

1 VARJENJE

Varjenje kovin je ena izmed ključnih tehnik v inženirstvu in industriji, ki omogoča povezovanje različnih kovinskih materialov v trdne in trajne strukture. Gre za postopek, ki se uporablja v številnih industrijskih panogah, od avtomobilske industrije in gradbeništva do vesoljske tehnologije in proizvodnje potrošniških izdelkov. Študentje, ki študirajo Tehniko in Tehnologijo, se bodo skozi učno vsebino o varjenju kovin seznanili z osnovnimi načeli, tehnikami in varnostnimi praksami, ki so potrebne za uspešno in varno izvedbo varilskih postopkov.

Varjenje ni le mehanski proces, ampak vključuje tudi razumevanje fizikalnih in kemijskih lastnosti kovin, ter kako te lastnosti vplivajo na varjenje in končno kakovost spoja. Osnovno poznavanje različnih vrst varjenja, kot so obločno varjenje, plinsko varjenje, lasersko varjenje in uporovno varjenje, je ključno za izbiro prave tehnike glede na specifične zahteve projekta.

Poleg tehnološkega znanja je pri varjenju pomembno tudi upoštevanje varnostnih standardov. Varjenje lahko predstavlja številne nevarnosti, kot so opekline, poškodbe oči zaradi močne svetlobe in vdihavanje škodljivih plinov. Zato je ključno, da se študentje naučijo pravilne uporabe varnostne opreme in upoštevanja varnostnih protokolov.

V tem uvodu bomo predstavili osnove varjenja kovin, vrste varjenja, uporabljeno opremo ter osnovne varnostne ukrepe. Naš cilj je, da študentje pridobijo trdne temelje, na katerih bodo lahko gradili svoje praktične spretnosti in teoretično znanje, ki jih bodo potrebovali v svojih prihodnjih poklicih v tehnološki industriji.

1.1 VRSTE VARJENJA IN NJIHOVE ZNAČILNOSTI

Vsaka vrsta varjenja ima svoje specifične uporabe, prednosti in omejitve. Izbira prave tehnike je odvisna od številnih dejavnikov, vključno z vrsto materiala, debelino, okoljem in zahtevami glede kakovosti spoja. Pri vseh vrstah varjenja pa gre za to, da dva kovinska elemneta lokalno stalimo, ju spojimo in v procesu kristalizacije združimo v trajno zvezo - zvar (tališče jekla AISI 304 je $T = 1400 - 1450^{\circ}\text{C}$).

1.1.1 Obločno Varjenje (MMA/Stick Welding)

Značilnosti:

Uporablja električni tok za ustvarjanje obloka med elektrodo in kovino. Elektroda se tali in tvori varilni spoj. Plašč elektrode ob tem izgori in zagotavlja naslednje funkcije: **Zaščita zvara** - Tvori zaščitno atmosfero pred oksidacijo in kontaminacijo (kalcijev karbonat CaCO_3 ustvarja veliko CO_2), **Stabilizacija obloka** - Omogoča enakomeren prenos električnega toka (rutilne elektrode s TiO_2),

Oblikovanje žlindre - Ustvari žlindro, ki varuje strjevanje zvara (silikati in aluminati), **Legiranje zvara** - Doda zlitine za izboljšanje mehanskih lastnosti (krom, nikelj, mangan).

Prednosti:

Primerno za različne kovine in debeline. Prenosna oprema, primerna za delo na terenu. Relativno nizki stroški opreme.

Slabosti:

Zahteva visoko stopnjo spretnosti. Ustvarja veliko dima in škodljivih plinov. Varilni spoji pogosto zahtevajo dodatno obdelavo (odstranjevanje žlindre).

1.1.2 MIG/MAG Varjenje (Metal Inert Gas/Metal Active Gas Welding)

Značilnosti:

Uporablja zaščitni plin (inertni ali aktivni) za zaščito varilnega obloka in spoja pred oksidacijo. Kontinuirno dovajanje žice kot elektrode.

Prednosti:

Visoka hitrost varjenja in učinkovitost. Manj dima in plinov v primerjavi z obločnim varjenjem. Enostavno za avtomatizacijo.

Slabosti:

Občutljivo na preprih in vetrovne razmere. Zahteva dražjo opremo in pline. Manj primerno za zunanjo uporabo.

