

SVEISEØVELSER

JAN VÅGE

KURS I SVEISING FOR J2 IV.

Sigmund Christensen

Hensikten med kurset er:

1. Skaffe studentene personlig kjennskap til det vanlige utstyr for gass- og elektrisk sveising, og bruk og behandling av dette.
2. På grunnlag av det foregående gi holdepunkter for rådgiving ved henvendelser om kjøp av sveiseutstyr er tilrådelig, og hvis så er, ved valg av passende utstyr.
3. Skaffe personlig kjennskap til vanlige tilsettmaterialer, først og fremst for bindeveising, men også for hardsveising (påleggssveising).
4. Skaffe kjennskap til elementær sveiseteori og de grunnleggende begreper med terminologi.
5. Gi et inntrykk av de muligheter som sveising i sin alminnelighet har, samt mere spesielle muligheter og begrensning for de enkelte metodene.

Definisjoner.

Ved sveising forstår vi i alminnelighet en form for sammenføyning av deler av samme materiale, der delene enten varmes opp til plastisk tilstand og presses eller hamres sammen, eller de varmes opp til smelting og smelter sammen. I tilfelle der skal brukes tilsettmateriale, skal dette i alminnelighet være av samme slag som arbeidsstykkene (grunnmaterialet). Imidlertid brukes uttrykket sveising også om prosesser der grunnmaterialet i de to stykker som skal forbindes, ikke er det samme. Likeså brukes uttrykket om prosesser der tilsettmaterialet ikke er identisk med grunnmaterialet.

Ved lodding forstår vi en form for sammenføyning der grunnmaterialet ikke varmes opp høyere enn til tilsettmaterialets smeltetemperatur, som i alminnelighet er vesentlig lavere enn grunnmaterialets. Ved bløtlodding brukes loddemetall med smeltetemperatur under ca. 300° C, ved hardlodding eller slaglodding har loddemetallet smeltepunkt mellom ca. 700 og ca. 900° C eller i alle fall over 450° C. Med sveiselodding forstås (a) lodding med sveisebrenneren som varmekilde, (b) lodding der tilsettmaterialet (loddemetallet) til en viss grad diffunderer inn i grunnmaterialet, slik at det altså blir (som uttrykket antyder) en mellomting mellom sveising og lodding, (c) lodding der en bruker fuge for tilsettmaterialet, og altså ikke regner med kapillærvirkningen, som ellers ved lodding. Sveiselodding er altså ikke noe entydig begrep.

Litteratur.

1. Breien, Hans: "Gassveising og skjæring", Fabritius 1947. (Elementær.)
2. Sandholt, Hans: "Gassveising og skjæring", 7. utg., Aschehoug 1963.
3. Hvamb, Ole: "Elektrisk buesveising", 7. utg., Aschehoug 1963.
4. Lefring, N.: "Sveiseteknikk", forelesninger holdt ved N. T. H. (stensiltrykk).

Når det gjelder definisjoner, terminologi, tegnesymboler m. m., henvises til følgende blad av Norsk Standard:

NS 468 "Sveisemetoder, oversikt"

NS 469 "Sveistyper, oversikt"

NS 19 (med tilleggsblad nr. 1 og 2) "Tekniske tegninger, sveisesymboler".

NS 470 "Sveiste stålkonstruksjoner. Regler for beregning og utførelse".

Dessuten er det mye godt stoff i de tidsskriftene som forhandlerne av sveiseutstyr og -materialer gir ut, og i brosjyrer fra firmaene.

Vi nevner:

"NAG-tidsskriftet" fra N. A. Gasaccumulator, Sandakervn. 64, Oslo.

"ASSI-posten" fra A/S Sveiseindustri, Bentsebrugt. 15, Oslo 1.

"ESAB-tidningen" fra ESAB A/S, Oslo 3.

GASSVEISING

Avsnittet om gassveising i dette heftet er i det vesentlige et utdrag av ovennevnte lærebok av Sandholt.

Gassveising (tidligere kalt autogensveising) er smeltesveising der oppvarmingen av sveistedet foregår med en gassflamme. Vanligvis brukes acetylen-oksygenflamme, men også andre brenngasser kan brukes sammen med oksygen eller luft. Således er propan nå tatt i bruk. Acetyलगassen kjøpes på stålbeholdere (flasker). Den er i beholderen oppløst i aceton, som igjen er oppsugt i en porøs masse laget av kiselgur, asbest og trekull. Denne framgangsmåten er brukt istedenfor komprimering, da acetylen som er komprimert til mer enn 2 - 3 atmosfærer kan eksplodere selv om det ikke er oksygen tilstede. Trykket i acetylenbeholdere er 15 ato. Oksygenet oppbevares komprimert på lignende beholdere. Trykket er vanligvis 150 ato.

Både acetylen- og oksygenbeholdere blir fylt ved temperaturen 15° C, og de trykkene som er nevnt ovenfor, er målt ved denne temperaturen. Skal en kontrollere innholdet i beholderne, må en huske at trykket varierer med temperaturen. Den sikreste kontrollmåten er veiing. Tomvekt (tara) og fullvekt (brutto) er innstempet i flaskene. Størrelsen på beholderne blir angitt ved rominnholdet. Vanligste størrelse er 40 l. En oksygenflaske av denne størrelsen betegnes med "O 40", og den rommer noe over 8,5 kg oksygen (d. v. s. 6 000 l ved vanlig trykk og temperatur). Den vanligste størrelsen av acetylenflaske kalles "A 40". Den rommer 6,6 kg acetylen, eller 6 000 l ved vanlig trykk og temperatur.

Acetylen-, oksygen- og andre gassbeholdere må ikke utsettes for støt eller sterk varme (f. eks. sterkt sollys). De må bringes ut i tilfelle brann. Acetylenflasker som har vært opphetet ved brann, må holdes avkjølt ved påsprøyting av vann i flere timer. Ved oppvarminga er det nemlig blitt satt i gang prosesser som kan føre til eksplosjon etter flere timers forløp.

Acetylen i luft er eksplosiv ved blandingsforhold helt fra 2,5 til 80 % acetylen. Lekkasje i ventiler eller slangeforbindelser må ikke tåles. Ventilene må holdes stengt når sveising ikke er i gang. Acetylegassen gir seg til kjenne ved en karakteristisk lukt (som forøvrig kommer av forurensninger). Kjenner en acetylenlukt i rommet, må en ikke tenne noen flamme (fyrstikk) eller gnist (elektrisk bryter) før det er luftet godt ut med gjennomtrekk. Lekkasje lokaliseres ved pensling med såpevann.

Olje og fett må ikke brukes i forbindelse med oksygen. Det er eksplosjonsfarlig. Til oksygenarmatur brukes spesielle, fettfrie pakninger.

Acetylen-oksygenflammen.

Flammen har tre soner: Sone I, eller flammekjernen, er en sterkt lysende spiss foran munnstykket. Den består av de uforandrede gasser acetylen (C_2H_2) og oksygen (O_2). Den første, ufullstendige forbrenning foregår i ytterkanten av sone I. Sone II danner en kappe omkring flammekjernen. Den består av karbonmonoksyd (kulldioksyd, CO) og hydrogen (H_2) og er usynlig. Gassene i denne sonen forbrenner videre idet det tas opp oksygen fra luften. Derved dannes sone III som er hele den ytre flammen.

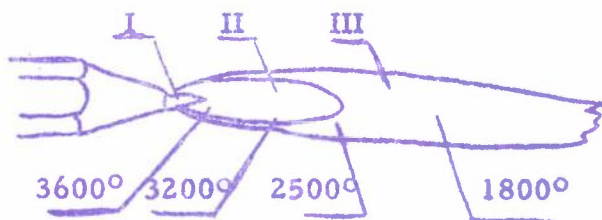


Fig. 1. Acetylen-oksygenflammens tre soner. Temperaturen i $^{\circ}C$ er angitt for enkelte punkter.

Det vil forstås at sone II er reduserende. En skal derfor holde flammen slik at det er denne sonen som kommer i direkte kontakt med sveismelten - med andre ord: flammekjernen skal holdes 1 - 3 mm fra smeltebadet. Derved er det også den varmeste delen av flammen som brukes. Hvis en dypper flammekjernen ned i smelten, vil metallet bli brent (oksydert) av oksygenet i den utstrømmende gassblandingen. Hvis en holder flammen for langt fra arbeidsstykket, risikerer en at oksygenet i luften slipper til, og utnyttelsen av varmen blir dessuten dårlig. Den ytre flammen har dog en viss beskyttende evne. Vi har her sett bort fra at visse metaller skal sveises med oksygenoverskudd i flammen. Ved sveising av støpejern og hardt (kullstoffrikt) stål skal en bruke acetylenoverskudd, slik at bortbrent karbon (kullstoff) kan erstattes.

Bløtt stål skal sveises med normal (også kalt nøytral) flamme. Ved denne innstillingen er flammekjernen tydelig avgrenset og nesten hvit. Ved acetylenoverskudd får kjernen en brem av gul- eller grønnaktig farge. Ved oksygenoverskudd blir flammekjernen blåfiolett og kortere enn normalt, dessuten vil det bli en unormalt sterk susing eller hvesing i brenneren.

Innstilling av normal flamme skjer lettest på den måten at en går ut fra et lite acetylenoverskudd, og deretter øker oksygentilførselen (eller minsker acetylentilførselen) til den omtalte bremmen akkurat forsvinner. For stål må aldri brukes oksygenoverskudd. Da er det bedre med et aldri så lite acetylenoverskudd.

Med "hard" flamme menes at arbeidstrykket er høyt, med "bløt" flamme er trykket lavt.

Ved gassveising skiller vi mellom tre metoder:

1. Venstresveising.
2. Høyresveising.
3. Dypveising.

1. Venstresveising.

Her føres tilsettråden foran sveiseflammen, og brenneren føres med "flammen foran". (Metoden kalles også "forlengssveising".) Ved horisontal-sveising vil en høyrehendt person føre brenneren mot venstre, derav navnet venstresveising. Metoden brukes for tynnplate og tildels også for tynneste mellomplater, med andre ord ved godstykkelser opptil 3 mm, eller høyst 4 mm. ("Tynnplate" har tykkelse opptil 3 mm, "mellomplate" 3 - 5 mm, og "grovplate" over 5 mm.) Ved større godstykkelser egner den seg mindre godt, for det første fordi den krever mere tid og større gassforbruk enn de andre metodene, for det annet fordi den lett gir bindingsfeil, og for det tredje fordi den gir større varmedeformasjoner (langsom sveising gir bred varmesone og derfor stor krymping). Alle de nevnte ulempene kommer av at smeltet tilsettråd har lett for å flyte utover ikke oppsmeltet grunnmateriale. For å unngå dette må en med korte mellomrom løfte flammen fra smelten så denne avkjøles. Derved økes tidsbehovet, gassforbruket og varmedeformasjonene.

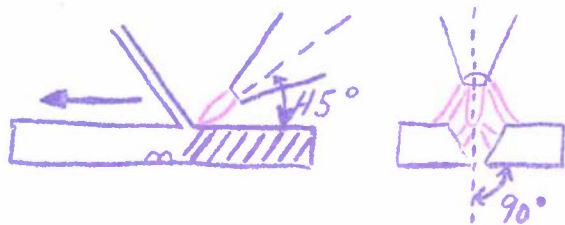


Fig. 2. Venstresveising.

Ved godstykkelse opptil 3 mm, kanskje 4 mm, er en ikke så sterkt utsatt for den ulempen som er nevnt, (Dette gjelder selvsagt særlig der en sveiser uten tilsettråd.) En kan da føre flammen rolig langssetter sveisefugen, uten side- eller løftebevegelser. Derfor brukes venstresveising med fordel for tynnplate. Men allerede ved godstykk-

kelse 3 mm må en ha 70 - 80° V-fuge for å sikre god gjennomsveising, mens en kan greie seg med 60 - 50° ved høyresveising.

Framgangsmåten ved venstresveising er slik:

Sveisebrenneren holdes i en vinkel på 45 - 20° mot grunnmaterialet, i sveisefugens lengderetning. (Sidevegs skal den holdes i 90°.) Spissen av flammekjernen holdes 1 - 2 mm fra materialet. Tilsettråden skal holdes over sveisefugen i dens lengderetning og i en vinkel av 40 - 50° mot grunnmaterialet. Den rettes mot flammekjernen og dyppes et øyeblikk ned i smelta ved flammespissen hver gang et nytt stykke av fugekantene er smeltet. Deretter løftes den igjen, mens brenneren føres fram og smelter et nytt stykke av kantene, o. s. v. En bør passe på ikke å løfte tråden helt ut av den ytre flammen, forat den ikke skal avkjøles for sterkt mellom hver avsmelting.

Enkelte sveisere foretrekker å føre brenneren i elliptisk løftende bevegelser framover langs sveisefugen. Tilsettråden blir enten løftet og senket samtidig med brenneren, eller den senkes litt etter brenneren og løftes noenlunde samtidig.

En kan utføre både pent og godt arbeid på begge måter, men varmetapet fra sveiseflammen blir minst hvis en fører flammen rolig nede mot fugen.

(Framgangsmåten er her beskrevet ut fra den forutsetning at venstresveisingen brukes der den hører hjemme, nemlig på tynnplate. Hvis den skal brukes til materialtykkelser over 3 - 4 mm, må en som før nevnt avbryte sveisingen - løfte opp brenneren - med korte mellomrom).

På grunn av varmedeformasjonene må en bruke ekspansjonsutlegg ved venstresveising. D. V. S. at avstanden mellom platekantene må øke i sveiseretningen. Et utlegg på 3 % av sveiselengden (3 mm pr. dm sveiselengde) vil som regel passe. Større utlegg ved mindre sveisehastighet eller bredere fuger.

Det kan nevnes at venstresveising er den opprinnelige metoden. Høyresveising er utviklet seinere, og dypsveising er en enda nyere metode.

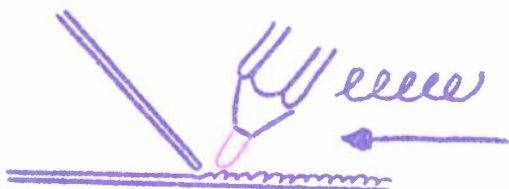


Fig. 3.
Eksempel på brennerføring ved venstresveising (forlengsveising).

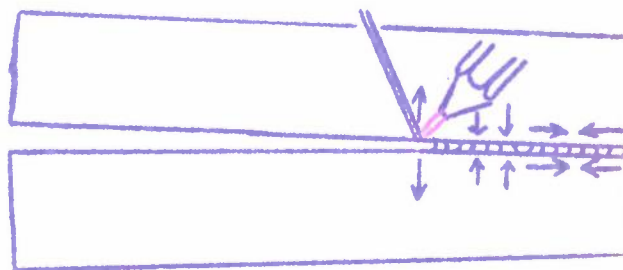


Fig. 4.
Venstresveising med utlegg. Som pilene viser, får en først en varmeutvidelse av platekantene ved flammer deretter sammentrekking (mest på tvers).

2. Høyresveising.

Her føres tilsettråden etter sveiseflammen, som føres bakover fra sveiestedet. (Metoden kalles også "baklengssveising".) En er ikke utsatt for at smeltet tilsettmateriale renner eller blåses utover fugen på usmeltet grunnmateriale, selv om det dreier seg om forholdsvis store materialtykkelser.



Fig. 5. Høyresveising (baklengssveising).

Legg merke til at flammen føres dypere i fugen, slik at varmetapet blir mindre (sammenlign med fig. 2).

Framgangsmåten ved høyresveising er slik:

Sveisebrenneren holdes i en vinkel på 30° - 70° (i alminnelighet 45° ved horisontalsveis) mot grunnmaterialet, i sveisefugens lengderetning. Spissen av flammekjernen holdes i en dybde av omtrent halve materialets tykkelse ned i

fugen Sveiseflammen føres altså nede i og langs sveisefugen; om nødvendig med svake sidebevegelser for å få begge sider av fugen til å smelte fullstendig. Tilsettråden føres like etter sveiseflammen og holdes stadig nede i smelta. Den må føres raskt fram og tilbake på tvers av sveisefugen i ellipseformede bevegelser. En må likevel passe på å trekke tilsettråden noe opp og tilbake dersom grunnmaterialet ikke er helt oppsmeltet. Men den skal ikke trekkes helt ut av den ytre flammen, forat den ikke skal bli for sterkt avkjølt. Med høyresveising kan en holde en kontinuerlig sveisesmelte, som flyttes langs sveisefugen med minst mulig avbrytelser. I forhold til venstresveising øker sveisehastigheten i høy grad. Dette medfører at en får smalere varmesone langs sveisefugen og derfor mindre krymping.

Når sveiseflammen blir ført foran tilsettråden, får en god oversikt over sveisefugen og kan følge smelteforløpet bedre enn når flammen blir ført etter tråden. Dette forholdet gjør seg særlig gjeldende når en arbeider med dype sveisefuger. I dype fuger får en derfor sikrere gjennomsvøising og mindre bindingsfeil med høyresveising enn med venstresveising.

Da sveisefugen er smalere og sveisehastigheten større enn ved venstresveising, vil varmeutvidelsen av platekantene komme vesentlig i lengderetningen. Kantene får en viss tendens til å trekke seg fra hverandre, altså motsatt av det som er tilfelle ved venstresveising. Men ved riktig sveisehastighet vil oppvarmingsdeformasjonene (oppvarmingskreftene) på det nærmeste oppheves av avkjølingsdeformasjonene (avkjølingskreftene). Ved høyresveising kan en derfor bruke heftsveising for å holde platekantene i riktig stilling.

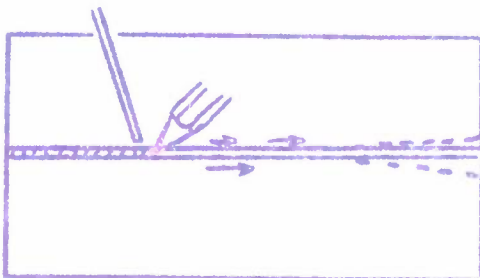


Fig. 6. Høyresveising.

