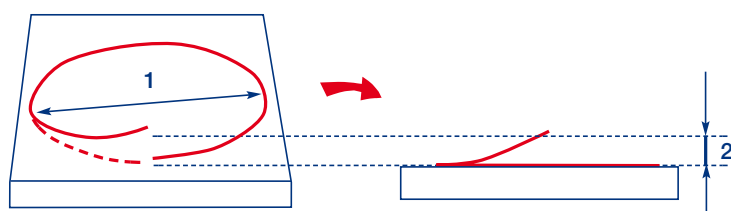


Figur 13. Skönspolad elektrod.

Två faktorer som är viktiga för trådmatningen är förböckningsdiametern och spiraleringen (helix) på elektroden. Hur man mäter dessa parametrar illustreras av *figur 14* se ovan. För liten förböckningsradie hindrar trådmatningen, medan en för stor försämrar kontakten mellan elektrod och kontaktmunstycke. Lämplig radie är 400 till 1200 mm. Spiraleringen bör inte överstiga 25 mm om man vill undvika problem med att ljusbågen vandrar.

Vid val av tillsatsmaterial är huvudprincipen att svetsgodset ska få samma sammansättning och mekaniska hållfasthetsegenskaper som materialet i övrigt. Hjälps att välja rätt tillsatsmaterial får man genom leverantörernas produktkataloger.

Det är viktigt att förvara tillsatsmaterialet i sin förpackning till dess att det ska användas. Fukt, smuts, damm eller fett på tråden kan medföra svetsfel.

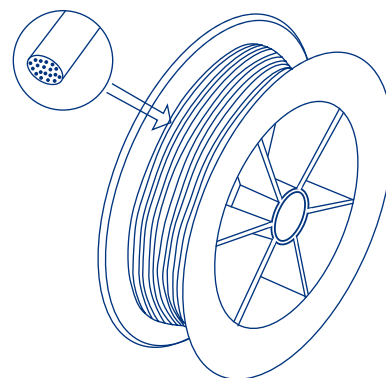


Figur 14. Kontroll av förböckningsdiameter (1) och spiralering (2).

Trådelektrod eller rörelektrod

Man skiljer på trådelektrod, som är solid tråd, och rörelektrod. Den senare består av ett metallhölje fyllt med flux eller metallpulver, *se figur 15*. Trådelektroder har hittills varit vanligast, men rörelektroder ökar allt mer i användning. Rörelektroder är, per kilo räknat, avsevärt dyrare än trådelektroder på grund av högre tillverkningskostnader. I en del applikationer erbjuder dock rörelektroder sådana fördelar att en högre kostnad kan motiveras. Till exempel har vissa rörelektroder mycket goda egenskaper vid stigande vertikalsvetsning, andra ger god slagseghet vid låga temperaturer eller en hög produktivitet. En del rörelektroder är avsedda att användas utan skyddsgas. Dessa kallas självskyddade eller ”inershield”. Självskyddade rörelektroder är lämpliga att svetsa med utomhus, eftersom de inte är känsliga för luftdrag på samma sätt som gas-skyddade elektroder. Nackdelen med dem är att de producerar mycket sprut, slagg och svetsrök. Svetsröken innehåller ofta barium, ett ämne med mycket lågt hygieniskt gränsvärde.

Trådelektroder finns i olika dimensioner från 0,6 till 2,4 mm. Rörelektroder förekommer i dimensioner från 0,9 till 2,4 mm.



Figur 15. Rörelektrod.