1.1.3 TIG Varjenje (Tungsten Inert Gas Welding)

Značilnosti:

Uporablja "netaljivo" volframovo elektrodo ($T_{talj.} = 3400^{\circ}C$) in inertni plin (najpogostejše argon) za zaščito varilnega obloka. Primeren za tanjše materiale in precizno delo.

Prednosti:

Omogoča visoko kakovostne in čiste varilne spoje. Odlična kontrola nad varilnim procesom (tok lahko nadzorujemo sproti). Primerno za različne kovine, vključno z aluminijem in nerjavnim jeklom.

Slabosti:

Počasnejši proces v primerjavi z MIG/MAG varjenjem. Zahteva visoko stopnjo spretnosti in izkušenj. Dražja oprema in potrošni materiali.

1.1.4 Plinsko Varjenje (Oxy-Fuel Welding)

Značilnosti:

Uporablja plinski gorilnik z mešanico kisika in gorljivega plina (npr. acetilen) za taljenje kovin. Primerno za varjenje tankih pločevin in cevi.

Prednosti:

Prenosna in relativno poceni oprema. Uporablja se tudi za rezanje in lotanje kovin. Fleksibilno in primerno za različne aplikacije.

Slabosti:

Ni primerno za debele materiale. Manjša hitrost varjenja. Nevarnost eksplozije in požara zaradi uporabe plinov.

1.1.5 Lasersko Varjenje

Značilnosti:

Uporablja visokoenergijski laserski žarek za taljenje kovin in tvorbo varilnega spoja. Visoka preciznost in koncentrirana toplota.

Prednosti:

Izjemno natančni varilni spoji. Minimalno popačenje materialov zaradi koncentrirane toplote. Primerno za visoko avtomatizirane proizvodne procese.

Slabosti:

Zelo visoki stroški opreme in vzdrževanja. Zahteva specifično zaščitno opremo in varnostne ukrepe. Omejena uporaba pri debelejših materialih.

1.2 MIG/MAG VARJENJE

MIG/MAG varjenje (Metal Inert Gas/Metal Active Gas Welding) je proces varjenja, kjer se uporablja kontinuirno dovajanje žice kot elektrode in zaščitni plin za zaščito varilnega obloka ter talilnega bazena pred oksidacijo. Ta proces omogoča visoko hitrost varjenja in je široko uporabljen v različnih industrijah zaradi svoje učinkovitosti in kakovosti varilnih spojev. Poglejmo podrobneje ključne faze tega procesa: taljenje žice, ustvarjanje plazme in generiranje talilnega bazena.

1.2.1 (Kratkostično) Taljenje Žice

V procesu MIG/MAG varjenja se uporablja kovinska žica, ki služi kot elektroda in kot dodajni material. Žica je kontinuirano dovajana iz varilnega avtomata skozi varilno pištolo do varilnega obloka. Ko se žica dotakne varjene kovine (100 do 200 dotikov/s), se vzpostavi zelo velik električni tok, ki povzroči hitro segrevanje in taljenje žice. Taljenje žice je rezultat visoke temperature, ki se ustvari zaradi električnega upora žice, ko električni tok teče skozi njo. Pri kratkostičnem varjenju ta pojav predstavlja 60-70% dovedene toplote.

1.2.2 Ustvarjanje Obloka in Plazme

Ko električni tok prehaja skozi žico in se dotika varjene kovine, se ustvari električni oblok, ki je v bistvu tok prevodnega plina (plazme). Ta plazma je izjemno vroča, običajno doseže temperature med 5000 in 30,000 stopinj Celzija. Plazma ima dve glavni vlogi:

1. Segrevanje in taljenje materialov: Visoka temperatura plazme tali kovinsko žico in osnovni material, kar omogoča tvorbo spoja (pri kratkostičnem varjenju to zagotavlja ostalih 30-40% toplote).
2. Ionizacija zaščitnega plina: Plazma povzroči ionizacijo zaščitnega plina, ki obkroža varilni oblok in talilni bazen, kar pomaga zaščititi varilni proces pred atmosferskimi kontaminanti, kot sta kisik in dušik.