Pilene antyder varmeutvidelsen. Platekantene får en tendens til å trekke seg fra hverandre etter de prikkede linjene.

Sammenligning mellom venstre- og høyresveising.

Forutsatt at begge metoder blir forsvarlig gjennomført, kan en regne med at høyresveising krever opptil 20 - 30 % mindre tid og ca 15 % mindre gassforbruk enn venstresveising. Dette gjelder for platetykkelser over 3 - 4 mm. Høyresveising brukes ved platetykkelser fra 3 - 4 oppover til 12 mm. Tykkere gods (i stål) enn dette sveises i alminnelighet ikke med gass; i tilfelle må en bruke X-fuge eller eventuelt dypsveising (Støpejern blir ikke sjelden sveiset med gass i dimensjoner over 12 mm. X-fuge må brukes.)

Sammenhengen mellom sveisehastighet og varmedeformasjoner er omtalt foran.

Jo lenger en holder materialet oppvarmet til høy temperatur desto grovere korn vil det få (gjelder først og fremst stål). Derfor kan en regne med å få seigere og mere finkornet sveiseforbindelse med høyresveising enn med venstresveising.

3 Dypsveising

Dette er en videreutvikling av høyresveisingen, uteksperimentert i 1939 av ingeniør Gunnert ved A-B Gasaccumulator i Stockholm

Brenneren (flammen) blir holdt dypt nede i fugen, som ved materialtykkelse helt opp til ca. 15 mm kan være I-fuge. Foruten at det spares ytterligere tid og varme i forhold til høyresveising, spares altså også forarbeid. Dypsveising kan gi opptil 50 % større sveisehastighet enn høyresveising.

Det blir brukt hard flamme (d v s høyt arbeidstrykk)

Metoden krever spesialopplæring for å kunne gjennomføres tilfredsstillende. Denne opplæringen er patentbeskyttet.

Tenning og regulering av flammen

Tilkopling av ventiler og manometre til flaskene, valg og tilkopling av sveisebend, innstilling av arbeidstrykket på acetylen og oksygen; tenning, regulering og slokking av flammen.

1. Før en kopleer reduksjonsventilene til flaskene, skal en åpne flaskeventilene litt et øyeblikk, for å få blåst vekk eventuelt støv i tilkoplingsnippelen.
2. Tilkoplingsmutrene skal trekkes til med nøkkel, og en må ikke bruke manometrene som mothold mens en skrur til.
3. Se etter trykkregulerings-skruen er skrudd helt ut (til venstre), samt at reduksjonsventilenes utløpsventiler er stengt.
4. Deretter åpnes flaskeventilene langsomt én omdreining. Nøkkelen på acetylenflaska skal ikke fjernes så lenge flaskeventilen er åpen. Ved tilbakeslag eller andre uhell må en raskt kunne stenge gass-utløpet. Av denne grunn skal en heller ikke åpne flaskeventilen mer enn én omdreining.
5. Utløpsventilene (strupeventilene) åpnes også én omdreining.
- 6a. Oksygentrykket stilles inn med åpen brennerventil (O-trykket kalles gjerne "arbeidstrykk".)
- 6b. Acetylenrykket stilles inn med lukket brennerventil.
7. Brennerventilen for oksygen åpnes ca. 1/4 omdreining, deretter åpnes brennerventilen for acetylen helt. Tenn aldri rent acetylen. Den gir sterkt sotende flamme, som tetter til munnstykket og sverter vegg og tak.
8. Still inn til normal (nøytral) flamme. Reduksjonsventilene skal være slik innstilt at en får normal flamme ved full åpning (d e ca. 1/2 omdreining) av brennerventilene.
9. En slokker sveiseflammen ved først å stenge gasstilførselen, deretter oksygentilførselen.

Skal sveisingen avbrytes for en kort tid, kan en stenge av gass- og oksygentilførselen ved hjelp av strupeventilene. Når en går fra apparatet, skal en stenge toppventilene, og deretter åpne brennerventilene for å slippe ut gasser.

som finnes i slanger og ventiler. Til slutt skrur en reguleringskruene løs (til venstre) og stenger brennerventilene.

Olje og fett må ikke brukes til noen del av sveiseapparatet. I forbindelse med oksygen kan de gi eksplosjon.

Bruk bare spesiallagede pakninger, som er garantert fettfrie. Utsett ikke ventilerne for slag eller støt. Leting etter lekkasje skjer ved at en pensler med såpevann.

Valg av brennerstørrelse.

Det er viktig at en velger brennerstørrelse i riktig forhold til materialtykkelsen.

Er brenneren for liten, går det altfor lang tid før grunnmaterialet begynner å smelte. Sveiseren blir da fristet til å sette opp arbeidstrykket. Derved blir imidlertid utstrømningshastigheten så stor at trykket fra sveiseflammen blåser smeltet tilsettmateriale utover de omliggende partier av grunnmaterialet, som ennå ikke er smeltet. På den måten vil ståldråper klistre seg fast her og der i sveisefugen. Hvis en ikke er svært påpasselig med å smelte igjennom disse dråpene, vil det bli en rekke svake punkter i sveisen. Ved brudd vil en slik sveise vise blå eller blågule flekker på de stedene der ståldråpene hadde klistret seg fast.

Er brenneren for stor, greier sveiseren ikke å beherske sveisesmelten. Sveisefugen vil da bli altfor bred, en brenner store hull i arbeidsstykket, eller smeltet stål renner utover usmeltet grunnmateriale og danner bindingsfeil.

Mange sveisebrennere har innstempelt hvilken materialtykkelse i stål de er beregnet for. I andre tilfeller er det angitt hvor stort gassforbruk pr. time de normalt har. I siste tilfelle må en da regne seg til hvilke materialtykkelser vedkommende brennerstørrelse passer til. Ved høyre sveising kan en regne at det trengs et gassforbruk på ca. 100 l/h pr. mm platetykkelse ved horisontalsveising og liggende vertikalsveising. Ved sveising av utvendig hjørne kreves omtrent 25 % mindre gass pr. tidsenhet, og ved innvendig hjørne 25 % mere enn ved horisontalsveising. Ved stående vertikalsveising (oppover) får en god utnyttelse av varmen som stiger opp langs fugen, og kan derfor regne med 25 % mindre gassforbruk enn tilsvarende horisontalsveis.

Ved venstre sveising kan en gå ut fra ca. 75 l/h pr. mm tykkelse som basis og bruke de samme korreksjonskoeffisienter som ovenfor.

Det kan nevnes at normal utstrømningshastighet for gasser er ca. 100 m/s.

Er utstrømningshastigheten for stor (f. eks. 150 m/s), risikerer en at ståldråper blåses utover usmeltet grunnmateriale og danner bindingsfeil. Er utstrømningshastigheten for liten (f. eks. bare 50 m/s), vil flammen slukne og tennes med små smell. Også i dette tilfelle risikerer en at det spruter ståldråper utover arbeidsstykket.

Ved altfor stor utstrømningshastighet blir flammen blåst ut fra munnstykket og slukner. (Ved små sveisebrennere med lite arbeidstrykk kan en være utsatt

for at flammen rives av på grunn av en luftpute foran munningen når den skal tennes. Det hjelper mot dette å legge brenneren med munnstykket på skrå ned mot arbeidsstykket idet en tenner flammen.)

Det er dessverre vanskelig å gi noen regel for hvor stort arbeidstrykk en skal bruke til hver enkelt brennerstørrelse, da dette i høy grad beror på brennerens konstruksjon (fabrikat, type). Men som hovedregel kan nevnes at en sveisebrenner skal arbeide med så rolig og lang flammekjerne som mulig. Gode brennere som er godt justert, vil gi en flammekjerne på 8 - 9 mm for en 2 mm brenner, 16 - 18 mm for en 10 mm brenner, og 20 - 22 mm for en 20 mm brenner.

Valg av tilsettråd.

Som tilsettmateriale må en bruke tråd som er framstilt spesielt til dette bruk. En må selvsagt ta hensyn til kvaliteten av det materialet som skal sveises, og til påkjeningen på sveisen, når en velger tilsettmateriale. Rusten tråd må ikke brukes under noen omstendighet, heller ikke galvanisert tråd. Sveisetråd er rustbeskyttet ved forkopring. En bør velge tråd av tettet stål (også kalt beroliget eller silicert), fordi dette gir mindre sprut og sikrere kvalitet av sveisen. Tilsettråd for stål (konstruksjonsstål) med strekkfasthet over 40 kp/mm² (karboninnhold over ca. 0,15 %) blir alltid framstilt av tettet stål. Til sveising av særlig viktige konstruksjoner og til legert stål, finnes en rekke spesialkvaliteter.

En må alltid passe på ikke å smelte ned og tilføre mere tilsettmateriale enn det smeltede grunnmaterialet kan oppta. Smelter en ned for mye tilsettmateriale vil det medføre bindingsfeil rundt kanten av smelta. Derfor må en bruke en tilsettråd med passelig tykkelse i forhold til platetykkelsen, slik at en ikke "klabber" på med tykk tilsettråd på tynne plater. Heller ikke må en somle bort tid og varme ved å bruke for tynn tråd, da vil en dessuten risikere å overhete tilsettmaterialet.

Tilsettråden bør vanligvis velges i samsvar med tabellen nedenfor

Platetykkelse	Tråddiameter
1 - 1,5 mm	1 mm
2 - 2,5 "	2 "
3 - 5 "	3 "
6 - 10 "	4 "
10 - 15 "	5 "

Prøving av sveiser

1 Bruddprøve.

En svært enkel prøvemethode er bruddprøven, som består i at en bryter eller slår sveiseprøven i stykker og undersøker bruddflatene. En god sveis viser metallisk rene bruddflater, uten porer og hulrom, og uten svarte eller blågule flater, som tyder på slagginnleiringer eller bindingsfeil. Grovkrystallinsk, blank og glinsende bruddflate tyder på overheting. Matt, finkornet struktur tyder på seig, god sveis.

2 Etseprøver.

- a Kopperammoniumklorid i vann, konsentrasjon 1 : 12.
- b Ammoniumpersulfat i vann, konsentrasjon 1 : 10
- c Jod-kaliumjodid i vann, konsentrasjon ca 1 : 10
- d Salpetersyre, ca. 10 % konsentrasjon.

Sveisen som skal undersøkes, skjæres tvers over med baufil, og pusses helt glatt med fil og smergellerret. Den etses så med en av de oppløsningene som er nevnt. Deretter må den straks vaskes av med en bomulls- eller pussegarnsdott og rent vann.

Det er også mulig å etseprøve en sveisesøm i en ferdig konstruksjon. På steder der sveisen synes mistenkelig, borer en ut med et konisk bor eller fres helt til bunns i fugen. Borets diameter må være så stor at hele sveisefugens bredde blir boret ut oventil. De snittflatene som en får fram på denne måten, pusses og fuktes så med en pussegarnsdott som er vætet med oppløsning av ammoniumpersulfat.

3. Bøyeprøver.

Prøvestykkene skjæres eller klippes ut på tvers av sveisen. For å se om det er noen forskjell mellom begynnelsen, midten og slutten av sveisesømmen, bør en ta ut flere prøver som nummereres. Bredden på prøvestykkene (altså lengden av sveisesømmen) kan passende være 50 mm

For å få bøyingen til å foregå midt i sveisen, må en forminske tverrsnittet der ved å slipe 4 - 3 mm av begge kanter, dessuten bør en runde av kantene. Det er viktig at sveisen har samme tykkelse som plata ellers. Er den tykkere, vil bøyingen foregå på begge sider av sveisen.

Prøven skal bøyes om et rundstålstykk med diameter 2 ganger tykkelsen av prøvestykket. En god sveis skal tåle bøying til 180° med strekkpåkjenning på sveisesiden og minst 90° med strekkpåkjenning på rotsiden (V-sveis) uten at det blir tegn til sprekker.



Fig. 7.

T. v. sveis med råke; i midten riktig;
t. h. feil bøying.

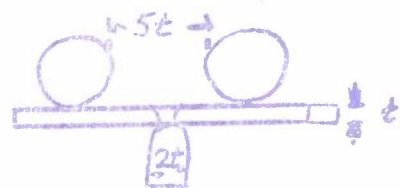


Fig. 8.

Riktig bøyeprøving.

Under bøyeprøven kan en også måle forlengelsen på strekksiden. Dette foregår ved at en setter to streker med f. eks. 15 mm avstand før bøyingen, og så måler avstanden på nytt (f. eks. med millimeterpapir) etter bøyingen. Forlengelsen regnes ut i prosent.

4. Smiprøve.

Ett eller flere prøvestykker på 35 - 40 mm bredde blir skåret ut på tvers av sveisen. Prøvestykket varmes opp til ca. 900° (lys rødglød) og smies ned til halvt tverrsnitt i en lengde av ca. 10 ganger tykkelsen. Den utsmidde delen av prøvestykket skal i smivarmer (som ovenfor) kunne vris 360° uten sprekkdannelse.

5. Andre prøvemetoder.

Skal sveisen i ferdige konstruksjoner undersøkes, kan en selvsagt ikke bruke noen av de metodene som er nevnt ovenfor (muligens med unntak for utboringsmetoden som er nevnt under etseprøver). En må da ty til ikke-destruktive prøvemetoder, som røntgen-, magnafluks eller ultralydprøver. Utstyret for disse prøvemetodene er tildels svært kostbart. I alminnelighet er en for sveisearbeider avhengig av at arbeidet er utført av dyktige og ansvarsbevisste sveisere under kontroll av sveisekyndig arbeidsledelse.

Øvelse G 1.

Øvelse i føring av sveisebrenner og tilsettråd. Høyresveising

Materialer: Et platestykke omlag 4 x 100 x 150 mm. 3 mm tilsettråd.

Brennerstørrelse for sveising av 4 - 6 mm platetykkelse.

Øvelsen går ut på å legge sveiselarver (sveisestrenger) på platestykket.

Begynn sveisingen fra venstre etter at platen er noe forvarmet der sveiselarven skal legges. Smelt grunnmaterialet godt opp, og før sveisebrenner og tilsettråd etter anvisning for høyresveising.

Forsøk å sveise rette, pene larver med 10 mm bredde og omlag 20 mm mellomrom.

Undersøk om innsmeltingen i grunnmaterialet er god, ved å meisle opp sveiselarvene, eller ved å ta en etseprøve som foran forklart. Legg merke til deformasjonene av platestykket. Bøyer det seg med sveiselarvene på utsiden eller på innsiden? Er bøyen sterkest langs larvene eller på tvers av dem? Har sveisehastigheten noe å si for deformasjonene?

Øvelse G 2.

Hjørnesveis (L-sveis). Høyresveising

Materialer: 2 stk. 40 x 5 mm ($1\frac{1}{2}'' \times 3/16''$), eller 6,4 mm ($1/4''$) tykkelse, 200 mm lange. Tilsettråd for 5 mm godstykkelser: 3 mm, og for 6,4 mm godstykkelser: 3 eller 4 mm.

Brennerstørrelse: for 5 mm godstykkelser: 4 - 6 mm, for 6,4 mm godstykkelser 6 - 9 mm.

Arbeidstykkene heftes sammen i rett vinkel med ett sveiseheft i den ene enden og ett på midten. For å oppnå god gjennomsveising, må en ikke hefte platene tettere sammen enn at det blir en åpning i bunnen av fugen mellom platene på 2 mm. (I alminnelighet bør åpningen i bunnen av fugen være $2/3$ av tilsettrådens diameter.)

Bruk ikke for høyt arbeidstrykk på sveiseflammen, så smelta blåser utover. Begynn sveisingen i den enden som ikke er heftet, og utfør øvelsen som høyresveis, fra venstre til høyre, med tilsettråden etter flammen. (Som det vil huskes, blir høyresveis også kalt baklengsveis, fordi flammen føres baklengs, og selve sveiestedet eller sveisesmelta befinner seg bak brenneren i føringsretningen.)

Det er viktig å passe på her at en bygger hjørnet tilstrekkelig høyt opp ved å smelte nok tilsettråd, og se etter at sveisen får jevn og pen overflate og jevn gjennomsveising.

Etter at sveisen er ferdig og har fått kjøle langsomt til romtemperatur, slår en prøven flat så den ryker fra hverandre, og undersøker om det er bindingsfeil, eller om gjennomsveisingen har vært god.

Etseprøve.

Foruten en slik rent mekanisk undersøkelse av sveisens kvalitet, kan en også bruke en etseprøve.

Selve etsingen foregår etter at en har slipt og pusset av flaten så den er helt blank. En dypper den blanke flaten ned i en oppløsning av kopperammoniumklorid eller et av de andre etsemidlene som er nevnt på side 10 i ca 1 minutt (eller også kan en sette den blanke flaten vannrett opp og dryppe på noen dråper kopperammoniumkloridoppløsning, som så får ligge der og etse ca 1 minutt), deretter vasker en av med helst rennende vann og en pussegarndott. En vil nå tydelig kunne se skillelinjen mellom grunnmateriale og sveis, og en ville kunne se slagginnslutninger og andre bindefeil.

MERK: Slike slagginnslutninger kan en få bli på grunn av at sveisefugen og dens nærmeste omgivelser ikke har vært tilstrekkelig reingjort for rust og glødeskall. Merk også at det kan være atskillige bindingsfeil i en sveis som er helt fin å se til utvendig.

Øvelse G 3.

Buttsveis med V-fuge. Høyresveising.

Øvelsen kan betraktes som en fortsettelse av øvelse nr 2.

Materialer. 2 stk. 40 x 5 mm ($1\frac{1}{2}$ " x $3/16$ "), eller 6,4 mm ($1/4$ ") tykkelse, 200 mm lange. Tilsettråd 3 eller 4 mm. Brennerstørrelse for 5 mm godstykkelse 4 - 6 mm; og for 6,4 mm godstykkelse 6 - 9 mm brennerstørrelse. Her kreves mere sveisevarme enn ved utvendig hjørnesveising, og en må derfor sette arbeidstrykket noe opp i forhold til øvelse nr. 2.