Skyddsgaser

Skyddsgasens främsta uppgift vid MIG/MAG-svetsning är att skydda smältan, elektroden och ljusbågen från den omgivande luftens skadliga inverkan, *se figur 16*. Om luft tillåts komma in i smältan kan den färdiga svetsens hållfasthet försämrast. Även ljusbågsförloppet påverkas om luft sugas in i skyddsgasatmosfären. Gasens renhet garanteras av gasleverantören vid leveranstidpunkten. Därefter är det användaren som ansvarar för att gasen inte förorenas på sin väg från leveranspunkten fram till gaskåpan i svetspistolen. Genom följande åtgärder minskar riskerna för att gasskyddet ska förorenas:

- spola igenom regulator och slang med skyddsgas efter längre uppehåll.
- kontrollera att gasslangar och kopplingar är täta.
- anpassa skyddsgasflödet efter svetsituationen.
- luta inte svetspistolen för mycket. Vid för kraftig lutning sugas luft in genom injektorverkan.

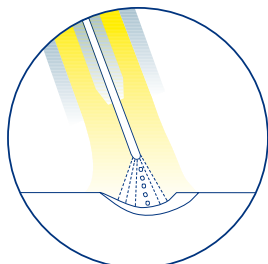
Skyddsgasen påverkar flera faktorer såsom materialöverföring, svetsens form och inträngning samt svets hastighet. Det är därför av största vikt att välja rätt skyddsgas till sin applikation. En hjälp vid valet av skyddsgas är AGAs gasguide.

Vid MIG-svetsning av aluminium används de inerta gaserna argon och helium eller blandningar av dessa. Ren argon kan inte användas för svetsning av stål eftersom ljusbågen då blir allt för instabil. För rostfritt används därför argonblandningar med några enstaka procent koldioxid eller oxygen. Vid svetsning av olegerade och låglegerade stål används argonblandningar med ganska höga halter koldioxid (8-23%). Dessa gasblandningar räknas som

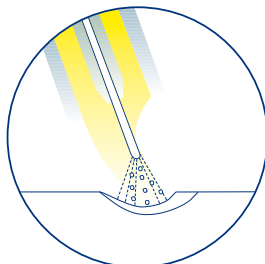
aktiva och därför talar man här om MAG-svetsning. Olegerade stål kan även svetsas med ren koldioxid. Fördelen med koldioxid är att den är billigare än argonblandningar, men nackdelarna är å andra sidan många. Jämfört med blandgaser är svets hastigheten lägre och svetsparametrarna svårare att ställa in. Dessutom produceras avsevärt mera rök och sprut. Med koldioxid kan inte heller någon ren spraybåge etableras, hur mycket man än höjer trådmatning och spänning. För att bästa resultat vid pulsad svetsning bör koldioxidhalten ligga under 16%.

Skyddsgasen har också betydelse för svetsarens arbetsmiljö. Exempel på detta är AGAs serie av skyddsgaser med varunamnet MISON® som tagits fram i syfte att sänka ozonhalten vid svetsning. Ozon är en hälsovadlig gas som bildas vid all bågsvetsning i mer eller mindre utsträckning. Även mängden svetsrök kan påverkas genom valet av skyddsgas. Genom att byta från argonblandning med 20% koldioxid till argonblandning med 8% koldioxid kan mängden svetsrök minskas med upp till 50%.

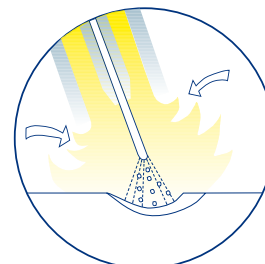
Förutom valet av rätt skyddsgas är inställningen av gasflödet viktig. Om gasflödet är för lågt, orkar det inte tränga undan luften ordentligt, *se figur 17a*. Om flödet däremot är för högt blir det oroligt (turbulent) och då finns det risk för att luft sugas med in i ljusbågen *se figur 17b*. Inställningen av flödet görs på flaskregulatorn. Vid rekommendation av skyddsgasflöde är en tumregel att skyddsgasflödet i l/min är lika stort som gaskåpens diameter i mm. Vill man vara riktigt säker att flödet är tillräckligt framme vid gaskåpan, kan man kontrollera detta med hjälp av en liten flödesmätare som hålls tryckt mot gaskåpens utlopp.



Figur 16. Gasskyddet vid MIG/MAG svetsning.