1.2.3 Generiranje Talilnega Bazena

Talilni bazen je staljeni del kovine, ki nastane zaradi intenzivne toplote varilnega obloka. Ta bazen je ključnega pomena za oblikovanje trdnega in trajnega varilnega spoja. Proces vključuje naslednje korake:

1. Začetek taljenja: Ko se plazma ustvari, začne taliti površino osnovnega materiala in kovinsko žico. Kovinska žica se tali in kapljice stopljene kovine padajo v talilni bazen.
2. Mešanje materialov: Talilni bazen postane mešanica staljenega osnovnega materiala in staljene kovinske žice. Ta mešanica omogoča homogeno povezavo med dvema deloma kovine.
3. Premikanje talilnega bazena: Varilec ali varilni avtomat premika varilno pištolo vzdolž varilnega šiva, kar povzroča premikanje talilnega bazena. Kontinuirano dodajanje staljene kovine omogoča tvorbo enakomernega in trdnega varilnega spoja.
4. Strjevanje: Ko se varilna pištola premakne naprej, se talilni bazen začne ohlajati in strjevati. Strjena kovina tvori varilni spoj, ki povezuje osnovne materiale.

1.2.4 Vloga Zaščitnega Plina

Pri MIG varjenju se uporablja inertni plin (npr. argon ali helij), pri MAG varjenju pa aktivni plin (npr. ogljikov dioksid ali mešanica argona in ogljikovega dioksida). Zaščitni plin ima več ključnih funkcij:

1. Preprečuje oksidacijo: Ščiti varilni oblok in talilni bazen pred stikom z atmosferskim kisikom in dušikom, kar preprečuje nastanek oksidnih in nitridnih vključkov, ki bi lahko oslabili varilni spoj.
2. Stabilizacija obloka: Omogoča stabilen in kontroliran varilni oblok, kar je pomembno za kakovost varilnega spoja.
3. Nadzor oblike varilnega spoja: Različni plini lahko vplivajo na širino in globino varilnega spoja, kar je pomembno za različne aplikacije in debeline materialov.

1.3 SESTAVNI DELI VARILNEGA APARATA ZA MIG/MAG VARJENJE

Varilni aparat za MIG/MAG varjenje je sestavljen iz več ključnih komponent, ki skupaj omogočajo učinkovit in kakovosten varilni proces. Te komponente vključujejo napajalnik, žični podajalnik, varilno pištolo, zaščitni plin in pripadajoče regulatorje ter različne dodatne pripomočke. Tukaj je natančen opis posameznih sestavnih delov:

1.3.1 Napajalnik (Power Source)

- Vrsta napajanja: MIG/MAG varilni aparati običajno uporabljajo enosmerni tok (DC), čeprav nekatere modeli lahko delujejo tudi na izmenični tok (AC).
- Funkcija: Napajalnik zagotavlja stabilen električni tok za ustvarjanje varilnega obloka. Tok in napetost se lahko prilagodita glede na zahteve varjenja.
- Nastavitve: Na napajalniku se nastavijo varilni parametri, kot so varilna napetost, hitrost dovajanja žice, ter včasih tudi karakteristike obloka (mehki ali trdi oblok).

1.3.2 Žični Podajalnik (Wire Feeder)

- Funkcija: Žični podajalnik kontinuirano dovaja varilno žico iz tuljave skozi varilno pištolo do varilnega obloka.
- Komponente: Sestavljen je iz motorja, ki poganja mehanizem za podajanje žice, in nastavitvenega sistema, ki omogoča natančno prilagoditev hitrosti podajanja žice.
- Tuljava z žico: Žica je navita na tuljavo, ki je nameščena v žičnem podajalniku. Tuljave so različnih velikosti, najpogostejše so 5 kg in 15 kg.

1.3.3 Varilna Pištola (Welding Gun)

- Funkcija: Varilna pištola služi za usmerjanje varilne žice, dovajanje zaščitnega plina in usmerjanje varilnega obloka na varilni material.
- Komponente:
 - Kontaktna konica: Vodi električni tok do žice in zagotavlja dober električni stik.
 - Šoba: Usmerja zaščitni plin okoli varilnega obloka in talilnega bazena.
 - Dovajalni mehanizem: Vsebuje cev za dovajanje žice in plina.
 - Hlajenje: Varilne pištole so lahko zračno ali vodno hlajene, kar preprečuje pregrevanje med daljšimi varilnimi postopki.

1.3.4 Zaščitni Plin (Shielding Gas)

- Vrste plinov: Uporabljajo se različni zaščitni plini glede na material in vrsto varjenja:
 - Inertni plini (npr. argon, helij): Uporabljajo se pri MIG varjenju, zlasti za varjenje aluminija in drugih neželeznih kovin.
 - Aktivni plini (npr. ogljikov dioksid, mešanice argona in CO₂): Uporabljajo se pri MAG varjenju, zlasti za varjenje jekla.
- Jeklenka za plin: Plin se shranjuje v visokotlačni jeklenki, ki je priključen na varilni aparat preko regulatorja.

