

7.6.7 Varjenje

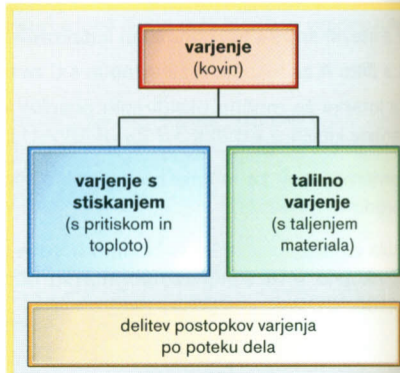
Z varjenjem lahko povežemo gradiva v nerazstavlljivo zvezo s pomočjo vezave materiala.

Materiale na mestu povezave segrejemo do testnatega ali tekočega stanja, ki že omogoča združevanje. Po strjevanju taline se sestavni deli povežejo drug z drugim v skupno strukturo.

Za izpolnjevanje raznolikih zahtev je bilo razvitih več kot 100 različnih postopkov varjenja. Glede na potek procesa razlikujemo varjenje s stiskanjem in talilno varjenje (slika 4).

valovno lotanje

Slika 3: Valovno lotanje



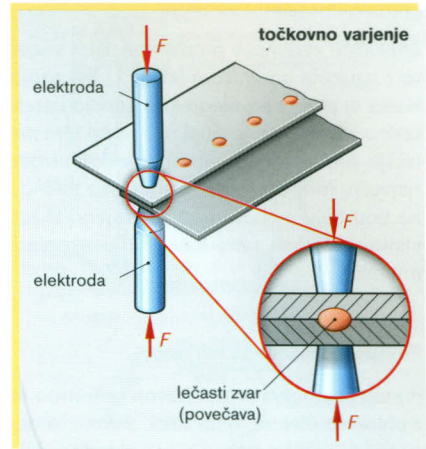
Slika 4: Pregled varjenja

Varjenje s stiskanjem

Pri postopku varjenja s stiskanjem osnovne materiale na mestu spoja segrejemo do testnatega stanja in zatem stisnemo. Varjencev na površinah dotika ni potrebno staliti. Dodatni materiali za ta postopek varjenja niso potrebni.

Pri varjenju s stiskanjem pride do združitve materialov z delovanjem toplote in pritiska.

S **točkovnim varjenjem** (slika 1) se preklopno postavljene tanki pločevini ali žici spoji s posameznimi točkovnimi zvari. Dele stisneta skupaj dve nasprotno ležeči elektrodi, ki istočasno prevažata električni tok. Pri zadostnem segretju na stičnih točkah zavarita varjence pod pritiskom. Toplota na zvarnem mestu se sprosti zaradi večjega upora na tem delu električnega tokokroga. Delovanje pritiska se obdrži do ohlajanja zvara pod temperaturo plastičnosti materiala. Ta postopek uporovnega varjenja se zelo pogosto uporablja v proizvodnji karoserij in opreme. Mehatronik se redko sooča s postopki varjenja s stiskanjem kot uporabnik, pogosteje kot upravljalca ali vzdrževalec naprav za točkovno varjenje, ki se npr. uporabljajo na avtomatskih linijah za izdelavo motornih vozil.



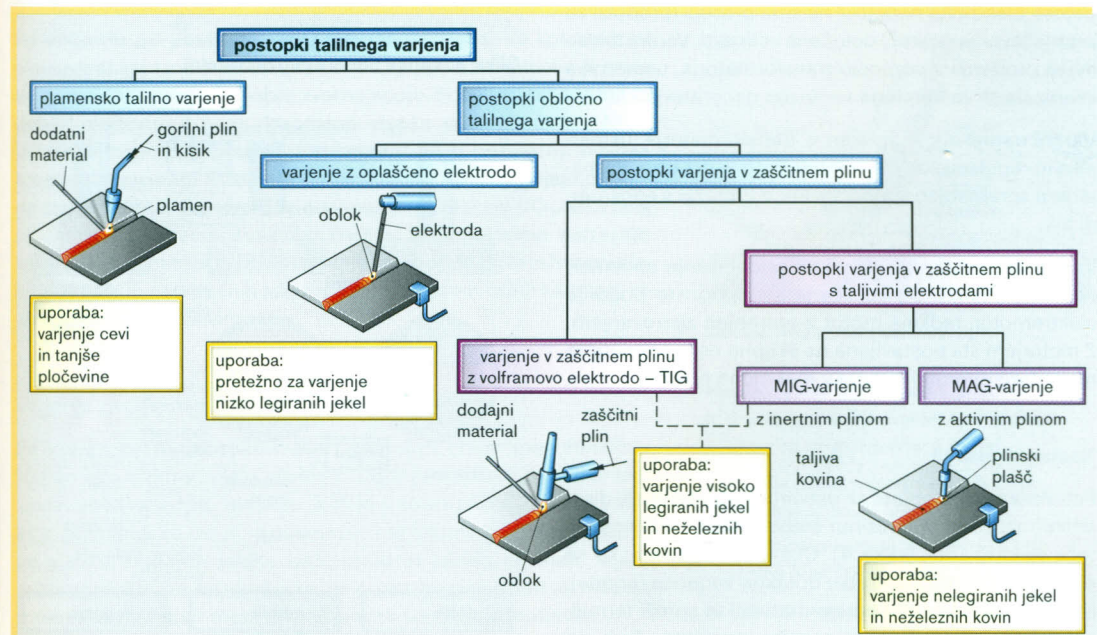
Slika 1: Primer postopka varjenja s stiskanjem

Talilno varjenje

Osnovne materiale na mestu zvara segrejemo do temperature tališča. Sledi mešanje osnovnih materialov v tekočem stanju. Zvarni žleb med varjencema se večinoma zaliva s staljenim dodatnim materialom v obliki žice. Kemična sestava dodatnega materiala mora biti približno enaka sestavi varjencev, da ob strjevanju lahko tvorijo skupno strukturo.