Figur 17 a. Ett för lågt skyddsgasflöde orkar inte tränga undan luften.



Figur 17 b. Ett för högt skyddsgasflöde medför turbulens.

Svetsmiljö

Vid MIG/MAG-svetsning, liksom vid all annan svetsning, utsätts svetsaren för hälsorisker, såvida inte lämpliga skyddsåtgärder vidtas. De hälsorisker som man i första hand bör beakta vid MIG/MAG-svetsning är luftföroreningar i form av rök och gaser, samt intensiv strålning från ljusbågen.

Rök och gaser

Föroreningar som bildas i samband med svetsning består av rök och gaser. Röken bildas genom att smält metall förångas i ljusbågen. Ångan kondenserar och oxiderar när den kommer i kontakt med den omgivande luften. Rökpartiklarna består därför främst av oxider av olika ämnen. Vid svetsning är det i första hand tillsatsmaterialet (och grundmaterialet) som bestämmer vilka ämnen som ingår i svetsröken. Även beläggningar påverkar sammansättningen på svetsröken. Beroende på vilka ämnen som ingår, är svetsröken mer eller mindre hälsovådlig att inandas.

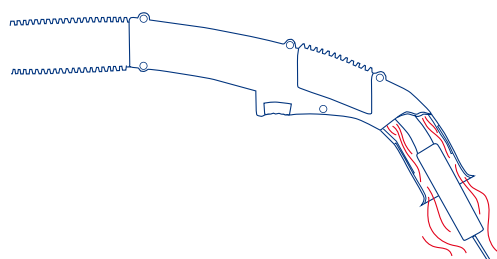
De hälsovådliga gaser man bör beakta i samband med MIG/MAG-svetsning är ozon, nitrösa gaser (kvävemonoxid, kvävedioxid) och kolmonoxid. Gaserna bildas på grund av den extremt höga temperaturen eller den ultravioletta strålningen från ljusbågen. Risker med svetsrök och gaser kan minskas.

Gör så här:

- Se till att allmänventilationen är god.
- Använd punktutsug. Genom detta fångas föroreningarna in, innan de når andningszonen eller sprids i lokalen. Det finns flera olika typer av punktutsug, till exempel fasta utsug, utsugningsarmar, flyttbara utsugningsmunstycken eller utsug som är inbyggda i svetspistolen, se figur 18. Vilken typ man väljer beror på den aktuella situationen.
- Undvik att hålla huvudet i den plym av svetsrök och gaser som stiger upp från svetsstället.
- I speciella fall, till exempel vid svetsning av

rostfritt stål kan svetssskärm med någon form av andningsskydd användas. Exempel på andningsskydd är mask, svets hjälm med friskluftstillförsel antingen från portabel fläkt med filter eller utrustning ansluten till tryckluftsystem.

- Välj lämplig skyddsgas. För att sänka halten av den hälsovådliga gasen ozon som bildas vid svetsning, kan någon av AGAs MISON®-gaser användas. Mängden svetsrök kan minskas med upp till 50% om man går över från argon med 20% koldioxid till argon med 8% koldioxid.
- Svetsa med rätt inställda svetsparametrar. En lugn och stabil ljusbåge utan sprut ger minsta mängden svetsrök.



Figur 18. Svetspistol med inbyggd utsug.

Ultraviolett strålning

Den elektriska ljusbågen sänder ut strålning bestående av synligt ljus, infraröd (IR-strålning) och ultraviolet strålning (UV-strålning). UV-strålning kan ge upphov till skador i ögats hornhinna (svetsblänk), grå starr och brännskador på huden. IR-strålning och intensivt ljus kan ge näthinneskador. Det är därför av största vikt att svetsaren skyddar ögonen genom att använda någon form av skyddsglas (svetsglas). Dessa är vanligen klassade i olika täthetsgrader. Ju högre täthetsgrad, desto mindre strålning släpper glasets igenom. Strålningens intensitet beror bland annat på strömstyrkan. Vilken täthetsgrad som krävs vid olika strömstyrkor visas i *tabell 1*, sid 15.