1.3.5 Regulator in Merilnik Pretoka Plina (Gas Regulator and Flow Meter)

- Funkcija: Regulator uravnava tlak plina iz cilindra in zagotavlja stabilen pretok plina skozi varilno pištolo.
- Nastavitve: Pretok plina se nastavi glede na zahteve varjenja, običajno v litrih na minuto (l/min).

1.3.6 Kabli in Cevovodi (Cables and Hoses)

- Napajalni kabel: Povezuje napajalnik z varilno pištolo in prenaša električni tok.
- Plinska cev: Povezuje cylinder s plinom z varilno pištolo in zagotavlja pretok zaščitnega plina.
- Povratni kabel (Ground Cable): Povezuje napajalnik z varjenim delom, kar zagotavlja sklenjen električni krog.

1.3.7 Krmilna Enota (Control Panel)

- Funkcija: Omogoča varilcu, da nastavi in prilagodi različne varilne parametre.
- Komponente: Prikazovalniki za napetost, tok, hitrost dovajanja žice, ter kontrole za nastavitve parametrov.

1.3.8 Dodatni Pripomočki

- Varilna maska: Ščiti oči in obraz varilca pred intenzivno svetlobo in iskrami.
- Zaščitna obleka: Vključuje rokavice, jakno in hlače, ki varijo varilca pred opeklinami.
- Orodja za čiščenje: Krtače in klešče za čiščenje in odstranjevanje žlindre iz varilnega spoja.

1.4 NASTAVITEV MIG/MAG APARATA ZA VARJENJE

Nastavitev MIG/MAG varilnega aparata je ključna za doseganje kakovostnih varilnih spojev. Postopek vključuje več korakov, od priprave opreme do izbire pravih nastavitvev. Tukaj je podroben vodič za začetnike, ki vas bo vodil skozi postopek nastavitve varilnega aparata.

1.4.1 Priprava Opreme

Preden začnete z nastavitvijo, poskrbite, da imate vso potrebno opremo in varnostno opremo:

- MIG/MAG varilni aparat
- Varilna pištola
- Cilinder z zaščitnim plinom
- Varilna žica
- Varilna maska, rokavice, zaščitna oblačila
- Krtače in klešče za čiščenje

1.4.2 Priključitev Napajalnika in Žičnega Podajalnika

- Napajalni kabel: Priključite napajalni kabel iz varilnega aparata v električno vtičnico. Prepričajte se, da je napetost ustrezna za vaš varilni aparat (npr. 110V ali 220V).
- Povratni kabel: Priključite povratni kabel na delovno mizo ali neposredno na kos kovine, ki ga boste varili. Zagotovite dober električni stik.
- Žični podajalnik: Vstavite tuljavo z varilno žico v žični podajalnik. Prepričajte se, da je žica pravilno vstavljena v mehanizem za podajanje in da je torni podajalno kolo nastavljeno tako, da žico podaja tekoče. Ob morebitnih preprekah pa naj zdrsne.

1.4.3 Povezava Plinske Jeklenke

- Priključitev jeklenke: Priključite visokotlačno cev iz regulatorja na plinsko jeklenko. Prepričajte se, da so vsi priključki dobro zatesnjeni.
- Nastavitev pretoka plina: Odprite ventil na jeklenki in nastavite pretok plina na regulatorju. Za začetek nastavite pretok na približno 10-15 litrov na minuto, odvisno od okolja (npr. notranji ali zunanji prostori).

1.4.4 Nastavitev Varilnega Aparata

- Izbira vrste žice: Uporabite ustrezno varilno žico glede na material, ki ga varite (npr. jeklena žica za jeklo, aluminijasta žica za aluminij) in glede na električni tok, ki ga potrebujete (npr.: 40 A - 150 A izberite 0.8 mm).
- Nastavitev hitrosti podajanja žice oz. nastavitev električnega toka: Nastavite hitrost podajanja žice na varilnem aparatu. Na primer za varjenje 2 mm jeklo bi lahko varili s tokom okoli 100 A, za kar potrebujemo podajalno hitrost žice okoli 10 mm/s.
- Nastavitev napetosti: Nastavite napetost na varilnem aparatu. Za začetek uporabite srednje nastavitve, npr. 18-22 voltov za tanjše jeklo (1,2-2,0 mm).