Utfør øvelsen som høyresveis, pass på gjennomsveisingen. Bygg sveisen opp med ganske liten råke som går jamt over i grunnmaterialet. Husk at en unødig fortykkelse i sveisen vil være en brå tverrenittsforandring, altså virke som en bruddanvisning. Det er en svært vanlig misforståelse at en kan forsterke forbindelsen ved å legge på en kraftig råke, eller ved å sveise på lasker.

Vi kontrollerer kvaliteten av arbeidet ved en bøyeprobe.

Klipp eller skjær prøven over på tvers av sveisen i stykker på omlag 50 mm bredde. Bøy ett prøvestykke med sveisesømmen ut og ett stykke med sveisesømmen inn. Prøven skal tåle 180° med strekkpåkjenning på sveisesiden og minst 90° med strekkpåkjenning på rotsiden.

Øvelse G 4.

Buttsveising av stenger. Høyresveising og venstresveising.

Materialer: 2 stk. 50 x 9,5 mm (2 " x $3/8$ ") ca 10 cm lange. Endene på hvert av stykkene skrås i omlag 35° , slik at det blir en V-formet 70° sveisefuge. Tilsettråd 4 mm.

Brennerstørrelse: 6 - 9 mm. Sveisen skal bygges opp i to lag.

Legg stykkene med omlag 3 mm avstand i bunnen av sveisefugen. Forvarm begge stkker langs sveisefugen til rødvarme før selve sveisingen, og sveis bunnelaget opp til 2/3 av tykkelsen som høyresveising. Gå deretter tilbake til med øvre lag som venstresveising. (Denne framgangsmåten er god ved sveising av stangmaterialer, men en må ikke bruke den ved sveising av lange sømmer. Se nedenfor). Vansken ved denne øvelsen er å få bygd opp rette og pene kanter. Bruk ikke så høyt arbeidstrykk at hele kanten blåser ned. Hold smelta oppe ved å føre flammen sterkt på skrå, helt ned til 0° om nødvendig, og hold tilsettråden stadig nede i smelta til kanten er bygd helt opp. Det er feil å bygge opp kantene på den måten at en legger på litt og litt tilsettråd om gangen, tar flammen bort så smelta stivner, smelter opp igjen og legger på litt ny tilsettråd osv. En slik framgangsmåte vil føre til oppbrenning, overheting og unødig stort gassforbruk.

En bør sveise to slike prøver og etter avkjøling bøye en av dem med strekkpåkjenning på sveisesiden, og den andre med strekkpåkjenning på røtsiden. Godt utførte sveiser skal tåle slik bøying i kald tilstand uten feil til 180° med overflaten av sveisen som strekkside, og minst 90° med rota av sveisen som strekkside. Mislykkes prøvene, må en forsøke med å øke eller minke arbeidstrykket, eller med bedre oppsmelting av grunnmaterialet inntil sveiseprøven fyller de kravene som er nevnt.

I alminnelighet bygger en sveisen opp i ett lag ved godstykkelser opptil 10 mm. Ved større godstykkelser bør en bruke X-fuge, eller aller helst buesveising. Men en kan også gassveise med V-fuge på den måten som er vist på bildet, altså skrittvis i to lag. Skrittene må ikke være for lange, da en i så fall taper for mye varme.

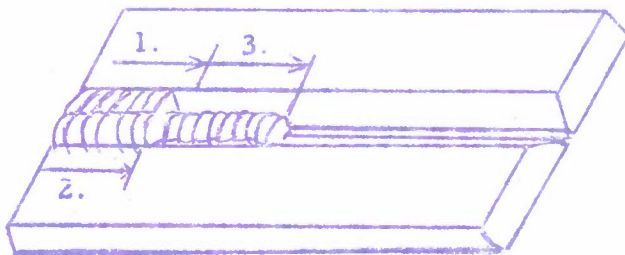


Fig. 9.
Høyresveising av store godstykkelser.

Øvelse G 5.

Stående vertikalsveis oppover, kilsveis Høyresveising

Materialer: 2 stk. 40 x 6,4 x 250 mm (1½" x 1/4" x 200 mm). 3 mm tilsettråd. Brennerstørrelse 4 - 6 mm.

Arbeidsstykkene heftes sammen i en rett vinkel med 2 mm åpning mellom platekantene i bunnen av fugen. Sveisen skal utføres i loddrett stilling nedenfra og oppover.

Hold sveiseflammen nesten vinkelrett inn i sveisefugen og med en svak helling oppover. Bøy tilsettråden så den får omtrent samme form som et sveisebend. Hold tråden under flammen i smelta med omlag 50° vinkel mot sveisefugen og før den med raske bevegelser på tvers av fugen. På denne måten blir fugen fylt helt opp etterhvert som flammen blir flyttet oppover og smelter vekk grunnmaterialet.

Pass på å holde flammen så langt inn at det blir smeltet opp et lite hull i bunnen av fugen, og se samtidig etter at begge sider av platekanten smeltes tilstrekkelig, så det ikke blir sveiserille på den ene eller begge sidene langs sveisen. Pass også på at sveisen blir bygd opp i tilstrekkelig høyde med jevn overgang til grunnmaterialet.

Hvis denne sveisen blir godt utført, skal den innvendige siden av vinkelen vise meget pen sveisesøm, likesom overflaten blir like pen som under sveising i vannrett stilling.

En brenner- og trådføring som også har vært anbefalt, er at sveisebrenner og tilsettråd krysser hverandre i taktfaste, like raske bevegelser på tvers av sveisefugen.

Det er mulig med gassveising å oppnå absolutt prima sveiseforbindelse ved stående vertikalsveis.

En videreføring av denne øvelsen er å forsøke med et nummer større sveisebrenner og med å øke eller minske arbeidstrykket til sveisen kan utføres raskt og pent.

Sveisen prøves ved at en slår vinkelen ned. Eventuelle bindingsfeil vil da gjerne komme til syne. Legg også merke til om materialet er blitt overhettet, d v s. grovkornet i nærheten av sveisesømmen (i bruddflaten).

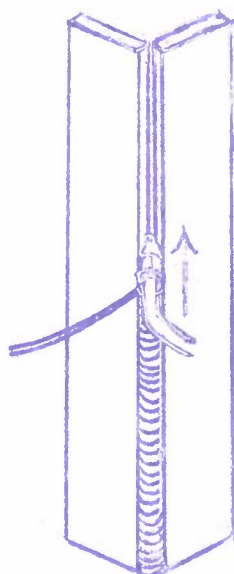


Fig. 10.
Stående vertikalsveis oppover.
Høyresveising.

Øvelse G 6.

Stående vertikalsveis oppover, butt V-fuge Høyresveising

Materialer: 2 stk. 40 x 6,4 x 200 mm ($1\frac{1}{2}'' \times 1/4'' \times 200$ mm). Kantene skråskjæres 30° , slik at det blir 60° V-fuge. 3 mm tilsettråd. Brennerstørrelse 4 - 6 mm. Sveisen skal utføres nedenfra og oppover.

MERK: V-fuge i stål skal alltid ha ca 1,5 mm rett kant i bunnen, slik at en unngår overheting og gjennombrenning.

Arbeidsstykkene heftes sammen i plan stilling med omlag 2 mm åpning i bunnen av fugen.

Pass på gjennomsmelting og tilstrekkelig godstykkelse av sveisen med jamn overgang i grunnmaterialet.

Sveisen prøves som anført for tidligere øvelser ved at en skjærer eller klipper ut et par stykker av ca. 50 mm bredde tversover og bøyer det ene med strekkpåkjenning på sveisesiden og det andre med strekkpåkjenning på rotsiden. Som før skal prøvene tåle 180° bøyning med strekkpåkjenning på sveisesiden, og 90° med strekkpåkjenning på rotsiden.

Øvelse G 7.

Stående vertikalsveis nedover, V-fuge Høyresveising.

Materialer og brennerstørrelse som i øvelse 6.

Før sveisebrenner omtrent 45° mot grunnmaterialet, og bruk så stort arbeids-trykk at smelta holdes oppe. Tilsettråden skal også holdes i omtrent 45° vinkel mot arbeidsstykket. Den skal stadig holdes nede i smelta, og forøvrig går en fram som vanlig ved høyresveising.

Øvelse G 8.

Sveising av utvendig hjørne, tynnplate, uten tilsettmateriale

Horisontal, liggende venstresveising.

Materialer: 2 stk. 2 x 30 x 200 mm eller 2 x 20 x 200 mm Brennerstørrelse: 1 - 2 mm.

Båndstål er greit å bruke. Ved skjæring av plate vil det være vanskelig å få rette kanter.

Still platene opp i rett vinkel til utvendig hjørnesveis. Innstill normal, nøytral flamme. Platekantene smeltes sammen uten tilsettråd. For å få smeltet platekantene raskt ved startstedet, holder en sveiseflammen i 60 - 70° vinkel mot materialet og spissen av den hvite flammekjernen omlag 2 mm fra smeltebadet. Etterhvert som platekantene smelter sammen, fører en sveisebrenneren mer på skrå, 45 - 20°, og jamt og rolig fra høyre til venstre langs fugekanten, dessuten ser en etter at flammen blir holdt i samme høyde. Blir det brent hull, er framføringen av sveisebrenneren for langsom eller avstanden mellom platekantene for stor. Flyter platekantene ikke jamt sammen, er framføringen av sveisebrenneren for rask, eller sveiseflammen har for lavt arbeidstrykk.

Dette er en øvelse i å innstille sveiseflammen riktig og i å føre sveisebrenneren støtt og rolig langs sveisefugen. Forsøk med å øke eller minske arbeidstrykket til resultatet blir mest mulig.

Øvelsen gjentas inntil en slik sveis blir jamn og pen uten gjennombrante hull eller avbrutt og ujamn sveiselarve.

Øvelse G 9.

Utvendig hjørnesveis, tynnplate, med tilsettmateriale.

Horisontal, liggende venstresveising.

Materialer: 2 stk. 2 x 30 x 200 mm eller 2 x 20 x 200 mm. 2 mm tilsettråd. Brennerstørrelse: 1 - 2 mm

Øvelsen er en videreføring av øvelse nr 8

For å sikre god gjennomsveising hefter en platene sammen med omlag $1\frac{1}{2}$ mm fugeåpning, først med et punkt i den ene enden, og deretter på midten

(MERK: Det er bare i unntakstilfeller en kan tillate seg å heftsveise der en skal bruke venstresveising.)

Begynn sveisen i den enden som ikke er heftet. Varm opp platekantene til de smelter, og før tilsettråden ned i smelta foran spissen av sveiseflammen, slik at hjørnefugen blir fylt opp av nedsmeltet tilsettråd i passe høyde.

En tar så tilsettråden opp fra smelta og fører flammen fram for å smelte opp et nytt parti av grunnmaterialet, og fører på ny tilsettråden ned i smelta. Høyre og venstre hånd må således øves opp til å arbeide uavhengig av hverandre, og jo mer taktfast og jamt bevegelsene kan utføres, desto penere blir sveisen. Pass på reguleringen av sveiseflammen og sørg for passelig oppsmelting av grunnmaterialet. Hold ikke tilsettråden på tvers av sveisefugen, men i dens lengderetning.

Gjenta øvelsen til hjørnesveisen blir jamn og pen både innvendig og utvendig

Øvelse G 10.

Horisontal, liggende buttsveis, tynnplate. Venstresveising.

Materialer som ved øvelse nr. 8 og nr. 9. En må bruke litt høyere arbeidstrykk enn i de to foregående øvelsene, da det her kreves større varmetilførsel enn ved sveising av utvendig hjørne. Jfr. avsnittet "Valg av brennerstørrelse".

Platene legges opp med ekspansjonsåpning omlag 3 % av lengden, for 250 mm lengde altså omlag 8 mm åpning i venstre ende, og ca. 1 mm åpning i høyre ende der sveisen skal begynne. Bruk en fjærboyle av plate eller en liten filklø til å holde platekantene parallelle i vertikalplanet.

Sveisebrenneren skal føres helt rolig eller med svake, sirkulerende, men minst mulig løftende bevegelser langs sveisefugen. Ellers fører en både sveisebrenner og tilsettråd som i foregående øvelse.

Øvelsen fortsettes inntil en oppnår jamn gjennomsveising, uten nedhengende tapper på undersiden, og pen, jamn overflate.

Prøv sveisens styrke ved å bøye platene i sømmen til 180° , og slå den helt sammen. Godt utført tåler sveisen en slik påkjenning ved denne platetykkelse.

Øvelse G 11.

Horisontal, liggende kilsveis (L-sveis), T-skjøt. Venstresveising.

Materialer: 1 stk. 2 mm x 50 mm (båndstål fordelaktig) og 1 stk. 2 mm x 25 mm, begge 200 mm lange

Som før nevnt krever en slik innvendig hjørnesveis (kilsveis eller L-sveis) større varmetilførsel enn buttsveis. En velger derfor brennerstørrelse for 2 - 4 mm plate. Innstill forholdsvis lavt arbeidstrykk. Tilsettråd: 2 eller 3 mm.

Hold flammen nesten vinkelrett med spissen av flammekjernen helt inne i hjørnet. Hvis en holder flammen for langt ut, vil platene smelte til begge sider, men ikke inne i hjørnet. Flammen skal føres helt rolig eller med små, ellipseformede bevegelser. Tilsettråden må tilføres i overkant av smelta på den loddrettstående plata, da en ellers vil få sveiserille langs langs overkant av kilsveisen.

Godt resultat av denne øvelsen er avhengig av at flammen er riktig regulert, og av at sveisebrenneren føres riktig. Blir resultatet ikke tilfredsstillende i første omgang, må en prøve med minsket eller øket arbeidstrykk.

Når resultatet ser bra ut, kan en prøve sveisen ved å slå det loddrettstående platestykket ned med sveisesiden inn. En bør gjenta øvelsen inntil en har fått til en god sveis uten bindingsfeil. Deretter sveiser en enda en prøve, og slår den sammen med sveisesiden ut.

Øvelse G 12.

Venstresveising av tynne plater.

Materialer: 2 stk. plater 0,8 eller 1 mm, 100 x 250 mm. Båndstål 1 1/4" nr. 19 er brukbart. Tilsettråd: 1 mm eller 1,5 mm.

Brennerstørrelse for $\frac{1}{2}$ - 1 mm. Normal, nøytral flamme.

Legg platene horisontalt med et utlegg på ca. 3 % av lengden, og fest dem i stilling med en filklo eller fjærklemme.

Før brenneren helt rolig, eller med små sirkelbevegelser, i en vinkel på 40 - 20° mot platene.

Øvelse G 13. Tas som demonstrasjon.

Venstresveising av tynne plater (videreføring av øvelse nr. 12.

Materialer: 100 x 500 mm, tykkelse som ovenfor. Tilsettråd og brennerstørrelse som i øvelse nr. 12.

Legg platene parallelt og heftsveis dem med punkter i innbyrdes avstand ca. 30 ganger platetykkelsen: det første punktet skal være ca. 30 mm fra enden, og det siste (foreløpig) ca. 200 mm fra samme ende. Etterat en har hamret heftpunktene med lette slag, så platene er rette og plane, begynner en å sveise fra midt mellom første og annet heftepunkt og til midt mellom siste og nest siste punkt. (Hvis en sveiser helt ut til siste punkt, vil platene krympe sammen og kantene klyve over hverandre.) Nå hamrer en lett over sveisen så krympingen oppheves, heftsveiser et nytt stykke, hamrer over heftepunktene, og fortsetter sveisingen. Til slutt sveiser en det stykket som står igjen der sveisen ble begynt - fra påbegynt sveis og ut til plateenden.

(Et par andre øvelser i sveising av tynnplater er beskrevet s. 266 f. i Sandholts bok - fig. 235 og 236.)

Øvelse G 14.

Horisontal, liggende buttsveising av mellomplate.

Venstresveising.

Materialer: 2 stk. 50 mm x 100 mm, tykkelse 3 - 4,5 mm ($1/8''$ - $3/16''$).

Tilsettråd: 3 mm.

Brennerstørrelse for 2 - 4 mm plate.

Skal en få god gjennomsveising, må en legge platene slik at det blir en spalteåpning på ca. $2\frac{1}{2}$ mm der sveisen blir avsluttet. Legg ikke platene direkte mot jernunderlag, men slik at det blir luftåpning under sveisefugen.

Før brenneren (flammen) så langt ned i fugen at det blir smeltet opp et halv-sirkelformet hull av hver platekant. Fyll dette hullet med avsmelt fra tilsettråden, fjern så tråden fra flammekjernen mens flammen føres fram og smelter opp et nytt hull. En må passe nøye på at de oppsmeltede hullene går helt i hverandre, slik at det ikke blir avbrudd i sveisesømmen. Når denne sveisen er riktig utført, skal det være en jamn, tynn svulst på undersiden. Det skal ikke finnes nedhengende tapper av forbrent materiale. Gjenta øvelsen til sveisen ser bra ut både på oversiden og undersiden. Deretter kan en ta en bøyeprobe: sveisen skal tåle å bøyes 180° med strekkpåkjenning på rotsiden uten at det blir sprekker.

Øvelse G 15.

Horisontal, liggende buttsveising av mellomplate.

Høyresveising.

Materialer, tilsettråd og brennerstørrelse som i øvelse 14.

Som tidligere nevnt er varmedeformasjonene mindre ved høyresveising enn ved venstresveising. En kan derfor i denne øvelsen legge arbeidsstykkene med 2 - $2\frac{1}{2}$ mm avstand i den enden der en begynner å sveise, og 1 - 2 mm i den motsatte enden. En bør også utføre øvelsen med heftsveising av platestykkene, og gjør i det tilfelle åpningen jamt $2\frac{1}{2}$ mm.

Ved sammenligning av øvelse 14 og 15 finner en at høyresveising gir det sikreste resultat og er raskest.

Øvelse G 16.

Sammensveising av arbeidsstykker med forskjellig tykkelse.