Scale number	MIG	MAG
	Current (A)	Current (A)
10	-100	-80
11	100-175	80-125
12	175-250	125-175
13	250-350	175-300
14	350-500	300-450
15	500-	450-

Tabell 1. Lämplig täthetsgrad på skyddsglasen vid MIG/MAG-svetsning.



Figur 19. Svets hjälm med LCD-glas.

Under senare år har en ny typ av skyddsglas kommit fram, så kallade LCD-glas. Dessa är ljusa och släpper igenom ljuset vid svetsförberedelserna. När ljusbågen tänds, mörknar de automatiskt inom loppet av 0,6 tusendels sekund. Efter svetsningen blir glasen åter ljusa och släpper igenom ljuset. Svetsarbetet med LCD-glas blir säkrare och bekvämare samtidigt som svetskvaliteten ökar.

Man bör även tänka på att skydda arbetskamraterna runt omkring mot den intensiva strålningen från ljusbågen. Detta görs lämpligen genom att skärma av arbetsplatsen med draperier eller flyttbara skärmar.

Inte bara ögonen, utan också huden måste skyddas mot UV-strålning. Brännskador i form av hudrodnader kan annars uppstå. Klädseln skall täcka hela kroppen och knäppas ordentligt

i halsen. Handskarna ska ha en lång krage som överlappar overallsärmarna. Huvudet och även halsen ska skyddas av en svets hjälm, *se exempel figur 19*.

Övrigt

Det finns en rad andra hälsorisker i samband med svetsning, förutom de som diskuterats ovan. Nedan följer exempel på risker som inte är specifikt förknippade med MIG/MAG-svetsning, utan med svetsning överhuvudtaget eller med andra arbetsmoment som utförs i samband med svetsning: fysisk belastning, buller, värmestrålning, olycksfallsrisker, med flera.

Inom svetsaryrket är det fortfarande belastningsskadorna som är det största problemet.



MIG/MAG i praktiken

Fogberedning

Vid MIG/MAG-svetsning används i princip samma fogtyper som vid svetsning med manuell metallbågs svetsning. Exempel på fogtyper är I-fog med eller utan spalt för svetsning i tunnare material och V-fog med eller utan rätkant för svetsning i grövre material. Innan svetsningen påbörjas bör fogytorna och området runt fogen rengöras. Fukt, smuts, oxider, olja och andra föroreningar kan annars orsaka svetsfel.

Val av tillsatsmaterial och skyddsgas

Före svetsningen bör man kontrollera att man valt rätt skyddsgas och tillsatsmaterial i förhållande till sin svetsapplikation. Val av skyddsgas har vi tidigare diskuterat i kapitlet ”Skyddsgaser”. Rekommendationer om tillsatsmaterial och elektroddimensioner kan fås från leverantören. Vid byte av elektroddimension är det viktigt att elektrodledare, matarrullar och kontaktmunstycke avpassas till den nya elektroddiametern.

Svetsparametrarnas betydelse

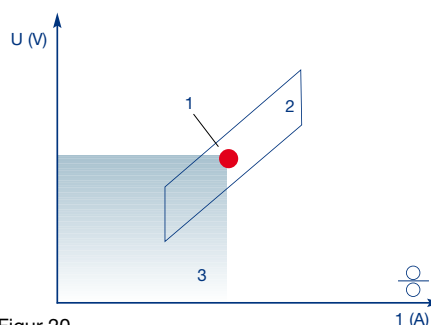
Svetsparametrarna och deras inställning har stor betydelse för svetsresultatet. Man skiljer på utrustningsberoende och personberoende svetsparametrar. Till de förra räknas spänningen, trådmatningshastigheten och induktansen. Dessa regleras på svetsutrustningen. Exempel på personberoende parametrar är pistollutning, kontaktrörsavstånd och svetshastighet.