1.4.5 Testiranje in Prilagoditve

- Testni var: Pred začetkom varjenja na dejanskem projektu izvedite testni var na kosu odpadne kovine. To vam bo omogočilo, da preverite in prilagodite nastavitve.
- Opazovanje varilnega obloka: Med varjenjem opazujte varilni oblok. Stabilen oblok naj bi bil enakomeren, brez prekinitev ali preveč isker.
- Prilagoditve: Če je oblok premočan (preveč isker), zmanjšajte napetost ali hitrost podajanja žice. Če je oblok prešibek (premalo penetracije), povečajte napetost ali hitrost podajanja žice.

1.4.6 Varilna Tehnika

- **Položaj pištole:** Držite varilno pištolo pod kotom približno 10-15 stopinj proti smeri varjenja. To pomaga pri boljšem nadzoru nad talilnim bazenom in izboljša penetracijo (začetnik naj daje prednost preglednosti pred naklonom var. pištole).
- **Odmik:** Odmik kontaktne šobe od talilnega bazena naj bo okoli 15 mm. Z odmikom vplivamo na velikost stožca obloka in s tem porazdelitev toplote. Večji ko je odmik, nižja bo temperatura varjenja.

- **Gibanje:** Premikajte pištolo enakomerno vzdolž varilne črte. Uporabite tehniko vlečenja (pull) za boljše varjenje tanjših materialov ali tehniko potiskanja (push) za boljše varjenje debelejših materialov (začetnik naj daje prednost preglednosti)
- **Vzorec varjenja:** v splošnem je premočrtni premik varjenja zadosten. Kakorkoli, premikanje varilne pištole po nekem vzorcu lahko pomaga staliti večjo površino in tako dobimo bolj sploščen zvar. Zlasti je to očitno pri tanjši pločevini, ker bi z daljšim segrevanjem le-to lahko pretalili.
- **Hitrost:** Ohranite enakomerno hitrost gibanja. Prehitro gibanje lahko povzroči nepopolne spoje, prepočasno gibanje pa lahko povzroči pregrevanje in deformacijo kovine. Okvirna hitrost je nekje med 5 mm/s - 10 mm/s.

Oglejte si [hitri vodnik](#) za varjenje na tem video-posnetku.

1.5 POMEMBOST NASTAVITVE ELEKTRIČNEGA TOKA IN NAPETOSTI PRI VARJENJU

Nastavitev električnega toka in napetosti je ključna za doseganje kakovostnih varilnih spojev pri MIG/MAG varjenju. Tok in napetost imata različne vplive na varilni proces in vplivata na različne fizikalne pojave. Razumevanje teh vplivov je bistveno za pravilno nastavitev varilnega aparata in zagotavljanje optimalnega delovanja.

1.5.1 Električni Tok

- Penetracija varilnega spoja: Tok neposredno vpliva na globino penetracije varilnega spoja. Višji tok pomeni več toplote, kar omogoča globlje taljenje osnovnega materiala. To je še posebej pomembno pri debelejših materialih, kjer je potrebna zadostna penetracija za zagotovitev trdnosti spoja.
- Oblika talilnega bazena: Višji tok ustvarja širši in globlji talilni bazen, kar omogoča boljšo fuzijo med osnovnim materialom in dodajnim materialom.
- Hitrost varjenja: Višji tok omogoča hitrejše taljenje kovine, kar poveča hitrost varjenja. To je koristno za povečanje produktivnosti, vendar zahteva natančno upravljanje, da se prepreči pregrevanje in deformacija materiala.

Fizikalni pojavi, na katere vpliva tok:

- Jouleov učinek (Joulova toplota): Električni tok povzroča segrevanje prevodnega materiala zaradi električnega upora. Večji tok pomeni večjo generacijo toplote, kar vodi do intenzivnejšega taljenja kovine.
- Penetracija obloka: Večji tok ustvarja močnejši električni oblok, ki lahko globlje prodre v osnovni material. To omogoča boljšo fuzijo in trdnost spoja.

1.5.2 Napetost

- Dolžina obloka: Napetost neposredno vpliva na dolžino varilnega obloka. Višja napetost podaljša oblok, kar omogoča bolj enakomerno segrevanje talilnega bazena. Kratek oblok pri nizki napetosti lahko povzroči pregrevanje in neenakomerno taljenje.
- Širina varilnega spoja: Višja napetost ustvarja širši varilni spoj, kar je pomembno za varjenje tankih materialov ali pri prekrivnih spojih. Ožji spoj pri nižji napetosti je primeren za globlje penetracije.
- Stabilnost obloka: Pravilna napetost pomaga ohranjati stabilen oblok, kar je ključno za kakovost varilnega spoja. Nestabilen oblok lahko povzroči napake, kot so pore, razpoke in neenakomerni spoji.