Materialer: 1 stk. stangstål 40 x 5 mm ($1\frac{1}{2}''$ x $3/16''$) og 1 stk. 50 x 9,5 mm ($2''$ x $3/8''$), begge ca. 200 mm lange. Brennerstørrelse for 6 - 9 mm.

Det minste stykket skal sveises til midten av det største (T-skjøt). Kantene fases (K-sveis). Bruk høyresveising. En vil se at det er nødvendig å rette flammen mot det tykkeste stykket, forat oppvarmingen av de to stykkene skal bli noenlunde jamn.

Øvelse G 17.

Buttsveising av 25 mm rundtstål.

Materialer: 2 stk. 20 mm (3/4") rundtstål, 100 mm lange. 3 mm tilsettråd.

Brennerstørrelse for 6 - 9 eller 9 - 14 mm.

Det skal brukes X-fuge, og fugevinkelen bør være 80 - 90°. (Vinkelen bør være større jo større diameteren på arbeidsstykket er.) (Merk at tverrsnittarealet av en X-fuge er bare omtrent halvparten av arealet av en V-fuge med samme vinkel. Merk også at en ikke spisser rundtstål som en blyant!)

Arbeidsstykkene bør legges i et vinkelstål, kanalstål e.l. så de ligger støtt. Still inn arbeidstrykket slik at smelta ikke blåser utover.

Forvarm begge ender til god rødvarme. Sørg for at grunnmaterialet smelter godt sammen i bunnen av X-fugen, og pass på at begge sider av sveisefugen smelter under tilførsel av tilsettmateriale. Når en har bygd opp halvvegs i fugen på den ene siden, dreier en arbeidsstykket og fortsetter på den andre siden. Men her må en passe på å fjerne alt glødeskall. Pass på at det blir ren sammensmelting med undersiden av den første V-sveisen - om nødvendig må en blåse dypt i smelta med sveiseflammen for å få fjernet slagg. En bygger nå helt opp denne siden av sveisen. Under dette kan en veksle mellom venstre- og høyresveising ettersom det passer best. En må hele tiden føre brenneren i en slik vinkel at smelta ikke blåses ut av fugen eller utover usmeltet grunnmateriale. Tilslutt går en tilbake og bygger opp resten av den første V-sveisen, etter at glødeskall i fugen er fjernet. Straks sveisen er fullført, skal den hamres med raske, lette slag.

En kan prøve sveisens kvalitet på to måter. 1. En kan bøye den kald til 180° (i et plan vinkelrett på sveisefugen). 2. En kan varme stanga til smivarme, smi den ned til halve tverrsnittet kvadratisk, og så vri den i rødvarme (smivarme) til minst 360° over sveisen. Godt utført sveis skal kunne tåle begge disse prøvene uten synlig sprekkdannelse.

Øvelse G 18.

Kilsvæising av 20 mm rundtstål.

Materialer: 20 mm (3/4") rundtstål; 1 stk. 100 mm langt, 2 stk. 80 - 100 mm lange. 3 mm tilsettråd.

Øvelsen utføres to ganger, én gang med brennerstørrelse for 6 - 9 mm og én gang med brennerstørrelse for 9 - 14 mm. Stykkene skal sveises sammen til et kors. Det skal brukes X-fuge (d. v. s. at de to korte stykkene skal flatspisses).

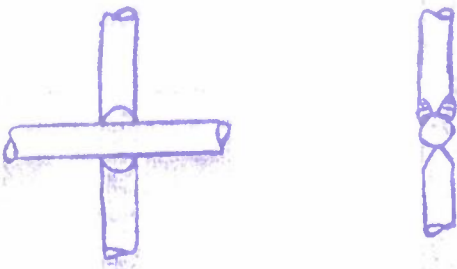


Fig. 11.

Øvelsen utføres på tilsvarende måte som foregående øvelse. En må passe på at det blir god innsmelting i alle vinkler. Fyll ut til passende råke med tilsettråd.

Sveisen prøves ved at en slår korset i stykker.

Øvelse G 19.

Påleggsveising på aksel.

Materialer: 40 - 50 mm (ca. 1½") eller 25 mm (1") rundstål, 200 - 250 mm langt. Brennerstørrelse for 6 - 9 mm. 3 mm tilsettråd.

Arbeidsstykket skal forvarmes i esse til klar rødvarme. Deretter legger en på larver i akselens lengderetning, 80 - 100 mm lange. Larve (strøng) nr. 2 skal legges diametralt motsatt nr. 1. Deretter dreier en akselen 90° og legger larve nr. 3 midt mellom de to første, og nr. 4 legges diametralt overfor nr. 3. Deretter kan en legge larvene kontinuerlig side om side. En sveiser da fram og tilbake, høyre- og venstresveising annen hver gang. En må passe på at larvene smeltes godt i hverandre, slik at det ikke blir innleiringer av glødeskall. Hver enkelt larve skal hamres med lette, raske slag straks den er lagt på.

Sveisens kvalitet undersøkes ved etsing.

Øvelse G 20.

Sveising av støpejern.

Materialer: 2 brikker, tilsettstav av støpejern, sveisepulver for støpejern. Brenner for 6 - 9 mm tykkelse.

En må ha god sveisefuge, da det er vanskeligere å få god gjennomsveising ved støpejern enn ved stål. Dette kommer bl. a. av at en må holde flammekjernen 3 - 6 mm fra både grunnmaterialet og tilsett materialet for å unngå bortbrenning av kisel (silicium). Fugekantene må renses godt - all støpehud, sandskorpe, rust og slag må slipes bort. (Ved reparasjonsveising må fugen gå helt til bunnen av revne eller sprekk.)

En må passe på at det ikke blir brent bort mer av karbon eller kisel enn høyst nødvendig. Flammen skal være nøytral (normal), eller med et lite acetylenoverskudd.

I motsetning til det som gjelder for stål (utenom de aller karbonrikeste), er smeltepunktet for oksydet høyere (ca. 1400° C) enn for grunnmaterialet (ca. 1200°). Derfor må en bruke et flussmiddel (sveisepulver eller -pasta), som gjør oksydet mere lettsmeltelig. Flussmidlet påføres enten ved at en dypper den forvarmede staven i pulveret, eller ved at en rører pulveret ut i rent vann til en pasta og

stryker denne på både staven og grunnmaterialet med en pensel. Slagg- (oksyd-) partiklene er lysere enn grunnmaterialet, og er derfor lette å se. En må stadig røre i smelta med tilsettstaven for å løsrive slaggparkliklene og få dem til å flyte opp. Omrøringa vil også få eventuelle gassblærer til å flyte opp.

Enkelte mener at slaggparkliklene blir bedre synlige hvis en bruker briller med brune glass.

Da avkjølingshastigheten for sveisen er stor, og dessuten en del kisel vil bli brent bort under arbeidet, er det nødvendig at tilsettmaterialiet er særlig kiselrikt (4 - 5 % Si). En må aldri bruke tilfeldige støpejernbiter som tilsettmaterialie. - Enkelte sveisere pynter på sveisen ved å smelte den opp på nytt og glatte over med flammen. Dette bør en ikke gjøre, i alle fall ikke uten å tilføre mere av det kiselrike tilsettmaterialiet.

En annen vanskelighet ved støpejern er at det ikke har samme evne som stål til å ta opp og jamne ut eventuelle spenninger som oppstår under sveisinga eller avkjølingen. At støpte maskindeler ofte har en meget komplisert form og sterkt varierende godstykkelse, øker vanskelighetene ytterligere. I regelen må en derfor forvarme hele arbeidsstykket (arbeidsstykkene) til 600 - 700° før en sveiser, varme opp til omtrent samme temperatur etterpå, og så la gjenstanden avkjøles langsomt (gjennom flere døgn). Ved mindre arbeider kan det være tilstrekkelig å forvarme i og omkring fugen.

For å unngå alle de vanskelighetene som er nevnt, vil en ofte foretrekke å lodde støpejernet (med bronse eller spesialmetaller), eller en bruker såkalt "kaldsveising" med elektrisitet. Den sistnevnte metoden går ut på at en sveiser så korte stykker om gangen at grunnmaterialet omkring ikke blir nevneverdig oppvarmet.

Som det vil forstås, er sveising av støpejern atskillig mer komplisert enn sveising av bløtt stål. En bør ikke innlate seg på det uten grundig opplæring og god øvelse. Når vi har tatt med en øvelse i støpejernsveising her, er det hovedsakelig for nettopp å få understreket de spesielle vanskelighetene.

Lodding og sveiselodding.

I sitt stensiltrykk "Sveiseteknikk" sier professor dr. N. Lefring følgende (s. 2): "For å få en klar avgrensning av begrepene smeltesveising og lodning kan man opsette følgende definisjoner:

Ved smeltesveisingen foregår der foruten en "avsmeltning" av det for utfyllingen av sveisetverrsnittet nødvendige tilsatsmaterialie også en lokal "innsmelting" av materialet i metalldelenes "bindingsflater" (grunnmaterialet), slik at sammenføiningen helt og holdent skjer i form av en sammensmeltningsprosess. Tilsatsmaterialiet må derfor såvidt mulig være av samme art som grunnmaterialet og ha sitt smeltepunkt i samme temperaturområde som dette.

Ved lodningen foregår ingen "innsmelting" av bindingsflatene, men kun en "påsmelting" av loddemetallet hvis smeltepunkt derfor alltid må ligge en del under smeltepunktet for grunnmaterialet.

Sammenføiningen foregår her vesentlig ved en diffusjonsmessig legeringspro-

sess mellom loddemetallet og de ytterste krystallitskiikt i arbeidsstykkets loddeflater, undertiden i samband med forankringsvirkninger ved loddemetallets inntrengning langs korn grensene i grunnmaterialet. Videre kan i enkelte tilfelle også rene adhesjonsvirkninger spille inn". (Sitat slutt.)

Etter dette skulle de fleste tilfeller av lodding kunne henregnes til begrepet "sveiselodding" etter definisjon (b) side 1 i dette heftet.

Sandholt kaller på s. 244 i sin bok sveiselodding for en arbeidsmetode, og ser altså ut til å legge størst vekt på at varmekilden er en sveisebrenner, samt at der brukes fuge.

Som eksempel på tilsettmaterialer som vel må medregnes under "sveiselodding", kan vi nevne Castolin-legeringene. Men en bør være oppmerksom på at der finnes andre fabrikater av lignende typer, selv om Castolin visstnok leverer den mest omfattende serien. I vegledningene for Castolin-legeringene brukes uttrykket sveising, som ikke kan sies å være korrekt her.

Blant disse tilsettmaterialene finnes tyntflytende legeringer, som forutsetter nøyaktig pasning mellom arbeidsstykkene, og tyktflytende typer som brukes i åpen fuge. Dessuten leveres Castolin elektroder til forskjellige formål.

Til hver legering leveres et spesielt flussmiddel, som samtidig er indikator for riktig arbeidstemperatur (også kalt bindetemperatur eller loddetemperatur). Dette foregår på den måten at flussmidlets smeltetemperatur faller sammen med loddemetallets arbeidstemperatur.

I denne forbindelse skal nevnes at det finnes i handelen temperaturindikatorer i form av stifter. En strek på arbeidsstykket vil ved smelting eller fargeomslag angi den temperatur vedkommende stift er merket for.

Øvelse G 21.

Hardlodding (slaglodding) av bløtt stål med vanlig bronse.

Overlappskjøt.

(Ved hardlodding har loddemetallet smeltepunkt høyere enn 450° C.)

Materialer: 1 stk. 2 mm plate ca. 60 x 60 mm, 1 stk. 2 mm plate 10 x 20 mm.

Bronsetråd 2 eller 3 mm, pulver for lodding av koppar og messing. Brennerstørrelse som for sveising av 2 - 4 mm plate; bløt, normal (nøytral) flamme.

Det minste platestykket bøyes i spiss vinkel og plasseres midt på det største, liggende på den ene siden. Pass på at det blir god pasning - d. v. s. at begge platestykkene er plane. En skal ikke beregne "plass til loddemetallet". Dette skal nemlig fukte flatene og trekke seg inn i fugen ved kapillærvirkning. Glødeskall og rust fjernes. Bestryk begge flater med pulver. Arbeidsstykkene forvarmes til pulveret flyter som en tynn glasur på flatene. Før brenneren med en viftende bevegelse, men slik at flammen (sone III) hele tiden beskytter loddestedet mot oksydasjon. Forvarm tråden et øyeblikk i flammen (uten å fjerne flammen fra arbeidestykkene) og dypp den i pulveret. Smelt av noe loddemetall ved å

holde tråden mot det oppvarmede grunnmaterialet, ikke ved å føre den inn i flammen. Hvis forvarmingen er passelig, skal nå bronzen flyte utover flaten og også trenge inn i fugen mellom arbeidsstykkene. Smeltepunktet for vanlig bronse er 850 - 900° C, stålet skal altså varmes til lys rødglød. Er temperaturen for lav, flyter ikke metallet skikkelig. Er den for høy, vil det perle seg. Smelt ikke ned mere loddemetall enn nødvendig; ved god pasning er det svært lite som skal til. Fjern flammen forholdsvis langsomt, forat avkjølingen ikke skal bli for brå.

Ved lodding er det nødvendig å fjerne oksydhinnen på metallet med kjemiske midler. (I de fleste tilfeller bør en skrape eller stålbørste flatene først.) Dette gjelder også for stål, der oksydet ved sveising smelter før metallet. Ved lodding må en derfor bruke et flussmiddel, uansett hvilket metall en har med å gjøre. Det er viktig at en bruker et flussmiddel som passer både til grunnmaterialet og loddemetallet i hvert enkelt tilfelle.

Øvelse G 22.

Hardlodding (slaglodding) av støpejern til stål med vanlig bronse.

Materialer: 1 støpejernbrikke, 1 stk. 15 - 20 mm ($\frac{1}{2}$ " - $\frac{3}{4}$ ") rundstål, 30 mm langt. Bronsetråd 2 eller 3 mm; pulver for lodding av kopper og messing. Brennerstørrelse som for sveising av 6 - 9 mm plate; bløt, normal (nøytral) flamme.

Stålbiten skal plasseres stående midt på støpejernbrikken. Sørg for god pasning (loddemetallet skal flyte inn ved kapillærvirkning). Støpehud, gjødeskall og rust må fjernes. Dessuten må en fjerne all grafitt fra støpejernet på loddestedet. Dette kan en gjøre ved kraftig stålbørsting og/eller ved å fare over med en flamme med oksygenoverskudd. Støpejernet må forvarmes noe over det hele, slik at ikke en sterk, lokal oppvarming får det til å briste.

Framgangsmåten blir forøvrig som i foregående øvelse.

Litteratur om hardlodding:

NAG-tidsskriftet 1960/2/17 - 24, og lærebøkene.

Påleggsveising, hardsveising.

Øvelsene har hittil dreiet seg om bindesveising, som består i sammenføyning av to eller flere deler, slik at der oppstår en eller flere sveiseskjøter (Lefring).

Ved påleggsveising går prosessen ut på å sveise ett eller flere lag av vedkommende tilsettmateriale på arbeidsstykkets overflate for å øke godstykkelsen på sveistedet. (Lefring)

Påleggsveising brukes først og fremst ved reparasjon av verktøy eller maskindeler, men vi har også eksempler på at metoden brukes ved framstilling (fabrikasjon) av verktøy og maskiner. Enten det dreier seg om reparasjon eller fabrikasjon, brukes i regelen et tilsettmateriale som er forskjellig fra grunnmaterialet, slik at en oppnår større hardhet, slitestyrke eller varmebestandighet i overflaten. En snakker derfor ofte om hard sveising.

Tilsettmaterialet kan være stål (f. eks. manganlegert) eller ikke-jern-legering (f. eks. Stellite).

En helt annen sak er at slitestykker i form av hardmetall-biter ofte loddes på dreiestål o.l. Her kan da brukes sintret hardmetall likeså vel som støpt.

Felles betegnelse for hardmetall og slitesterke stål er hardlegeringer. Det er en mengde forskjellige fabrikater og typer av slike hardlegeringer. De fleste og mest brukte er i form av elektroder for buesveising, men der finnes også et godt utvalg av typer for gassveising.

Hardlegeringene kan være av alle typer m. h. t. analyse, struktur, herdbarhet m. m. Enkelte er naturharde, andre må herdes (d. v. s. gis en martensittisk struktur) ved bråkjøling i vann eller olje, og for atter andre tilstrebes en austenittisk struktur.

I handelsbetegnelsene inngår ofte et tall, som gjerne står for avsettets hardhet i Brinell-enheter.

Som regel skal hardlegeringer sveises på i to eller flere lag, og ofte brukes en annen type i første lag enn i de følgende. Grunnen til at en bør bruke flere lag, selv om det er ett og samme materiale, er bl. a. at en ikke kan unngå en viss oppblanding mellom grunnmaterialet og påleggs-avsettet. Første lag vil derfor ikke få hardlegeringens egenskaper fullt ut. Grunnen til at en ofte bruker et lag av en særskilt legering under det egentlige slitelag, er at overgangen ellers ville bli for brå. Denne framgangsmåten brukes især når slitelaten (overflaten) skal være ekstra hard. De hardeste hardlegeringene har nemlig ofte en tendens til å sprekke, eller til og med til å løse fra underlaget, hvis de sveises direkte på dette. Underlagets (grunnmaterialets) sammensetning har selvsagt også stor betydning i denne sammenheng.

Ved påleggsveising er det svært viktig at sveiseflaten blir helt rengjort. Det er særlig viktig at en får fjernet korrosjonsprodukter fra tørte flater (eks. motorventiler). Sveiseflaten må overalt være metallisk ren. - Vi skal ta noen eksempler på påleggsveising som demonstrasjon både under gassveising og under buesveising.

Oksygenskjæring.

Oksygenskjæring av stål ble oppfunnet av den engelske ingeniør Thomas Fletcher i 1887. Den grunner seg på det forhold at forbrenning av jern (elementet) i rent oksygen utvikler tilstrekkelig varme til at temperaturen holdes over antennelsestemperaturen, slik at forbrenningen altså holdes vedlike.