Inställning av spänning och trådmatningshastighet

Inställningen av trådmatningshastighet (som i sin tur bestämmer strömmen, I) och spänning (U) beror på grundmaterial godstjocklek, typ av svetsfog, svetsläge, tillsatsmaterial och använd skyddsgas. Från svetsdatatabeller kan riktvärden för inställningen erhållas. Med hjälp av dessa kan en lämplig arbetspunkt ställas in, *se figur 20*.

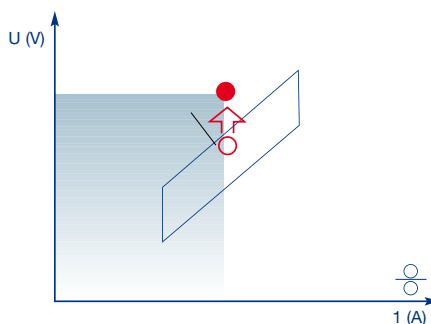
Arbetspunkten ska ligga inom arbetsområdet och på en sådan nivå att värmeeffekten till arbetsstycket blir riktig.

Under svetsningens gång har man ingen möjlighet att se var någonstans i arbetsområdet man befinner sig. Men genom att studera ljusbågen och svetsresultatet kan man göra en bedömning. Är inställningen riktig, erhålls en stabil ljusbåge med rätt längd. Värmetillförseln till arbetsstycket blir riktig och inget sprut bildas. Svetsen blir slät och får en fin anslutning till grundmaterialet.



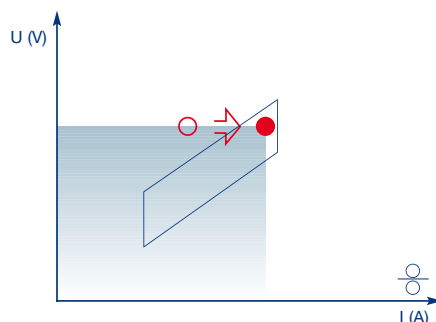
Figur 20.
1. Lämplig arbetspunkt.
2. Arbetsområde.
3. Ljusbågens värmeeffekt.

Vi ska nu se vad som händer om arbetspunkten förflyttas utanför arbetsområdet. Nedanstående resonemang gäller för kortbågs svetsning med koldioxid som skyddsgas. Först ökar vi spänningen med bibehållen matning, *se figur 21*. Spänningen blir nu för hög i förhållande till trådmatningen. Matarverket hinner inte mata fram tråd i samma takt som nedsmältningen sker. Ljusbågen blir för lång och orolig. Oregelbundna kortslutningar förekommer och en del svets sprut uppstår. Svetsen blir för låg och får smältdiken i kanterna.



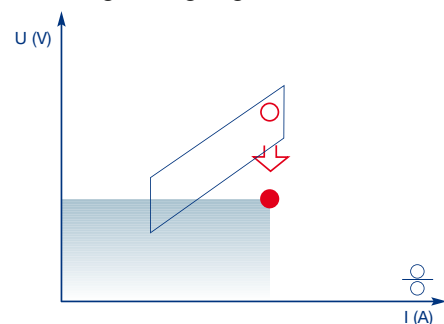
Figur 21. För hög spänning i förhållande till trådmatning.

Genom att öka trådmatningen kan vi komma tillbaka in i arbetsområdet, *se figur 22*. Ljusbågen blir åter stabil, men arbetspunkten har hamnat på en för hög nivå. Det betyder att värmeeffekten blir för hög och ljusbågen blir för het i förhållande till arbetsstycket. Speciellt vid svetsning i tunt material finns nu risk för genombränning.



Figur 22. Spänningen och trådmatningen ligger för högt vilket innebär att värmeeffekt blir för hög.