Poglejte tudi [video](#) eksperimenta z nastavitvijo različnih napetosti.

Fizikalni pojavi, na katere vpliva napetost:

- Električni oblok: Napetost določa energijo, ki je potrebna za vzdrževanje električnega obloka. Višja napetost poveča energijo obloka, kar vpliva na širino in stabilnost talilnega bazena.
- Termična porazdelitev: Višja napetost omogoča enakomernjšo porazdelitev toplote po talilnem bazenu, kar preprečuje lokalizirano pregrevanje in omogoča boljši nadzor nad obliko in širino spoja.

1.6 PRIPRAVA MATERIALA ZA MAG VARJENJE

Pravilna priprava materiala je ključnega pomena za doseg kakovostnih in trajnih zvarov pri MAG varjenju. Ustrezna priprava zagotavlja, da so spoji čisti, ustrezno poravnani in da je varilni proces čim bolj učinkovit.

Čiščenje Površin:

Pred začetkom varilnega procesa je bistveno, da so vse površine, ki bodo varjene, temeljito očiščene. Na površinah ne sme biti prisotne rje, olja, maščobe ali drugih kontaminantov, saj lahko le-ti vplivajo na kakovost zvara. Uporaba ustreznih čistilnih sredstev in brusnih orodij pomaga zagotoviti čisto površino.

Kot Priprave Spajanjev:

Kot priprave spajanjev je odločilen za penetracijo in kakovost zvara: - **V-kot:** Priporočljivo za debelejša kovine, običajno med 45° do 60° za V-priprave. To zagotavlja dober dostop do korena zvara in ustrezno penetracijo. - **Kotni V-spoj:** Za večje debeline se pogosto uporablja kot 60°, kar omogoča zadostno prekrivanje in močan zvar.

Razmiki Med Spoji:

Razmik med spajanci je pomemben za pravilno taljenje in enakomeren pretok zvarne kovine: - **Majhna debelina:** Pri tanjših materialih razmik ne sme biti večji od 1 mm, da ne pride do prekomernega taljenja in preboja. - **Večja debelina:** Pri debelejših materialih razmik med elementi naj bo dovolj širok, pogosto med 2 mm do 3 mm, da omogoča popolno penetracijo brez pomanjkanja zvarne kovine.

Pravilna Poravnava:

Spajanci morajo biti ustrezno poravnani, da se prepreči kakršna koli ukrivljenost ali neželeni stres v zvaru. Uporaba spenjalnih naprav in opornikov lahko pomaga ohraniti ustrezno poravnavo med varjenjem.

Zaključek:

Pravilna priprava materiala zahteva natančnost in pozornost do detajlov. Ustrezen kot in razmik, skupaj z ustrezno čiščenjem in poravnavo, zmanjšujejo tveganje za napake pri varjenju in zagotavljajo, da so zvari močni in trajni. Uspeh MAG varjenja je močno odvisen od teh korakov, zato je temeljita priprava ključna za doseganje odličnosti pri varilnih projektih.

1.7 OSNOVNE VRSTE ZVAROV V VARJENJU

Varjenje vključuje različne tehnike in vrste zvarov, ki se uporabljajo glede na zahteve in lastnosti materialov. Vsaka vrsta zvara ima svoj namen, posebnosti in primere uporabe.

1.7.1 Točkovni Zvar

Uporaba: Uporablja se predvsem za varjenje tankih kovinskih listov, kot so avtomobilske karoserije ali kovinske omarice. Ta tehnika varjenja nam omogoča lokalno taljenje materiala in s časovnimi zakasnitvami dopušča, da se toplota odvede in s tem zmanjšuje možnost pretaljevanja spajanjecev. Omeniti pa moramo tudi, da ta zvar uporabljamo za namestitve varjenih materialov na pravilno mesto in jih kasneje zavarimo z daljšimi zvari.

Posebnosti: Točkovno varjenje je oblika uporovnega varjenja, kjer se električni tok usmeri skozi majhno površino, da ustvari zvar. Optimalno za hitre in serijske povezave, ponuja visoko produktivnost a manjšo trdnost vsakega posameznega zvara.

1.7.2 Soležni Spoj (Butt Joint)

Uporaba: Najpogosteje se uporablja za povezovanje plošč, cevovodov in delov konstrukcij, ki morajo prenesti velike obremenitve.