I praksis foregår skjæringen med en spesiell brenner, der en foruten en kraftig stråle av skjæreoksygen (hastighet 300 - 1000 m/s) også har en forvarmeflamme. Tilførselen av skjæreoksygen reguleres ved hjelp av en hendel som virker på en hurtigventil. Med forvarmeflammen opphetes jernet (stålet) lokalt til antennelsestemperaturen, hvorefter skjæreoksygen slippes på. Av forskjellige grunner, bl. a. varmeledning til metallet omkring, vil skjæreplassen i regelen stoppe av seg selv hvis forvarmeflammen slukkes.

Oksygen-skjæring ble til å begynne med bare brukt til grovere arbeider, som f. eks. opphogging av utrangerte maskiner (samt av innbruddstyver til åpning av pengeskap og panserhvelv).

Først i 1904 ble den moderne brenner oppfunnet (av de belgiske ingeniørene Jottland og Lulli), og dermed ble det mulig å skjære regelmessige snitt med skarpe kanter og glatte snittflater. Metoden brukes nå i meget stor utstrekning både i fabrikker og reparasjonsverksteder. Ved hjelp av moderne skjæremaskiner, som kan styres med hånd eller elektronisk etter tegning eller sjablong (modell), eller "programstyres" ved hjelp av hullkort, hullbånd eller magnetbånd, kan maskindeler tildannes med stor nøyaktighet både enkeltvis og i serier. Skråskjæring av kantene for tildanning av sveisefuge kan lett kombineres med tilskjæring av arbeidsstykket.

Med spesielle furebrennere kan en lett og raskt fure opp rotsiden (baksiden) av sveisesømmer for ettersveising, og med skavebrennere kan en høvle bort kanter og stigelep på stålstøpegods o. l. (Som felles betegnelse på de to her nevnte spesialbrennere har vært foreslått "oksygenmeisel" eller "oksygenhøvelbrenner".)

Der finnes en rekke andre spesialtyper av skjærebrennere for ulike formål.

Materialenes skjærbarhet.

Skal et materiale (metall) i egentlig forstand være skjærbart med oksygen-skjærebrenner, må følgende betingelser være oppfylt:

1. Metallets antennelsestemperatur i oksygen må være lavere enn dets smelte-temperatur.
2. De oksyder (slag) som dannes under oppvarming og forbrenning, må ha lavere smeltepunkt enn metallet selv.

Dessuten er det fordelaktig om:

3. metallets forbrenningsvarme er stor, og
4. dets varmeledningsevne er liten.

Lettest skjærbart er etter dette bløtt kullstoffstål. Iulegert stål avtar skjærbarheten med kullstoffinnholdet. Støpejern er ikke skjærbart i vanlig forstand, men med en spesiell brennerføring kan en lage snittfuger ved en kombinasjon av smelting og forbrenning.

Enkelte legerete stål kan "skjæres" på samme måte som støpejern. For andre typer kan brukes en nyere metode som kalles pulver-skjæring. Metoden går ut på at det blåses inn i oksygenstrålen et stålpulver, som reagerer med det materialet som skal skjæres.

Ikke skjærbare metaller er kopper, sink, bly, messing, bronse, aluminium og lettlegeringer.

Noen råd for oksygenskjæring.

Rust, glødeskall og maling bør fjernes før skjæringen. (maling kan brennes bort med forvarmeflammen). Vær spesielt oppmerksom på at blyholdig maling - d. v. s. praktisk talt all rusthindrende maling - danner giftige damper. Selv etter omhyggelig rensing må en regne med at noe maling er tilbake. Sinkholdig maling, og galvanisert materiale, gir også giftig damp. Men sink gir likevel bare akutt forgiftning, som riktignok kan være svært ubehagelig, mens bly gir farlig, kronisk forgiftning.

Elektroskjæring (bueskjæring).

Elektroskjæring består i en suksessiv utsmelting av materialet i skjærefugen ved hjelp av elektrisk lysbuedannelse mellom arbeidsstykket og en kull- eller metallelektrode.

Metallenes skjærbarhet er her uavhengig av spesielle forhold m. h. t. antennings-temperatur og smeltepunkt m. m.

Ved metallbueskjæring brukes bløttstålelektroder, uansett materialsort som skal skjæres. Godt egnet er tykt dekkede sveiseelektroder som gir stor innsmeltningsdybde. Der finnes også spesielle skjærelektroder.

Likestrøm er best, men vekselstrøm er også fullt brukbar. Det kreves betydelig større strømstyrke enn ved sveising med samme elektrode, og høy buespenning (35 - 60 V).

En annen metode går ut på å bruke hule kullelektroder, som det ledes trykkluft gjennom.

Til slutt skal nevnes at til visse spesielle arbeider, f. eks. ved skjæring under vann, kan brukes bue- oksygenskjæring. En bruker også her hule elektroder, som det sendes oksygen gjennom.

BUESVEISING.

"Ved buesveising forstås en smeltesveising hvorunder den lokale oppvarming av sveisestedet foregår ved elektrisk lysbue mellom arbeidsstykket og en tråd- eller stavformet elektrode, eller mellom to eller flere slike elektroder." (NS 468).

En skjeler mellom (a) metallbuesveising, der elektroden er av metall, og (b) kullbuesveising, der det brukes kullelektrode(r). - Det brukes også uttrykk som "elektrisk buesveising" eller "elektrisk lysbuesveising".

Ved vanlig metallbuesveising er elektroden samtidig tilsettmateriale, en taler derfor om "sveising med smeltende elektrode". Ved sveising med hånd brukes for det meste dekkede elektroder. Elektrodedekket er i regelen elektrisk ikke-ledende. Det tjener flere formål: 1. Under sveisingen danner det gass som beskytter smelten. 2. Det danner slag som beskytter avsettet under avkjølingen. 3. Det inneholder legeringsbestanddel(er); i enkelte tilfeller inneholder det også jernpulver, slik at det blir elektrisk ledende. 4. Det kan inneholde flussmidler. 5. Visse stoffer i dekket stabiliserer buen ved at de joniserer lufta. 6. Dekket smelter langsommere enn kjernetråden, og danner derved en kopp eller skjerm (også kalt et løp) omkring buen, slik at varmen blir mere konsentrert. (Mest utpreget for dypsveiselektrodene.)

Ved metallbuesveising under dekk-gass brukes tildels "ikke-smeltende elektrode", gjerne av wolfram. Eventuelt tilsettmateriale må altså tilføres særskilt. Sveisestedet (smelten, tilsettmaterialet og avsettet) beskyttes av en særskilt tilført beskyttelses-gass, argon eller helium. Metoden kalles ofte "argonbue-sveising" eller "heliarcsveising". Den brukes særlig til sveising av aluminium, kopper og rustfritt stål. (Erlands Maskinfabrikk bruker denne metoden ved sveising av spenekopper i rustfritt stål. Tidligere brukte de lodding med sølvlodd, men fikk da dårlig holdbarhet.) Lysbuen er rensende, og edelgasser gir god beskyttelse av sveisestedet. En kan derfor sveise med udekket tilsatstråd og uten flussmiddel. Vanligvis brukes vekselstrøm. Alminnelige sveisetransformatorer er som regel brukbare, men en høyfrekvensgenerator for tenning av buen må parallellkoples med transformatoren.

Ved "kortbuesveising" brukes smeltende, udekket elektrode og dekk-gass. Volvo bruker tråd 0,6 mm ϕ , 80 % argon + 20 % CO₂ ved karosserifabrikken. (NAG-tidsskriftet 3/1963; jfr. 3/1961)

Kullbuesveising kan foretas med én elektrode, der arbeidsstykket altså inngår i strømkretsen, eller med to (eller flere) elektroder, der en får en "flamme" som kan brukes på lignende måte som en gassflamme - f. eks. også til oppvarming av deler som skal bøyes eller rettes, samt til lodding og sveiselodding. I begge tilfeller kan det brukes beskyttelsesgass.

For buen med én elektrode ("kull-metall-bue") brukes likestrøm med elektroden koplet til minus-pol. Ved annen strømart eller kopling vil elektroden ikke holde seg spiss; dessuten er varmeutviklingen størst ved pluss-pol, som derfor bør være i arbeidsstykket.

- Ved siden av buesveising brukes elektrisk strøm som varmekilde ved forskjellige former for motstandsveising, som igjen må grupperes under pressveising - d. v. s. at delene i plastisk tilstand presses sammen til forbindelse. Punktveising er vel den best kjente metoden.

Det vil føre for langt å gå nærmere inn på de ulike sveisemetodene. Det henvises derfor til litteraturen.

Det vi skal beskjeftige oss med er vanlig metallbuesveising med dekket elektrode.

Sveisemaskiner og utstyr.

Ved buesveising brukes både vekselstrøm og likestrøm; førstnevnte er mest vanlig. Strømstyrken er vanligvis mellom 100 og 200 A for de elektrodedia-metrene som er mest brukt i reparasjonsarbeid (3,25 og 4 mm), men kan for større elektroder gå opp i 600 A og mer. For små elektroder (2 og 2,5 mm) brukes strømstyrke ned til 40 - 50 A. Med spenningen i sveisestrømkretsen menes enten tomgangs spenningen eller bue spenningen. Det er derfor nødvendig i hvert tilfelle å presisere hvilken av disse størrelsene som menes. Med tomgangs spenning menes spenningen mellom sveiseapparatets poler når det ikke går noen strøm, altså før buen tenner. Det er denne spenningen som stilles inn på apparatet, og det er denne som oftest er ment når en snakker om "spenningen" i forbindelse med sveising. Den er gjerne mellom 60 og 80 V, men kan også ligge utenom disse grensene.

På mange av de vanlige sveiseapparatene kan en velge mellom to tomgangs-spenninger ved å flytte kabeltilkoplingen til den ene eller andre av to klemskruer. Så snart buen er tent, synker spenningen. Bue spenningen er derfor bare 20 - 30 V. Den er uavhengig av sveisemaskinen, men avhengig av elektroden og buelengden.

Forholdet mellom tomgangsspenning og buespenning, i det hele tatt sammen-hengen mellom spenning og belastning, er forskjellig for de ulike sveisemaskiner. Denne forskjellen har mye å si for maskinens bruksegenskaper.

For å lette tenningen av lysbuen og stabilisere denne, blir det nå tildels brukt å kople en høyfrekvensgenerator parallellt med sveisestrømmen (1 000 000 p/s).

Til elektrisk buesveising behøves følgende utstyr: Sveiseapparat (sveisemaskin), elektrodeholder, kabler, skjerm eller hjelm til beskyttelse av ansikt og øyne, hansker til beskyttelse av hendene, slagghammer og stålbørste.

Som nevnt ovenfor, er vekselstrøm den vanligste strømnarten til sveising nå. Det vil forstås at en ikke kan bruke nettspenningen; det blir derfor nødvendig med transformatorer. Disse er enkle, billige og robuste apparater. De har den ulempen at det blir skjev belastning på kraftnettet (de belaster bare den ene av de tre fasene) og at effektfaktoren ($\cos \phi$) er liten.

Som likestrømkilder brukes både omformere og likerettere. En omformer er i prinsipp en likestrømgenerator (ikke dynamo, da den har særskilt magnetiseringsmaskin) som drives av en trefase vekselstrømmotor. Belastningsforholdene og effektfaktoren er gunstigere enn for en transformator. Til gjengjeld blir maskinen forholdsvis stor og kostbar, og den lager en del støy. Likerettere (selvsagt i kombinasjon med transformatorer) er etter hvert blitt vanligere, og det er selentypen som er mest brukt. Moderne likerettere kan sies å være like robuste som transformatorene. Enkelte apparater kan ved en enkel omkopling brukes enten som vekselstrøm- eller likestrømkilde.

Ved likestrømsveising er det viktig at en i hvert enkelt tilfelle kopler elektroden til den riktige polen. Dette har særlig betydning for varmeutviklingen og dermed sveisehastigheten. Som en vanlig regel kan nevnes at dersom intet annet er sagt, skal elektroden koples til den negative pol.

Utviklingen av elektrodene har medført at det nå finnes gode (eller i hvertfall fullt brukbare) vekselstrømelektroder til alle forekommende landbruksformål. Dette forhindrer ikke at enkelte vanlige elektroder kan være lettere å bruke, eller gir bedre sveisekvalitet, med likestrøm. Forøvrig brukes likestrøm til enkelte mere spesielle sveiseoppgaver. Likestrøm foretrekkes også der sveisekablene blir liggende på jern, f. eks. ombord på skip. Dette er av hensyn til den induktive motstanden. På den annen side kan den "magnetiske blåsing" i enkelte tilfeller bli så sterk at en av den grunn ikke kan bruke likestrøm. Det magnetiske kraftfeltet og dermed "blåsing" er selvsagt sterkest ved større strømstyrker. Derfor foretrekkes vekselstrøm ved sveising med stor strømstyrke.

Av elektrodeholdere finnes en hel del typer. Det bør velges en type som er isolert, slik at det ikke blir kortslutning om en uforvarende kommer borti arbeidsstykket eller sveisebordet med holderen mens spenningen er på. Elektrodeholderen bør også være liten og nett, så den kommer minst mulig i veien selv ved vanskelig stillingsveising. Den bør ha en holdeanordning som er pålitelig og varig, men samtidig tillater raskt skifte av elektrode.

Kablene må ha tilstrekkelig tverrsnitt, slik at spennings- og energitapet ikke blir større enn nødvendig. Det bør ikke i noe tilfelle brukes mindre tverrsnitt enn 35 mm^2 . Ved strømstyrke over 200 - 250 A og/eller kabellengde over 4 - 5 m må nødvendig kabeltverrsnitt beregnes.

Ved buesveising blir det en kraftig utstråling både av synlig lys, varmestråler og ultrafiolette stråler. Dessuten blir det sprut av metall og slagg. En må derfor beskytte huden og øynene. Til beskyttelse av ansiktet og øynene brukes mest en skjerm som holdes i den frie hånden, men mange foretrekker en hjelm som klemmes fast på hodet. I begge tilfeller brukes glass som er så mørkt at lite eller ingenting av vanlig lys slipper igjennom, og utenpå dette et klart glass som skiftes når det blir for tett belagt med slaggsprut. På hendene brukes hansker av skinn eller sjeldnere asbest.

Øvelser i buesveising.

(Den viktigste kilden for beskrivelsene nedenfor er Hvamb: "Elektrisk buesveising".)

A. Horizontalsveising.

Øvelse B 1.

Tenning av buen, sveising av strenger.

Materialer: Et stykke bløtt stål ca. 10 x 20 cm, 6,25 - 8 mm (1/4 - 3/8") tykt.

Elektrode: 3,25 mm "standardelektrode" d. v. s. sur eller nøytral (Fonas Rød, Fønix SH gul S, Fønix SH gul, ESAB OK 47, e. l.).

Spenningen (tomgangsspenningen) stilles på 78 V, dersom trafoen har to uttak. Strømstyrken stilles etter oppgave fra elektrodefabrikanten; som regel vil ca. 140 A passe.

Det skal sveises strenger fra venstre mot høyre; se fig. 12.

Fig. 12.

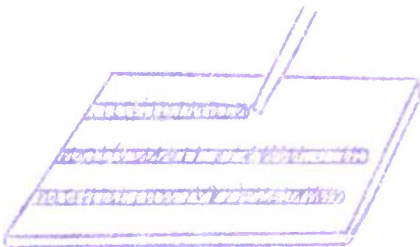


Fig. 13.



Sveising med tyktdekket standardelektrode.

Elektroden holdes på skrå i sveiseretningen. Hvor mye på skrå den skal holdes, er avhengig av slagget. Slagget må ikke komme foran elektrodespissen, men blåses bakover som vist på fig. 13. Buen virker som et blåserør. Hvis elektroden holdes for mye på skrå, vil slagget kunne blåses for langt bakover. Prøv med 60°. Pass på at elektroden ikke holdes på skrå sideveis.

Buen tennes lengst ute til venstre. En støtet eller banker elektrodespissen lett mot arbeidsstykket. Er det da ikke tegn til bue eller gnist, er det trolig at dekket på elektrodespissen hindrer kortslutning. Ved å støte elektroden hardt mot arbeidsstykket eller stryke den mot golvet blottes en kjernespissen.

(Brukes basiske elektroder, skal en ikke støte elektroden, men tenne buen ved å stryke spissen mot arbeidsstykket på lignende måte som en tenner en fyrstikk. Mer om elektrodetyper seinere, s. 33 ff.)

Når buen er tent, føres elektroden langsomt mot høyre - uten svingføring. En tilpasser føringshastigheten slik at strengen får en lengde på ca. 300 mm når hele elektroden - unntatt stumpe i holderen - er smeltet bort. Det er her regnet med 400 mm elektroder.

Buen skal være så kort som mulig, ikke over 3 mm.

Strengene skal være rette og jevne med like stor avstand mellom dem.

Blir lysbuen ufrivillig brutt, skal en tenne buen igjen et par centimeter foran krateret eller ved siden av strengen. En trekker lysbuen lang for å unngå dråper foran sveisen, og elektroden føres raskt tilbake til krateret, hvor den straks senkes til normal buelengde. En må passe på at enden av den gamle strengen blir helt oppsmeltet, slik at sveisesømmen blir sammenhengende.

For å unngå slagginneiringer i sveisen må en med slagghammer og kraftig børsting fjerne eventuelt slagg i krateret før buen tennes igjen.

Skal en bryte lysbuen for å bytte elektrode, bør elektrodespissen svinges raskt ut til siden, slik at buen blir brutt utenfor krateret. - Ved avslutningen av en sveiesticreng må en sørge for at enden av strengen blir bygd opp i full høyde, før en bryter buen. En kan føre elektroden raskt et par cm fram eller til siden, like raskt tilbake til krateret, der en til slutt småpendler litt. Jfr. artikkel i Jord och Skog nr. 8/1963, s. 405 - 406, fig. 6.

Øvelse B 2.

Strengsveising med ulike platetykkelser, strømstyrker og elektrodetyper.

Øvelse B 2 a.