Vi ska nu flytta arbetspunkten utanför arbetsområdet genom att sänka spänningen i förhållande till utgångsläget men med bibehållen trådmatning, *se figur 23*. Spänningen blir då för låg i förhållande till trådmatningen. Värmeeffekten blir inte tillräcklig för att hinna smälta av elektroden. Resultatet blir en kort ljusbåge där elektroden stöter mot grundmaterialet. Vi känner att svetspistolen vill lyfta sig. Den lägre värmeeffekten medför också att svetsen inte flyter ut tillräckligt och resultatet blir en hög bullig svets med dålig inträngning.



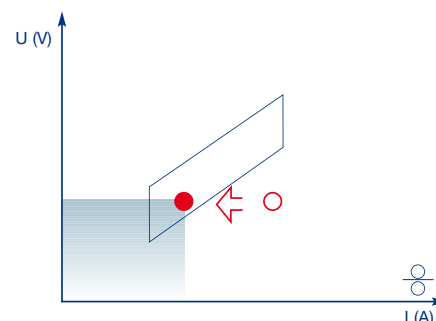
Figur 23. För låg spänning i förhållande till trådmatningshastighet.

För att åter komma in i arbetsområdet minskar vi trådmatningen. Arbetspunkten hamnar då på en lägre nivå än tidigare, *se figur 24*. Ljusbågen blir nu åter stabil, men värmeeffekten blir alldeles för låg. Resultatet blir en kall svets som inte flyter ut ordentligt. Inträngningen blir dessutom otillräcklig.

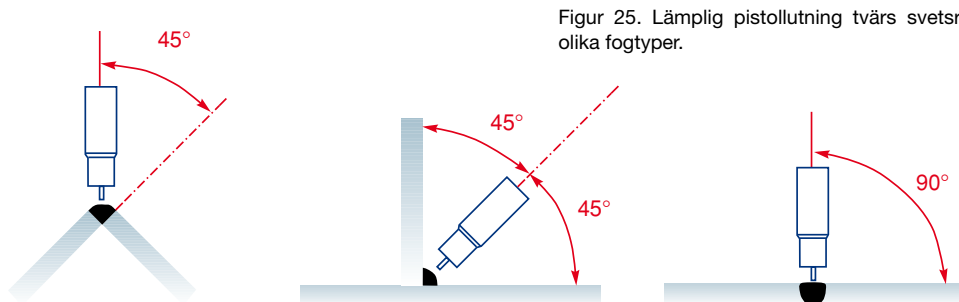
För att hitta en riktig arbetspunkt igen måste spänningen och trådmatningen ökas parallellt. Sammanfattningsvis kan vi konstatera att arbetspunkten, det vill säga sambandet mellan spänning och trådmatning ska uppfylla två villkor:

1. Arbetspunkten ska befinna sig inom arbetsområdet för den aktuella kombinationen av skyddsgas och tillsatsmaterial.
2. Arbetspunkten ska befinna sig på en sådan nivå att ljusbågens värmeeffekt blir riktig i förhållande till arbetsstycket.

Förutom spänning och trådmatningshastighet kan en tredje parameter ibland ställas in på strömkällan, nämligen induktansen. Denna regleras genom två eller tre fasta uttag på strömkällan eller genom steglös reglering. Låg induktans betyder mindre värme till arbetsstycket, högre kortslutningsfrekvens och en mer trögflytande smälta, vilket är lämpligt vid tunnplåtssvetsning. Vid svetsning av grövre material vill man tillföra mera värme och väljer därför en högre induktans. Vid spraybågesvetsning inverkar inte induktansens inställning på svetsförloppet.



Figur 24. För låg spänning och trådmatningshastighet innebär att ljusbågens värmeeffekt blir för låg.

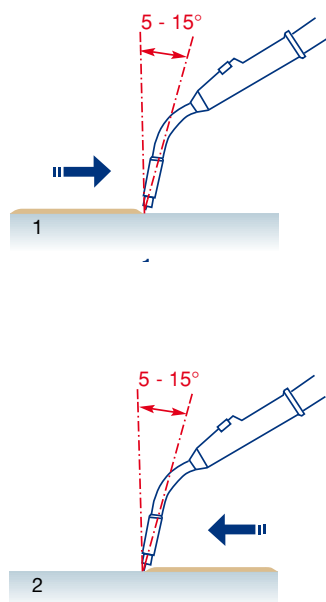


Figur 25. Lämplig pistollutning tvärs svetsriktningen för olika fogtyper.