Posebnosti: Oba kosa materiala sta neposredno spojena skupaj. Kakovost soležnega varjenja močno vpliva na vnaprejšnja priprava materiala, zlasti natančnost poravnave in razmik. Zvar omogoča maksimalno trdnost pri napetostih, ki delujejo pravokotno na zvar.

1.7.3 Vogalni Spoj (Corner Joint)

Uporaba: Uporablja se pri konstrukcijah, kot so škatle in okviri.

Posebnosti: Zvarjenje vogalnega spoja zahteva pazljivo pripravo z režo in uporabo ustrezne varilne tehnike, da se prepreči napetost in popačenje. Prehodnost toplote mora biti uravnotežena, da zagotovi zanesljiv zvar brez preboja. Pogosto moramo moč varjenja prilagodi glede na notranji oz. zunanji zvar.

1.7.4 T-spoj

Uporaba: Primerno za konstrukcijske nastavke, okvirje in podporne strukture, kjer se en kos materiala pritrdi pravokotno na drugi kos.

Posebnosti: Težja penetracija do korena zaradi pravokotne usmerjenosti. Zahteva pazljivost pri poravnavi in morda več zvarnih prehodov za večjo trdnost. V kolikor varimo dva materiala različnih debelin, moč prilagodimo debelejšemu spajancu in s tehniko varjenja kompenziramo taljenje tanjšega spajanca.

1.7.5 Prekrivni Spoj (Lap Joint)

Uporaba: Pogosto se uporablja za varjenje pločevin skupaj s prekrivanjem enega kosa preko drugega, priljubljeno v industrijah, kot je avtomobilska.

Posebnosti: Eden izmed najlažjih zvarov za izvedbo, saj ne zahteva obsežnega pripravljanja kot pri soležnem spoju. Prekrivanje omogoča zadržanje večje površine stika. Posebej občutljiv na nastanek korozije med prekrivanjem.

1.7.6 Paralelni Spoj (Edge Joint)

Uporaba: Redkeje uporabljen, pogosto v primerih, kjer je treba zagotoviti tesnjenje ali pa, ko je dodana dodatna plošča za podporo in trdnost. Bolj pogost pri varjenju različnih profolov (npr.: L-profil) kot pri ravnih pločevinah.

Posebnosti: Zahteva natančno usklajitev robov. Običajno ni namenjen prenašanju velikih obremenitev, ampak za naloge z manjšimi mehanskimi zahtevami.

Vsaka vrsta zvara ima svoja posebna področja uporabe in zahteva specifične tehnike za doseganje optimalnih rezultatov. Natančno poznavanje teh vrst zvarov in njihovih značilnosti omogoča varilcem, da izberejo najbolj primerne rešitve za svoje projekte.

1.8 NAJPOGOSTEJŠE NAPAKE PRI VARJENJU IN KAKO JIH ODPRAVITI

Varjenje je kompleksen proces, ki zahteva natančnost, znanje in prakso. Začetniki pogosto naredijo napake, ki lahko vplivajo na kakovost varilnega spoja. Tukaj so najbolj pogoste napake pri varjenju, njihove možne razlage in kako jih odpraviti:

1.8.1 Premalo Penetracije

Možne razlage:

Prenizek tok: Če je električni tok prenizek, ne bo dovolj toplote za zadostno taljenje osnovnega materiala. Prehitra hitrost varjenja: Prehitro premikanje varilne pištrole lahko povzroči, da varilni oblok ne prodre dovolj globoko. Neustrezna nastavitev napetosti: Nizka napetost lahko povzroči krajši oblok, kar zmanjšuje penetracijo.

1.8.2 Prekomerna Penetracija

Možne razlage:

Previsok tok: Visok električni tok povzroči preveč toplote, kar lahko povzroči prekomerno taljenje osnovnega materiala. Prenizka hitrost varjenja: Počasen premik varilne pištrole povzroči, da se kovina predolgo taliti. Nepravilna napetost: Visoka napetost lahko povzroči prevelik oblok, ki preveč tali material.

1.8.3 Neenakomeren Varilni Spoj

Možne razlage:

Nepravilna hitrost podajanja žice: Če je hitrost podajanja žice neenakomerna, bo varilni spoj neenakomeren. Nepravilna tehnika varjenja: Premikanje pištrole z neenakomerno hitrostjo gibanja (ali v nepravilnem vzorcu). Nestabilen oblok: Nepravilno nastavljena napetost povzroča nestabilen varilni oblok.