Materialer: Som for B 1, en platebit ca. 100 - 150 mm, 6,25 - 8 mm tykkelse. 3,25 mm nøytral elektrode.

Legg en streng med 200 - 250 A, og normal (kort) bue.

en streng med 40 - 50 A, normal buelengde.

en streng med 150 A eller som normalt for vedkommende elektrode og ca. 10 mm lang lysbue.

Avkjøl arbeidsstykket ved å dyppe det i vann for hver streng som blir lagt.

Se på forskjellen mellom strengene.

I første tilfelle vil elektroden smelte hurtig og blir rødvarm mot slutten før sveisingen er ferdig. Strengen vil være flattrykt og stygg, og på begge sider av den vil det være fullt av sprutpartikler, som viser at en stor del av elektroden går tapt. Strømstyrken er i dette tilfelle for stor.

Når en sveiser med så liten strømstyrke som 40 - 50 A, vil en legge merke til at det er vanskelig å tenne og holde lysbuen. Innsmeltingen blir dårlig, og strengen blir høy, smal og ujevn. Strømstyrken er i dette tilfelle for liten.

Normal strømstyrke er den største strømstyrken som en kan bruke uten at elektroden blir rødvarm og spruter eller smelter igjennom arbeidsstykket. Jfr. øvelse 2 b.

For lang lysbue er ofte årsak til porøs sveis og til at det blir opptatt så mye oksygen og nitrogen i avsettet at sveisen blir sprø. Strengen blir flat og stygg med sprutpartikler på begge sider. Se fig 14.

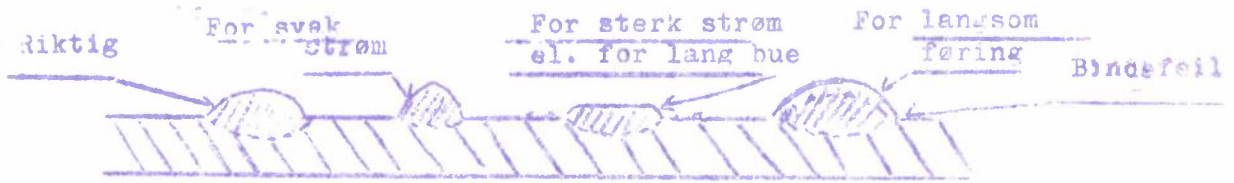


Fig. 14.

Øvelse B 2b.

Materialer: En platebit ca. 100 x 150 mm, 2 - 3 mm tykk. Elektrode: 3,25 mm, nøytral. Strømstyrke. 140 A.

Forsøk å legge strengen som i øvelse B 1. Det viser seg at en må øke føringshastigheten betydelig for ikke å smelte gjennom arbeidsstykket, og strenglengden pr. elektrode blir stor.

Riktig strømstyrke er avhengig ikke bare av elektroden, men også av arbeidsstykket.

- Prøv samme øvelse med rutilsur elektrode, f. eks. Fonas Blå, Fønix S H grønn T, ASSI 46 e.l.

Føringshastigheten.

Sveisehastigheten eller føringshastigheten er avhengig av mange forhold: Elektrodens størrelse og type, strømstyrken, tykkelse og art av grunnmaterialet, sveiestillingen og (ikke minst) sveiserens dyktighet.

Det krever selvsagt noe øvelse å avgjøre om hastigheten har vært riktig, og om eventuelle feil i sveisen skyldes feilaktig hastighet eller andre årsaker.

For å finne riktig hastighet, kan en tenne buen og holde den på samme sted inntil krateret har litt større diameter enn elektroden. Før så elektroden langsomt framover (mot høyre for en høyrehendt person) mens buen holdes kort. Hold nøye øye med krateret, og før elektroden nettopp så fort at krateret holder jevn størrelse. Pass også på buelengden: elektrodebeholderen må føres nærmere arbeidsstykket etter hvert som elektroden smelter ned.

Føres elektroden for fort, blir krateret mindre og "larven" uregelmessig. Enkelte ganger kan det bli sprang hvor krateret har vært helt borte.

Føres elektroden for langsomt, blir metallet holdt smeltet i for lang tid, "larven" blir bygget opp for høy, og sveisen blir ofte porøs p.g.a. overheting. Er grunnmaterialet forholdsvis tynn plate, har en fare for gjennomsmelting (gjennombrønning), dersom hastigheten er for liten. En kan få bindefeil ved at avsett flyter utover usmeltet grunnmateriale.

Uttrykket "sveisehastighet" brukes ofte i samme betydning som vi har brukt "føringshastighet", men kan også betegne nedsmeltet elektrodemengde pr. tidsenhet (g/min).

Elektroder, oversikt.

Det er nå i handelen et utall av typer og fabrikata av sveiseelektroder, både bindeelektroder og påleggselektroder (hardsveiseelektroder) for ulegert og lavlegert stål, for de fleste slag spesialstål, for støpejern og for mange ikke-jernmetaller.

For folk som ikke til daglig arbeider intensivt med sveising og alle dens problemer, er det ugjørlig å holde rede på alle elektrodetyper som finnes, og dessuten holde seg orientert om alt det nye som kommer etterhvert. Vi skal her ta med en kortfattet oversikt over elektrodetyper, der hovedvekten blir lagt på bindeelektroder for ulegert og lavlegert stål.

Samtidig vil vi gi en orientering om de forskjellige inndelingsgrunnlag og en forklaring på ord og uttrykk som brukes.

Inndelingsgrunnlagene kan være mer eller mindre praktisk betont ("kokebok-preget") eller teoretisk begrunnet.

A. Grovgrupperingen må selvsagt skje på et praktisk grunnlag, nemlig etter bruksområdet. Her blir det aller først spørsmål om det er tale om (A 1) bindesveising eller (A 2) påleggsveising. I tilfelle bindesveising blir det dernest spørsmål om hva slags grunnmateriale det dreier seg om (for hardsveising - påleggsveising - gir grunnmaterialets art ikke noen basis for klassifisering av elektrodene.)

B. En annen inndeling er basert på elektrodedekket's tykkelse. Det er vanlig her å stille opp fire grupper.

1. udekkede elektroder, 2. tyntdekkede (dekke'ts vekt 3 - 4 % av kjerne-trådens), 3. mellomtykt dekkede (dekket ca. 25 % av kjernetråden), og 4. tykt dekkede elektroder (dekke'ts vekt 50 % eller mer av kjernetråden).

Udekkede elektroder brukes nå neppe mer til vanlig buesveising, men ofte ved sveising i beskyttelsesgass eller ved andre spesielle metoder. Tynt dekkede elektroder er sjeldne. Alle vanlige elektrodetyper er altså mellomtykt eller tykt dekkede.

Disse typene er lettere å sveise med og gir sveis av bedre kvalitet enn udekkede og tyntdekkede elektroder. Jfr. foran (s. 28) om elektrodedekket's oppgaver. Se også s. 35 ff. i Hvamb's bok (3), særlig nederst s. 40 og s. 42 f.

C. Et viktig inndelingsgrunnlag for bindeelektroder er dekket's karakter idet kjennskap til dette gir viktige opplysninger både om avsettet's egenskaper og om sveiseegenskapene. De siste varierer noe mer med merket (fabrikatet), og fabrikantene knives stadig om å forbedre sveiseegenskapene for sine elektroder, uten at det skal gå ut over avsettet's egenskaper.

En må være oppmerksom på at hensyn til sveiseegenskapene og til avsettet's egenskaper ofte trekker i hver sin retning, slik at en elektrode derfor kan representere en kompromissløsning.

Med "sveiseegenskaper" menes bl.a. buestabiliteten, herunder følsomhet for spennings- og strømvariasjoner, og tenningsegenskapene. Videre tenker en på slagget's egenskaper, om det er lettflytende, og om det etter størkningen er lett å fjerne. At slagget sitter fast, kan også bero på at larven ikke er tilstrekkelig glatt. I alminnelighet kan en si at slagget bør være lettflytende, men for stillingssveising (vertikalt og under-opp) må dette være innen visse grenser.

Lettflytende slagge medfører den fordel at en kan øke føringshastigheten uten risiko for at sammenhengen i slaggedekket skal bli brutt, en kan "trekke" larven. Denne egenskapen er typisk for de såkalte rutilsure elektrodene. At slagget har liten spesifikk vekt, medfører at det flyter opp og ikke innsluttes i sveisen.

Kjernetråden i en sveiseelektrode for stål er nesten uten unntak bløtt kullstoffstål; dermed er ikke sagt at det ikke er variasjoner i sammensetningen. En analyse vil gjerne vise mellom 0,05 og 0,3 % C, og mellom 0,3 og 1 % Mn i kjernetråden. Før avsettet kreves maksimalt 0,04 % S og 0,04 P; innholdet av disse forurensningene er for gode elektroder betydelig mindre enn det maksimalt tillatelige.

De viktigste dekketyper (elektrodetyper) er følgende: 1. sure og nøytrale, 2. basiske, 3. rutil (3 a organisk rutil, 3 b rutilsure).

1. Sure og nøytrale elektroder.

Betegnelsen "sur" kommer av at vedkommende type gir surt slagg. Betegnelsen "nøytral" kommer av at avsettet får (tilnærmet) samme kjemiske sammensetning som kjernetråden.

Slagget er lett å fjerne.

Disse blir ofte med en fellesbetegnelse kalt "standardelektroder", da det er disse som blir brukt der grunnmaterialets karakter, eller hensyn til sveiseegenskaper eller avsettets egenskaper, ikke stiller særlige krav. De tillater stor sveisehastighet. Dekket er tykt. Det inneholder jern; for spesielle såkalte høyutbytte- eller hurtigsveisende typer kan det være like mye jern i dekket som i kjernetråden, og metallutbyttet blir altså opptil 200 %. Høyutbytte-elektroder finnes forøvrig også i gruppene 2 og 3 nedenfor.

Disse typene egner seg best for horisontalsveising, men de fleste merkene sveiser også godt både vertikalt og under-opp. De er "varmtsveisende", og gir dyp innsmelting. Avsettet avkjøles forholdsvis langsomt.

Den viktigste ulempen ved "standardelektrodene" er faren for sprekker i grunnmaterialet, dersom dette er forurenset.

Som eksempel på "standardelektroder" nevner vi Fonas Rød, Fønix SH Gul, Fønix SH Gul T, ESAB OK 47 og OK 50.

2. Basiske elektroder. Kallet også hydrogenfattige.

Dette er en forholdsvis ny type, hvis viktigste fordel er at tendensen til sprekke dannelse er mindre enn for forannevnte typer. Basiske elektroder brukes derfor hvis en vet eller frykter for at materialet inneholder forurensninger, dessuten brukes de for stål med over 0,25 % C, for støpestål og for visse sorter spesialstål.

Av fabrikantenes spesifikasjoner vil en se at de basiske elektroder gir avsett med særlig stor slagseighet, d.v.s. de egner seg særlig godt for konstruksjoner utsatt for vekslende belastning.

Disse elektrodene bygger godt og sveiser bra i alle stillinger. De kan brukes både med likestrøm og vekselstrøm.

Ved sveising med basiske elektroder må lysbuen holdes meget kort, og føringshastigheten skal være liten - bare halvparten av det som er vanlig for standardelektroder. Sveisen skal "stukes".

En ulempe ved de fleste basiske elektroder er at dekket er hygroskopisk. De må derfor oppbevares tørt, eventuelt tørkes før bruk. Tørking skjer best i tørkeskap, ca. 200 °C i to timer. Som nødhjelp kan en legge elektrodene i et vinkeljern som er varmet til rødvarme. (Tegn på at dekket er fuktig, er at sveisen blir porøs. Men en kan også få porøs sveis på grunn av at buen har vært for lang.) Eksempel på merker: Fonas Grøn, Fonas Grøn II, Fønix SH Grønn 52 W og 70 W, ESAB OK 48, ASSI 36.

3. Rutil-elektroder.

Her er to undergrupper med meget forskjellige egenskaper, nemlig a) organisk rutil og b) uorganisk rutil eller rutilsur. Vær oppmerksom på at terminologien er vakkende. Enkelte firmaer og forfattere setter opp "a) organisk rutil og b) (uorganisk) rutil" (NAG-tidsskriftet 24/4/67, 1960), andre setter "a) rutil og b) rutilsure" (Stensilert "Sammenlikningstabell vedrørende de mest kjente elektroder" fra Norsk Surstof- og Vandstoffabrik).

Elektrodebetegnelsen kommer av at rutil - en modifikasjon av titandioksyd TiO_2 - er en vesentlig bestanddel av dekket.

a) Organisk rutiltype.

Som navnet sier, inneholder dekket en betydelig mengde organiske bestanddeler (cellulose, tremel). Dette medfører bl. a. at der utvikles en stor mengde beskyttende gass, og samtidig en del røyk under sveisingen. Dekket er middels tykt (NAG-tidsskr., l. c.).

Det som særlig kjennetegner organiske rutil-elektroder, er deres store byggeeivne, d. v. s. at de er særlig egnet til dekking av store åpninger, eller med andre ord: de egner seg der pasningen mellom arbeidsstykkene er dårlig.

Disse elektrodene er "kaldtsveisende", avsettet avkjøles forholdsvis raskt. Det henger sammen med denne egenskapen at typen også egner seg godt til vertikalsveising.

Organiske rutil-elektroder skal føres med en slik hellingsvinkel og hastighet at slagget blåses opp på avsettet, så krateret blottlegges helt (Hvamb, s. 38).

Den største ulempen ved typen er at sveisehastigheten er liten. Eksempler: Fønix Blå MD, Fonas Gul, ESAE OK 44, ASSI 48 P.

b) Rutilsur type.

Rutilsure elektroder er tyktdekkede, uten nevneverdig organisk materiale i dekket. I alle fall for enkelte merker er likheten større med sure elektroder enn med organisk rutiltype (NAG-tidsskr. 24/4/67, 1960). Et særpreg er at slagget er meget tyntflytende. Dette er grunnen til at strengen (larven) kan trekkes, slik at en med vanlig elektrodelenge kan få en streng på opptil ca. 1 m lengde uten at slagget blir liggende etter smeltebadet. På grunn av dette forhold kan en få stor framføringshastighet med disse elektrodene, selv om avsmeltehastigheten, regnet i gram tråd pr. ampereminutt, er forholdsvis liten.

Også de rutilsure elektrodene er kaldtsveisende, så de passer godt til vertikalsveising. De beste tynnplate elektrodene hører til denne gruppen, Fonas Blå, SH Grønn T, SH Gul S, OK 43, ASSI 46.

Spesialelektroder.

Av spesialelektroder for bløtt stål skal nevnes noen få typer.

Slepe-elektroder eller kontakt-elektroder er slike som kan føres med spissen hvilende mot arbeidsstykket. Dekket (som er tykt) er elektrisk ledende p. g. av sitt store innhold av jernpulver. Dette gjør at buen er lett å tenne. Det medfører også at metallutbyttet, d. e. avsettets vekt i forhold til vekten av nedsmeltet kjernetråd, er stort. Disse elektrodene er rutilsure eller sure. Høyutbytte-elektroder er en beslektet type. De har særlig stort innhold av jernpulver i dekket, og kan gi et metallutbytte på 150 - 200 %.

Dypsveis-elektroder har også tykt dekke. Dette danner et langt løp som konsentrerer strømmen av metalldråper og gasser, og dermed også varmen. På den måten blir innsmeltningen dyp. Opptil 16 mm tykke plater kan sveises uten skråskjæring av kantene (ved sveising fra begge sider).

Tynnplate-elektroder må ha liten innsmelting.

Da øvelsen spiller stor rolle for resultatet av sveisingen, bør en ikke operere med unødige mange typer og dimensjoner av elektroder. For bindesveising av bløtt stål vil en som regel greie seg med tre - fire typer: en sur, en basisk, en tynnplate-elektrode, og eventuelt en organisk rutiltype for bruk der pasningen mellom arbeidsstykkene er dårlig.

Ved valg av elektrodetype bør en ikke glemme at det er en tildels betydelig prisforskjell mellom typene. Basiske koster ca. 30 % mer pr. stk. enn sure, og slepeelektrodene dobbelt så mye som de sure.

Utviklingen på elektrodeområdet går meget raskt, slik at mangler som idag regnes å være typiske for en gruppe (type) - f. eks. utilfredsstillende sveiseegenskaper for basiske elektroder - må ventes å bli helt eller delvis eliminert om en tid. En må også være forberedt på at der vil dukke opp typer som i dag er ukjent. Det er likevel ikke noe som tyder på at en i nær framtid kan vente framkomst av en "universalelektrode" i egentlig betydning av ordet - selv ikke for et begrenset bruksområde som reparasjonsveising av bløtt stål.

Øvelse B 2 c.

Materialer: En stang 3/8" x 2" x 500 mm.

Elektroder: 3,25 mm av forskjellige typer: sur (Fonas Rød, SH Gul T, e. l.); basisk (Fonas Grøn, Fonas Grøn II, SH Grøn K52W, e. l.); organisk rutil (Fonas Gul, Blå MD, e. l.); rutilsur (Fonas Blå, SH Grøn T, e. l.), evt. andre typer, f. eks. slepeelektrode (kontaktelektrode).

Strømstyrken skal være som normalt for elektroden.

Sveis så lange strenger som mulig; strengene skal likevel være sammenhengende og pene. En skal føre elektroden rett fram, uten svingføring. Om sveising med basiske elektroder, se foran under "elektrodetyper".

Sammenlign sveiseegenskapene. Legg også merke til hvordan slagget oppfører seg under sveisingen, og om det er lett å fjerne.

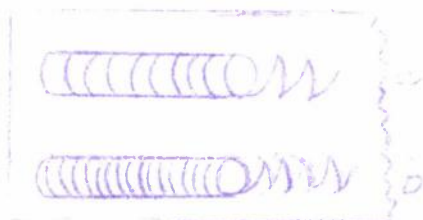
Øvelse B 3.

Strengsveising med svingføring.