Pistollutning

Hur svetspistolen lutas i förhållande till svetsen har stor betydelse för svetsens form och inträngningens storlek. I figur 25 visas hur pistolen bör hållas i förhållande till svetsens tvärsnitt för olika fogtyper.

Hur mycket svetspistolen bör lutas i förhållande till svetsens längdriktning beror på svetsläget. En tumregel är att lutningsvinkeln i förhållande till svetsens normallinje inte ska överstiga 15° se figur 26. Denna figur illustrerar också skillnaden mellan fränsvetsning och motsvetsning. Vid motsvetsning lutas pistolen mot den färdiga svetsen under svetsningens gång. Mycket värme tillförs då smältan och inträngningen blir djup.



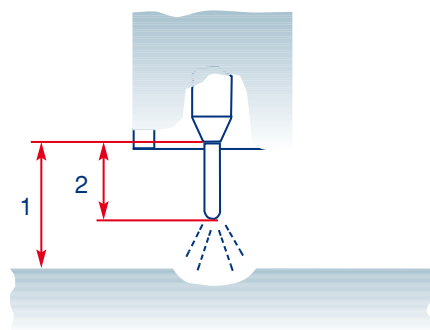
Figur 26. Pistolens lutning i svetsens längdriktning. 1. Motsvetsning. 2. Fränsvetsning.

Svetshastighet

Även svetshastigheten har stor inverkan på svetsens form och inträngning. För hög svetshastighet i förhållande till spänning och trådmatning innebär att värmeförseln per längdenhet blir för liten. Svetsen blir smal och får en otillräcklig inträngning. Vid för låg svetshastighet blir värmeförseln och mängden nedsmält material per längdenhet för stor. Resultatet blir en för stor svetssmälta och en stor värmepåverkad zon runt svetsgodset.

Kontaktrörsavstånd

Kontaktrörsavståndet, se figur 27, kan svetsaren ändra genom att ändra pistolens läge i förhållande till arbetsstycket. Avståndet bör hållas konstant under hela svetsningen, annars leder det till strömvariationer och varierande värmeförsel till arbetsstycket. Korrekt kontaktrörsavstånd är 10 till 20 mm vid svetsning med trådelektrod och upp till 25 mm vid svetsning med rörtrådslektrod.



Figur 27. Definitioner: 1. Kontaktrörsavståndet. 2. Elektrodotstick.

Anteckningar

A large, empty grid occupies the central portion of the page, intended for taking notes. The grid is composed of small, uniform squares. The background of the entire page is a faded, yellow-tinted image of industrial machinery, including what appears to be a robotic arm or a welding station, with various mechanical parts and cables visible.

Innehåll

- Inledning
- Sammanfattning
- Princip
- Svetsparametrar
- Vad händer i ljusbågen?
- Kortbåge
- Blandbåge
- Spraybåge
- Kortpulsning
- Fördelar, begränsningar och användningsområde
- Utrustning
- Strömkälla
- Matarenhet
- Svetspistol och slangpaket
- Gasförsörjning
- Tillsatsmaterial
- Trådelektrod eller rörelektrod?
- Skyddsgaser
- Svetsmiljö
- Rök och gaser
- Ultraviolet strålning
- Övrigt
- MIG/MAG i praktiken
- Fogberedning
- Val av tillsatsmaterial och skyddsgas
- Svetsparametrarnas betydelse
- Inställning av spänning och trådmatning
- Pistollutning
- Svets hastighet
- Kontaktrörsavstånd



ESAB AB

Box 8004, 402 77 Göteborg

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

info@esab.se www.esab.com