1.8.4 Poroznost (Prisotnost Por)

Možne razlage:

Kontaminacija plina: Prisotnost vlage ali umazanije v zaščitnem plinu. Ne zadostna zaščita: Ne zadosten pretok zaščitnega plina ali preprih. Nečist osnovni material: Oksidacija ali umazanija na osnovnem materialu.

1.8.5 Razpoke v Varilnem Spoju

Možne razlage:

Prehitro ohlajanje: Hitro ohlajanje varilnega spoja lahko povzroči razpoke. Nepravilna nastavitve parametrov: Nepravilne nastavitve toka in napetosti lahko povzročijo pregrevanje ali premajhno taljenje. Nečist osnovni material: Prisotnost nečistoč ali nečistih robov.

1.8.6 Podrez (Undercut)

Možne razlage:

Previsok tok: Visok tok lahko povzroči prekomerno taljenje robov materiala. Nepravilna tehnika varjenja: Prehitro premikanje varilne pištole (talina ne zalije dela varilnega mesta) ali nepravilni koti varjenja. Nepravilna napetost: Visoka napetost lahko povzroči podrez.

1.8.7 Hladen spoj (Cold Lap)

Možne razlage:

- Prenizek tok: Premalo toplote za ustrezno taljenje osnovnega materiala.
- Prenizka hitrost podajanja žice: Ne zadostno dodajanje materiala za pravilno fuzijo.
- Nepravilna tehnika: Nepravilno usmerjanje obloka ali prehitro premikanje.

1.8.8 NALOGA: Uvod v MAG Varjenje - nastavitve in pogoste napake

Cilj te naloge je, da študentje spoznajo vpliv različnih parametrov nastavitve ter pogostih napak pri MAG varjenju in njihovo praktično uporabo. Študentje bodo izbrali en parameter nastavitve ali eno od pogostih napak, izvedli praktično varjenje, primerjali rezultate s pravilno nastavitvijo ter analizirali obliko zvara skozi postopek jedkanja.

Praktična naloga naj služi kot priložnost za poglobitev razumevanja MAG varjenja ter sposobnosti

analize in reševanja izzivov v kontekstu tehnologije. Nalogo izvedite v naslednjih korakih:

1. Izbira Parametra ali Napake

- Izberite en parameter nastavitve (npr. napetost, tok, hitrost žice) **ali** pogost problem pri varjenju (npr. prekomerno brizganje, poroznost, nepopolna penetracija).

2. Priprava Delovnega Kosa

- Izberite in pripravite ustrezno kovinsko ploščo za varjenje. Zagotovite, da je površina čista in pripravljena za postopek varjenja (pripravite robove spojev).

3. Praktično Varjenje

- Izvedite varjenje z izbrano nastavitvijo ali pogostimi napakami.
- Nato izvedite varjenje z optimalno nastavitvijo za primerjavo (bodite pozorni, da speminate le en parameter).

4. Prerez in Priprava na Jedkanje

- Previdno prerežite izvedena zvara in vsak zvar fino zbrusite, da pripravite površino za jedkanje.

5. Analiza z Jedkanjem

- S postopkom jedkanja obdelajte zvara (to nam bodo naredili na katedri za Kemijo) in opazujte obliko ter kakovost zvara pod povečevalnim steklom ali mikroskopom.

6. Dokumentacija^a

- Dokumentirajte celoten postopek s fotografijami, skicami in opisi.
- Navedite opazne razlike med nepravilnim in pravilnim zvarom.
- Pripravite kratko analizo, ki vključuje ugotovitve in priporočila za izboljšave.

^aPripravite poročilo, ki vključuje: **Uvod:** Kratka predstavitev izbrane teme in ciljev naloge. **Metodologija:** Opis uporabljenih metod in orodij. **Rezultati:** Vključno s fotografijami zvarov, diagrami in opisi. **Razprava:** Analiza opazovanih razlik, ugotovljenih napak in njihovih posledic. **Zaključek:** Povzetek ugotovitev in lekcij, pridobljenih iz naloge. **Ocenjevanje:** Naloga bo ocenjena glede na naslednje kriterije: 1. Natančnost in jasnost dokumentacije, 2. Kakovost praktične izvedbe, 3. Razumevanje in analiza izbranega parametra ali napake, 4. Kreativnost in zmožnost kritičnega razmišljanja pri analizi rezultatov.