Materialer: en platebit 6,25 - 8 mm, 10 x 10 cm. Sur elektrode, 3,25 mm. Strømstyrke etter oppgave fra fabrikanten (hvis oppgave mangler: 140 - 160 A).

Strengene sveises fra venstre mot høyre med ca. 10 mm mellomrom mellom strengene.

Fig. 15.



Føringen. Elektrodespissen svinges ut til begge sider, som vist på fig. 15. Fig. 15 viser føringen for en elektrode som har lettflytende slag. Er slagget tungtflytende, må elektroden svinges mer bakover, som vist på fig. 15b, forat slagget ikke skal komme foran elektrodespissen og inn i sveisen.

Hvor hurtig svingene skal utføres, vil avhenge av strømstyrken og elektroden. Som holdepunkt for nybegynnere kan angis alminnelig valsetakt.

Bredden på strengen bør ikke være større enn 4 ganger elektrodediameteren, i dette tilfelle altså ca. 12 mm.

Strengene skal være rette og pene.

Derpå sveises mellomrommet mellom strengene slik at hele flaten blir dekket med sveis. Fjern slagget med banking og kraftig stålbørsting først. Det skal ikke være huller eller store fordypninger i pålegget.

Fig. 16.

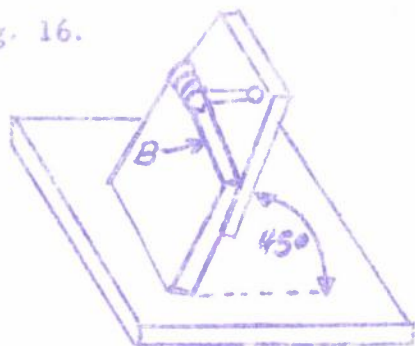
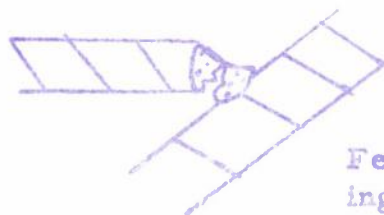


Fig. 17.
a.

Bindefeil, viser seg som en svart flate når sveisen brytes opp.



b.
Feilfri,
ingen bindefeil.

Øvelse B 4.

Horisontal, liggende kilsveis (L-sveis). Overlappskjøtt.

Materialer: To platebiter 6 mm ($1/4''$) x 50 mm x 150 mm. Sur elektrode, 4 mm.

Platene heftsveises i begge ender, og legges deretter på skrå i 45° vinkel (se fig. 16). Strømstyrken må ikke være for stor, da platene er forholdsvis tynne. Prøv med 160 - 180 A.

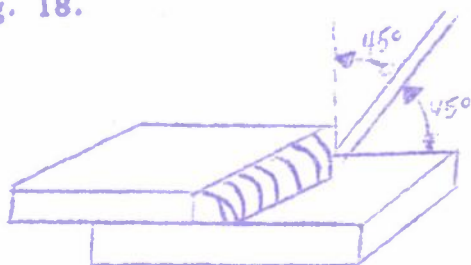
Føringen. Elektroden holdes $45 - 60^\circ$ på skrå i sveiseretningen. Lysbuen tennes på platen utenfor sveisefugen og føres så raskt bort til fugens venstre ende, hvor sveisingen begynner. Elektroden føres langsomt mot høyre - uten svingføring - og hastigheten avpasses slik at fugen blir fylt uten at kanten B smeltes bort. For å sikre god innsmelting i bunnen, må en trykke elektrodespissen ned i fugen. Spissen skal hvile mot sideflaten i fugen. Pass på at slagget ikke strømmes foran spissen. Har slagget tendens til å strømme foran, må elektroden legges mer på skrå, eller en må øke strømstyrken. Men slagget må heller ikke blåses så langt tilbake at avsettet blir blottet på et lengre stykke. Sveisen blir best og penest hvis slagget følger tett etter elektrodespissen, som vist på fig. 13, s. 31.

Sveis med fullt tverrsnitt helt ut til platekantene.

Kontroll. Når den ene fugen er sveiset ferdig, brækker en platestykkene fra hverandre. Sveisen bør briste etter linjen A - D, se fig. 17, og ikke delvis langs kantene A - B eller A - C, slik som fig. 17a. Betrakt bruddflatene nøye. De skal være metallisk rene, fri for svarte partier, slagginnleiringer og hull. F-flatene, som er vist på fig. 17a, må ikke forekomme. Slik bindefeil kan

komme av at strømmen har vært for svak.

Fig. 18.



Horisontal, stående overlappsveis.

Øvelse B 5.

Horisontal, stående kilsveis (L-sveis). Overlappskjøt.

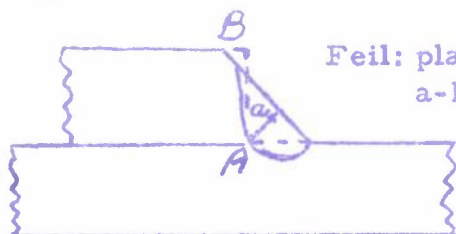
Materialer To platebiter 6 mm (1/4") x 50 x 150 mm (som for B 4).

B 5 a. Tykt dekket elektrode, 4 mm. Strømstyrke mellom 150 og 170 A, etter elektrodens art. Prøv etter tur, sur, rutilsur og basisk.

Platene heftsveises som i øvelse B 4 og legges flatt på sveisebordet.

Føring. Foruten at elektroden skal holdes på skrå i sveiseretningen, må den holdes ca. 45° på skrå sideveis, som vist på fig. 18. Hellingen sideveis skal bl. a. hindre at smelten renner utover på den undre platen. Sammenlign fig. 19 og 20. Elektroden føres fra venstre mot høyre med spissen helt ned mot slagget. En trekker den framover i fugen uten svingføring - eller bare med en ubetydelig pendling på 1 à 2 mm.

Fig. 21.



Feil: platekanten B er smeltet bort, og a-høyden er blitt for liten.

- Pass på:
1. God innsmelting i bunnen.
 2. Skarpkanten B må ikke smeltes bort. Se fig. 21.
 3. Riktig form på sveisen. Se fig. 22.

Kontroll. Når den ene fugen er sveiset ferdig, brekkes skjøten i stykker, og innsmeltingen i bunnen undersøkes. Det vil ofte forekomme bindefeil, som antydnet med F på fig. 17 a. Slagginleiringer og slagghull må ikke forekomme. - Hvis sveisen er mangelfull, må en fortsette øvelsen til sveisen blir feilfri.

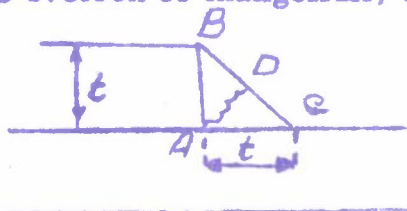


Fig. 22.
Normal kilsveis. a-høyden AD = 0,7 t.
Bredden AC = t.
Hvis innsmeltingen er god, brister sveisen etter linjen AD, når den blir slått istykker.

Fig. 19.
T-skjøt
(kilsveis)

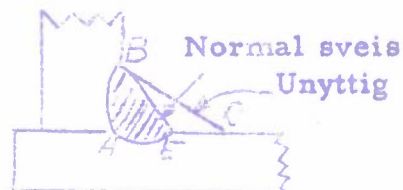


Fig. 20.



T-skjøt (kilsveis) med forliten "a" fordi sveisen er flat.

Ikke alle tykt dekkede elektroder er like gode til denne øvelsen. Kos noen er avsettet så lettflytende at det er vanskelig å unngå en flat sveis, eller en får sveiserille (smeltefure, smeltesille) langs overkanten.

Øvelse B 5 b. Samme øvelse, men med 6 mm elektrode og ca. 300 A (hvis transformatoren makter dette). Sur elektrode.

Elektroden holdes nesten loddrett på strengen i sveiseretningen og i en vinkel på ca. 40° med horisontalplanet. Når lysbuen er tent, føres elektroden raskt framover med spissen trykket inn i fugen. Føringen skal være så rask at lengden av strengen blir noe større enn lengden av nedsmeltet del av elektroden. Jfr. øvelse 2 c, s. 37. Kontroller sveisingen som nevnt under øvelse 5 a.

Øvelse B 6.

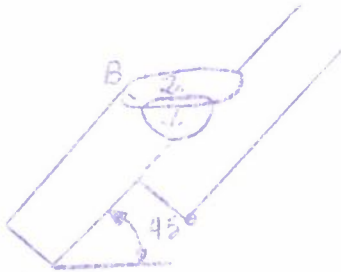
Horizontal, liggende kilsveis (L-sveis) i to lag. Overlappskjøt.

Materialer. To stykker flatjern eller platestykker 10 mm ($3/8''$), 150 mm lange.

B 6 a. Sur elektrode, 4 mm. Strømstyrke for bunnstreng: 180 - 190 A. for øverste streng: 150 - 170 A.

Arbeidsstykkene heftsveises i begge ender og settes på skrå, se fig. 23.

Fig. 23.



Føring. Først sveises en bunnstreng uten svingføring. For å få best mulig innsmeltning i bunnen, må en nemlig presse elektroden så tynn ned som mulig, og da blir det ikke noen plass til å svinge elektrodespissen. Svingføring under sveisingen av bunnstrengen er derfor feil. En fører altså elektroden rett fram og med så stor hastighet at strenglengden blir ca. $2/3$ av elektrodens nedsmeltede lengde.

Før sveisingen av neste streng må en fjerne slagget omhyggelig ved hjelp av slagghammer og stålbørste. Resten av fugen kan en så fylle med et lag med svingføring av elektroden. En må være forsiktig, så en ikke smelter bort skarpkanten ved B. Innsmeltingsfurer på høyre side av sveisen må unngås.

Kontroller sveisen ved å brykke delene fra hverandre. Breddflatene skal være metallisk rene uten slaggenleiringer og svarte partier.

Øvelse B 6 b. Sur elektrode, 6 eller 7 mm (hvis maskinen makter dette). Det sveises ferdig i ett lag.

Strømstyrke. 6 mm elektroder ca. 300 A.

7 mm elektroder ca. 350 A.

Føringen av elektroden er den samme som for bunnstrengen i foregående øvelse. Hellingen på elektroden må rette seg etter slagget, og en må avpasse hastigheten slik at fugen blir full. Men pass på skarpkanten, B. Kort lysbue. Kontroller sveisen som ovenfor.

Øvelse B 7.

Horizontal, stående kil sveis (L-sveis) i T-skjøt.

Materialer. to flattjern eller platebiter 10 mm ($3/8''$), 150 mm lange. Tykt dekket elektrode, 4 mm. (Sur, rutilsur og basisk.)

Sveisen skal bygges opp av tre strenger. Strømstyrke for første og annen streng. 180 - 200 A, for tredje streng. 150 - 170 A.

Når arbeidsstykket er plassert som her, er det vanskelig å fylle så stor fuge med én streng. Avsettet og slagget vil renne utover, og sveisen blir flat. Bunnstrengen sveises på samme måte som i øvelse B 4, idet elektroden holdes i 45° vinkel med horisontalplanet. Strømstyrken bør være stor, og elektroden må trykkes inn i fugen. Fjern slagget!

Annen streng legges på undre plate og $2/3$ eller mer oppover første streng. Elektroden må nå holdes i ca. 60° vinkel med horisontalplanet. Føringshastigheten tilpasses så sveisen får riktig dimensjon. Fjern slagget!

Tredje og siste streng sveises med noe mindre strømstyrke og med elektroden i $30 - 45^\circ$ vinkel med horisontalplanet. Begge disse foranstaltninger tjener til å hindre dannelsen av smeltefure (sveiserille) i overkant av sveisen. (En vil her se at elektroden kan betraktes som et verktøy, foruten at den jo tjener de to oppgaver å være lysbuens ene pol og å avgi tilsettmateriale. I lysbuen dannes en kraftig gasstrøm, som kan brukes til å skyve de avsmeltede metalldråpene i den ønskede retning. - Merk forøvrig at elektrodens helling i et plan loddrett på sveiseretningen må avpasses etter materialdimensjonene. Er arbeidsstykkene ulike tykke, må elektroden rettes mere mot det tykkeste.)

En L-sveis (d. e. kil sveis eller hjørnesveis) skal i regelen ha like sidehøyder h (fig. 24 c). Som mål for sveisens tverrsnitt angis halstverrsnittet a , som er høyden i det likebente triangel som med toppunkt i skjeringen mellom fugeflatene kan innskrives i et profil av sveisen. (NS 19.) Normalt skal $a = 0,7 t$, hvor t er tykkelsen av den tynneste platen i skjøten (Hvamb). Ved tilsiktet ulike sidehøyder angis h_1 og h_2 istedenfor a (fig. 24 e).

Fig. 24 a.

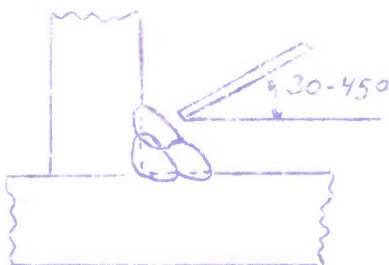


Fig. 24 b.

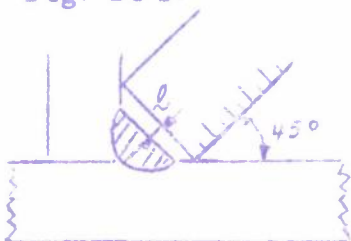


Fig. 24 c.



Fig. 24 d.



Fig. 24 e.



Fig. 24 f.



Stilles en tommestokk i 45° vinkel mot arbeidsstykkene (fig. 24 b), blir dens avstand fra skjæringspunktet mellom arbeidsstykkenes sider lik tommestokkens halve bredde. Avstanden l fra tommestokken til overkant av en sveis med riktig tykkelse lar seg da lett beregne.

Brukes elektroder som gir ekstra dyp innsmelting (dypsveiselektrode), kan den effektive tykkelsen på sveisen bli betydelig større enn den målte, og sveisen blir dermed også sterkere (fig. 24 f).

En kan altså øke styrken av en kilsveis ved å øke innsmeltingen i bunnen av fugen.

Vanlige feil ved L-sveiser (kilsveiser).

L-sveis, kilsveis eller L-fuge er fellesbetegnelse på utførelsen ved overlapp- og T-skjøter.

Alminnelige feil ved sveising i L-fuge er

1. Dårlig innsmelting i bunnen av fugen. Tykkelsen blir da for liten og sveisen for svak. Se fig. 25.
2. Dårlig sammenpassning. Tykkelsen blir for liten, se fig. 26.
3. Sveisen er for stor. Stor sveis forårsaker stor krymping og store forkastinger, og sveisen blir dessuten kostbar. Se fig. 27 (a riktig, b for stort sveistverrsnitt).
4. Sveisen er for liten, eller ligger flat - som vist på fig. 28.
5. Smeltefurer langs kantene av sveisen.

Fig. 25



Fig. 26.

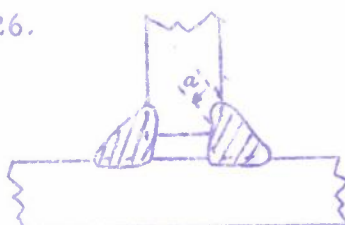


Fig. 27 a.

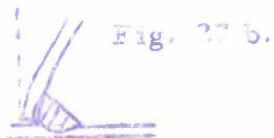


Fig. 27 b.

Fig. 28.



Smeltefurer oppstår ofte i overkant av sveisen under sveising av stående kilsveis med tykt dekkede elektroder, som vist på fig. 29. Dessuten oppstår det ofte smeltefurer på begge sider av sveisen når en sveiser kilsveis vertikalt oppover.

Disse furene er meget uheldige når skjøten er utsatt for vekslende påkjenninger.

Årsakene til at det dannes smeltefurer kan være

1. Feilaktig elektrodeføring.
2. For stor strømstyrke.
3. U hensiktsmessig elektrode. Rutilelektroder er gunstige, og generelt sett de kalde sveisende typene.



Fig. 29. Avst. x er for liten, og elektroden for steil.

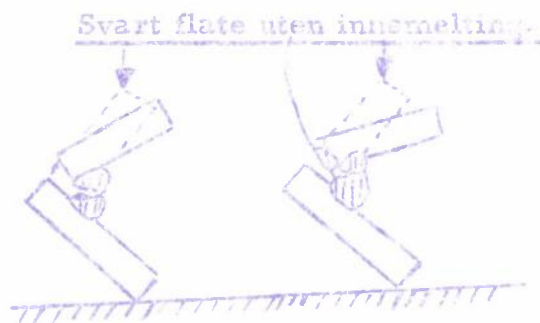


Fig. 30. Bildet viser også hvordan en innvendig kilsveis slås istykker.

- Etter at en har bedømt sveisens utseende i samsvar med ovenstående, skal en slå den i stykker og undersøke innsmelting og eventuelle bindefeil. Se fig. 30.

Merk. At en sveisesøm er pen og jevn, og forøvrig uten ytre feil, er ingen garanti for at den er god. Derfor er det av så avgjørende betydning at viktige arbeider bare overlates til dyktige og ansvarsbevisste sveisere.

Det vil framgå av det som hittil er gjennomgått, at valg av elektrode (både type og størrelse) har like stor betydning som den rent teknisk utføring av sveisearbeidet.

Øvelse B 8.

Horizontal buttsveis. (I-sveis, I-fuge).

Øvelse B 8 a. To platebiter, ca. 2 mm tykke, med rette kanter, heftsveises sammen med en lysåpning på ca. 1 mm med ca. 100 mm mellom heftpunktene.

Elektrode Tykt dekket spsialelektrode for tynnplatesveising, 2 mm eller 1,75 mm.

Strømstyrke. Ca. 65 A, eller som oppgitt for elektroden.

Elektroden føres rett framover langs fugen uten svingføring sidevegs, og hastigheten tilpasses slik at gjennomveisingen blir god. Er en utsatt for å smelte huller, må føringshastigheten økes. Gjennomsmeltingen bør være så god at det blir unødvendig å sveise på motsatt side.

Øvelse B 8 b. Eksempel på sveising med store strømstyrker.

Arbeidsstykke. To platebiter, 3 mm (1/8") tykke, legges butt i butt uten lysåpning.

Elektrode. Rutil, sur, 4 mm.

Strømstyrke 190 A.

Alt avhenger av føringshastigheten. Hvis den er for liten, vil en brenne igjennom, og er den for stor, blir sveisen stygg. Hastigheten bør være avpasset slik at strenglengden blir ca. 500 mm, eller slik at bredden på strengen blir ca. 6 mm. En må sveise fra begge sider.

Elektrodeføringen i V-fuger.

For begynnere er det alltid vanskelig å oppnå god gjennomsvøising i bunnen av fugen.

God gjennomsvøising kan en oppnå bare ved riktig elektrodeføring og passende stor strømstyrke i riktige og omhyggelig utformede fuger. Det sikreste og beste resultat oppnås når en først sveiser en streng med liten eller ingen svingføring av elektroden, avhengig av fugeåpningen. Skal en nå tilstrekkelig langt ned i fugen, må elektroden ikke være for stor, gjerne et nummer mindre enn til de øvrige strengene. Oppå bunnstrengen legges et lag som en sveiser med svingføring. Resten av fugen fyller en ved å lag-sveise eller ved å legge strenger. Ved strengsvøising går en fram som vist på fig. 31. Tredje streng sveiser en mot den ene sideflaten i fugen, idet en retter elektroden mot flaten og trekker den rett framover eller fører den med små sving.

Fig. 31.

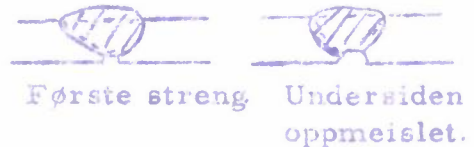


Riktig
2. streng svingføres.



Galt. De svarte
partiene er slagg
som har satt seg
fast i de skarpe
gropene.

Fig. 32.



Første streng
Undersiden
oppmeislet.



Ettersveiset fra undersiden.

Fjerde streng legges mot den andre sideflaten, femte i midten osv., idet en fortsetter med å legge strenger først mot sideflatene i fugen og sist i midten. En må under sveisingen passe på at det ikke oppstår skarpe groper mellom strengene og fugeflatene. I slike groper er det ikke mulig å fjerne slagget ordentlig. Se fig. 31. Lagenes og strengenes antall for en bestemt platetykkelse vil rette seg etter elektrodens størrelse.

Alle viktige V-sveiser bør meisles opp på undersiden og ettersveises. Se fig. 32. Disponerer en dyp sveise-elektroder, kan disse brukes til ettersveising, og da kan en spare oppmeislingen.

En kan også sveise første streng på undersiden ved hjelp av kaldtsveisende elektrode (eks. organisk rutil), og derpå sveise V-fugen med dypt innsmelteende elektroder.

Er baksiden av V-fugen ikke tilgjengelig, må en sørge for god gjennomsmelting i bunnen. Da bør en bruke kaldtsveisende elektrode til bunnstrengen. Lysåpningen må ikke være for liten. Det er greit å bruke elektrodediameteren som mål for lysåpningen. En retter lysbuen fortrinnsvis

mot avsettet og mindre mot fugekantene. Bare når lysåpningen er liten, må en også rette buen mot bunnkantene i fugen og smelte opp et lite hull der, slik at slagget får anledning til å renne ned på undersiden og understøtte avsettet. Det skal ikke bare være et jevnt tykt slaggedekke på undersiden, men avsettet skal også stikke 2 - 3 mm igjennom.

En må bruke liten strømstyrke, ca. 125 A for 4 mm og ca. 90 A for 3,25 mm elektroder. Derfor går det i et slikt tilfelle langsomt å sveise bunnstrengen.

Før en begynner den egentlige sveisingen, må en binde platene sammen med små, korte sveiser, heftpunkter, som vist på fig. 32. Avstanden mellom heftpunktene må stå i forhold til platetykkelsen, og kan passende velges lik 20 x platetykkelsen.

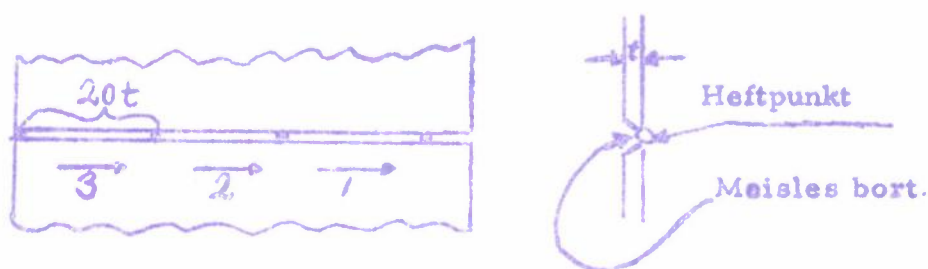


Fig. 33.

Disse heftsveisene kan ofte være årsak til feil i sveisen. Ved sveisearbeider hvor det blir stilt store krav til kvaliteten, bør en derfor sveise heftpunktene på undersiden av platene, og renske opp fugebunnen fra oversiden før en begynner å sveise bunnstrengen. Heftpunktene vil da bli meislet helt vekk, når en til slutt meisler opp undersiden for ettersveising.

Øvelse B 9.

Horizontal, liggende hjørnesveis.

Materialer. 2 stk. 10 x 50 x 250 (3/8 " x 2 " x 250 mm).

Sure elektroder, bunnstreng 3,25 mm (100 A), annet lag 4 mm (180 A), tredje lag 4 mm (150 A).

Arbeidsstykkene heftsveises i en vinkel på 90 °, med lysåpning mellom kantene lik elektrodediameteren.

Øvelsen kan tjene som forøvelse for buttsveising med V-fuge.

I denne øvelsen bør en legge hovedvekten på å få best mulig gjennomsmelting. Under sveisingen føres elektroden med en hellingsvinkel på ca. 70 °. Elektroden pendles litt fram og tilbake i sveiseretningen, fra avsettet og ned i fugebunnen, tilbake og oppover avsettes et stykke og ned i fugebunnen igjen. Pendlingen avpasses slik at en får best mulig gjennomsmelting. Kontroller gjennomsmeltingen. Avsettet bør stikke ca. 2 mm fram på undersiden, se fig. 34.

Fig. 34.



Elektrodeføring med basiske elektroder. Fra venstre: Normal - liten - stor lysåpning.

Fortsett øvelsene med å legge bunnstrenger til du er fornøyd med gjennomsmeltingen. Gå så videre med annet lag, som sveises med passende svingføring.

En bør da fylle fugen nesten helt opp. Ved sveising av øverste lag bør en velge strømstyrken noe mindre for å få god råke på sveisen, og for ikke å smelte bort for mye av skarpkantene B på platene.

Når sveisen er ferdig, bør den se ut som vist på fig. 35.

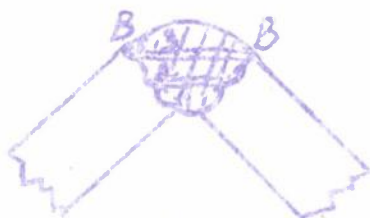


Fig. 35.



Fig. 36.

Det skal være råke på sveisen.
Kantene B må ikke smeltes bort.

Motbøy.

Kontroller sveisingen ved å slå stykkene fra hverandre og se etter om gjennomsmeltingen og bruddflatene er tilfredsstillende. Mål a-høyden med skyveltere. Gjør også en prøve på å slå platene sammen. Er sveisen og elektrodene gode, skal platene kunne slås helt sammen uten at sveisen sprekker.

Øvelse B 9 b.

Rask sveising av utvendig hjørne.

To flattjern 10 x 50 mm (2 " x 3/8 ") heftsveises i 90 ° vinkel uten lysåpning og med ca. 1,5 mm overlapping av kantene i fugebunnen. Der skal sveises fra begge sider.

Sure elektroder; utvendig fuge 6 mm (280 A), innvendig fuge 5 mm (280 A).

Fugen utvendig fylles ved sveising av bare én streng. Elektroden føres med svak pendling sidevegs.

På undersiden eller innvendig ettersveises med en mindre elektrode og stor strømstyrke. Elektroden svingføres ikke.

Øvelse B 10.

Horisontal buttveis (V-fuge).

Materialer: 2 stk. 12 mm (1/2 ") x 50 x 150 mm, skjæres eller slipes skrått, slik at det blir en V-fuge på 60 ° når kantene legges mot hverandre. De heftsveises i begge ender med en passende motbøy av hensyn til krympingen under sveisingen. (Fig. 36. En kan også hefte dem sammen flatt og bøye etterpå.)

Øvelse B 10 a. Pasiske elektroder.

Bunnstreng 3,25 mm (90 A), øvrige strenger 4 mm (170 - 200 A).

Da undersiden av fugen er forutsatt ikke å være tilgjengelig, må en legge hovedvekten på å få best mulig gjennomsmelting. Lysbuen tenkes ved at en stryker elektrodspissen mot arbeidsstykket omtrent som en tenner en fyrstikk, og så føres den raskt ned i fugen. Elektroden holdes nesten loddrett eller i en

vinkel på ca. 80 °, og buen rettes mot avsettet.

Gjennomsmeltingen reguleres med elektrodespissen, se fig. 34.

Er lysåpningen riktig, får en god gjennomsmelting ved å rette buen mot midten av krateret.

Ved liten lysåpning rettes buen mot kraterets forkant, hvor det smeltes opp et lite hull i fugebunnen.

Er fugeåpningen stor, legges elektroden mer på skrå, og buen rettes mot kraterets øvre del, samtidig som føringshastigheten minskes.

Elektroden skal føres langsomt når en sveiser med basiske elektroder, bare omtrent halvparten så fort som for sure elektroder. En skal "stuke" avsettet. Hold lysbuen kort.

Når en skal bytte elektrode, fører en elektrodespissen ut mot kanten av fugen og holder den der et par sekunder før lysbuen brytes, for å unngå huller i krateret. Buen tennes igjen raskest mulig i kraterets overkant.

Under sveisingen vil en del av slagget renne gjennom lysåpningen og til undersiden, hvor det beskytter sveisen.

Til å begynne med bør en øve seg bare på bunnstrengen.

Kontroll. Gjennomsvetsingen skal være så stor at avsettet stikker 1 - 2 mm igjennom på undersiden. Slå platene fra hverandre og undersøk bindingen i underkant av fugen.

Øvelse B 10 b. Sur eller rutilsur elektrode.

Arbeidsstykke som for 10 a.

Sveisingen foregår på samme måte som beskrevet i øvelse 9 a. Men strømstyrken bør reduseres noe ved sveising av bunnstrengen, f. eks. til 80 - 90 A. En kan bruke samme føringsteknikk.

Hvis lysåpningen er blitt for stor, kan elektroden føres som vist på fig. 36.

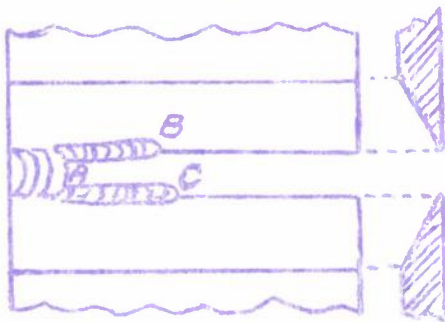


Fig. 37.

Hvis lysåpningen er blitt for stor, føres elektroden fra A mot B, tilbake til A igjen, der på fram mot C og tilbake til A, og så på nytt fram mot B. Organisk rutil-elektrode passer særlig godt der åpningen er stor.

Øvelse B 10 c. Undersiden av arbeidsstykket er tilgjengelig.

Bakstreng: Rutilsur elektrode, 4 mm, og strømstyrke ca. 150 A.

V-fugen: Så store sure elektroder som mulig, helst 8 mm og 400 - 450 A

Platene heftsveises som nevnt foran, men uten lysåpning.

En sveiser først strengen på baksiden av V-fugen på vanlig måte med rett framføring med kaldtsveisende elektroder og lang avsettlengde. I V-fugen er sure elektroder fordelaktige, og bør brukes hvis en ikke av omsyn til kvaliteten eller sprekkesikkerheten velger basiske elektroder.

En kan også utføre denne oppgaven på lignende måte som oppgave 10 a. En behøver da ikke å være fullt så omhyggelig med bunnstrengen, idet en kan ettersveise undersiden med dypsveiseelektroder, eller meisle opp fugen.

B. Vertikalsveising.

Ved vertikalsveising forstås sveising der arbeidsstykket (eller egentlig selve sveisen, jfr. øvelse B 5 - B 7) ligger i vertikalplanet, eller i et skråplan med helling over 45° med horisontalplanet. Etter sveisesømmens retning i vedkommende plan skjelles videre mellom a) liggende vertikalsveis og b) stående vertikalsveis. Horisontalsveising foregår i horisontalplanet, eller i et skråplan med helling opptil 45° mot horisontalplanet. Under-opp-sveising er sveising på undersiden av et horisontalt plan, eller et plan med helling opptil 45° mot horisontalplanet (Lefring s. 115). - Alt som ikke er horisontalsveising, kalles også under ett for stillings-sveising.

Stillings-sveising bør såvidt mulig unngås, da den medfører flere ulemper. Således er de fleste former av stillings-sveising betydelig mere anstrengende å utføre enn horisontalsveising (dette gjelder særlig under-opp), sveisekvaliteten har lett for å bli dårlig fordi tilsettmaterialet (eventuelt også slagget) vil sige, renne eller dryppe, og arbeidet tar lengre tid enn for horisontalsveising. En som vil drive det til noe som sveiser, må likevel beherske alle former for stillings-sveising. Det er ikke alltid mulig å snu arbeidsstykket, f. eks. ved reparasjoner på store maskiner.

Vi skal ta med et par øvelser i stående vertikalsveising, men skal først gjennomgå framgangsmåten generelt.

Stående vertikalsveising bør i alminnelighet foretas nedenfra oppover, da en derved får best innsmelting. En får ofte penere og jannere sveis ved å sveise nedover, men NB! på bekostning av innsmeltingen.

En må holde kort bue, da smelten derved blir mindre og lettere å beherske. Bruk helst kaldtsveisende elektrode. Bruker en tyktdekket elektrode, må en sørge for at arbeidsstykket ikke blir for varmt på sveisestedet. I så fall vil nemlig avsettet størkne for langsomt og renne unna. En må derfor bruke liten strømstyrke og små elektroder, og gjerne fordele avsettet i en bred streng ved hjelp av svingføring. Strømstyrken må stilles nøyaktig, en avvikelse på 5 A kan ha betydning for resultatet.

For 3,25 mm elektroder vil en strømstyrke på 110 - 120 A i regelen passe, og for 4 mm elektroder 120 - 140 A. Øvede sveisere kan bruke noe sterkere strøm, og derved øke sveisehastigheten. (Tallene er bare veiledende, da elektrodetype og -merke spiller stor rolle.)

Elektroden skal føres loddrett, eller nær loddrett, på flaten. I fig. 38 er vist tre eksempler på elektrodeføring for stående vertikal kilsveis. Småpendlingen i kantene (a og b) har til formål å hindre dannelse av smeltefure (sveiserille). Brukes føringsmønsteret c, må en holde elektroden stille i ytterkant et øyeblikk før en vender bevegelsen. Skal sveisesømmen være smal - som i en buttskjøt med eller uten fuge - kan en vippende elektrodeføring være formålstjenlig. D. v. s. at elektroden svinges i føringsretningen. Buelengden økes idet elektrodespissen svinges opp, derved kjølnes smelten noe. Når spissen svinges ned, skal buen kortes inn igjen. Vippebevegelsen må ikke

være for stor. Takten vil det som regel passe å holde på en vipp - opp og ned - pr. sek.



Det må igjen understrekes at de forskjellige elektrodetyper og -merkens forskjellige egenskaper kommer sterkt inn i bildet. En må derfor prøve seg fram med utgangspunkt i det som her er sagt, og i elektrodefabrikantens anvisninger. Med enkelte elektroder, (rutil, slepeelektroder) og for visse arbeider (f. eks. ved godstykkelse under 1/4"), kan en få like godt eller kanskje bedre resultat ved å sveise nedover enn oppover.

Øvelse B 11.

Stående vertikal oppover; strenger på flaten.

Materialer: Et platestykke 10 - 12 mm ($3/8$ " - $1/2$ ") tykt, 10 x 15 cm. Arbeidsstykket støttes opp eller heftsveises til et underlag på sveisebordet.

Øvelse B 11 a. Sur elektrode 4 mm (ca. 130 A) eller 3,25 mm (ca. 90 A).

Føring: En tenger lysbuen i underkant av platen hvoretter elektroden svingføres med forholdsvis brede sving og kortest mulig lysbue. Svingbredde 3 a 4 ganger elektrodediameteren. Elektroden holdes loddrett på platen eller med spissen pekende noe oppover. Se fig 39. Svingehastigheten er i høy grad avhengig av strømstyrken. Passer ett sving i sekundet for 140 A, vil kanskje ett sving i to sekunder passe når strømstyrken er 10 A mindre. Renner avsettet nedover, er enten svingehastigheten for langsom, strømstyrken for stor eller buen for lang. For stor bevegelse oppover mellom hvert sving bevirker ujevne og stygge strenger.

Til å begynne med, mens platen er kald, må svingetakten være noe langsommere. Men etterhvert som platen blir varm, må en øke takten.

En brodering ute i kanten av strengen kan stundom gi bedre slaggføring og hindre dannelsen av smeltefurer. Se fig. 38.

Strengene skal være jevnt brede og ha en jevn, pen overflate, uten smeltefurer langs kantene.

Øvelse 11 b. Elektrode. Sur elektrode, rutilsur og basisk elektrode prøves etter tur, 4 mm tykkelse.

Strømstyrke. Ca. 130 A.

Legg strenger nedenfra og oppover uten svingføring. Prøv ulike strømstyrker, og sammenlign resultatene for de tre elektrodetyperne. Husk at føringshastigheten spiller stor rolle. Hvilken elektrodetype er best?