Pri talilnem varjenju pride do združitve delov z mešanjem enakih ali podobnih materialov v utekočinjenem stanju.

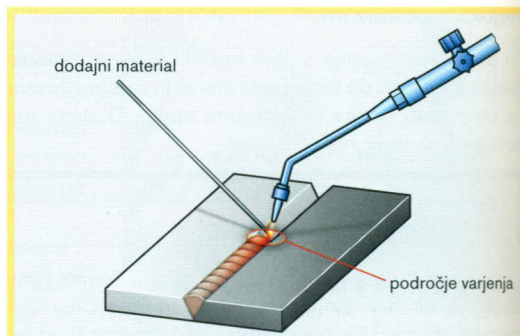
Postopki talilnega varjenja so razdeljeni po načinu dovajanja toplote (slika 2). Dve pomembnejši vrsti sta plamensko talilno varjenje in obločno talilno varjenje.



Slika 2: Delitev pomembnejših postopkov talilnega varjenja

Plamensko talilno varjenje

Stikališče varjencev pri plamenskem varjenju se segreva z varilnim gorilnikom (**slika 1**). Pri zgorevanju zmesi kisika in plina se z njegovo pomočjo ustvarja potrebna talilna toplota. Kot gorilni plin se pri tem predvsem uporablja aceten, ki ima zaradi velike hitrosti zgorevanja največjo moč plamena. Plamensko talilno varjenje igra na področju mehatronike podrejeno vlogo in je v rabi skoraj izključno tam, kjer ni na razpolago električne energije.



Slika 1: Plamensko talilno varjenje

Postopki obločnega varjenja

Pri teh postopkih pridobivamo potrebno talilno toploto z oblikom električnega toka. Jakost in napetost električnega toka se spreminjata skladno s potrebami na virih varilnega toka. V bistvu se skupine postopkov razlikujejo po načinu zaščite varilne taline pred dovajanjem zraka. Pri **varjenju z oplaščeno elektrodo** to običajno izvaja dodana varilna palica. Plini, ki nastanejo iz oplaščena, ščitijo oblok in zvar med varjenjem. Pri postopkih varjenja v zaščitnem plinu se za ta namen uporabljajo različni zaščitni plini (**slika 2**).

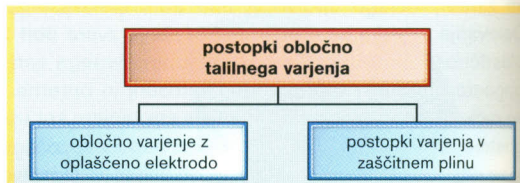
Vsi ti postopki imajo nekaj skupnih značilnosti. To so viri varilnega toka, pojavi v obloku in preprečevanje nesreč.

Viri varilnega toka

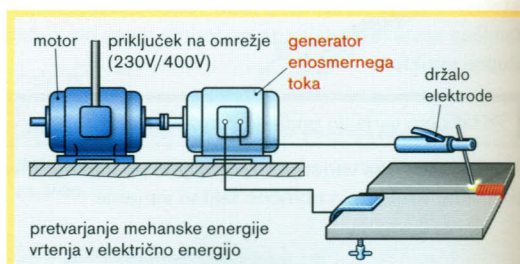
Električni tok, potreben za obločno varjenje, mora imeti veliko nastavljivo jakost toka in nizko električno napetost. Električna napetost ne sme preseči (predpisi za preprečevanje nesreč) določene velikosti. Varilni tok se lahko proizvaja s pomočjo transformatorja, usmernika inverterja ali zastarelega varilnega generatorja.

Varilni usmernik je zgrajen iz transformatorja, usmernika in regulacijskih elementov. Pretvarja s transformatorjem spremenjen izmenični tok iz omrežja v enosmerni tok.

Varilni generator služi tudi za pridobivanje enosmernega toka (**slika 3**). Tak generator pogosto poganja elektromotor, redkeje motor z notranjim zgorevanjem. Z motorjem sta postavljena na skupno os in pretvarjata mehansko energijo vrtenja v električno energijo.



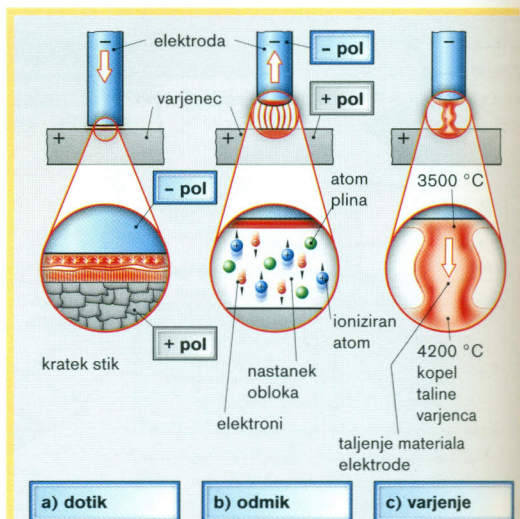
Slika 2: Delitev postopkov obločno talilnega varjenja



Slika 3: Varilni generator (zastarelo)

Nastanek obloka

Potrebna talilna toplota se ustvarja v obloku. To je disociiran (razpadel) in ioniziran steber plinov, po katerem teče električni tok (**slika 4**). Oblok se vzpostavi, ko se elektroda (katoda) na kratko dotakne varjenca (anode). Kratkostični tok hitro segreje material in sproži termično emisijo elektronov iz segrete površine. Tudi po odmiku elektrode na določeno oddaljenost se nadaljuje



Slika 4: Potek pojavov v obloku

pretok elektronov skozi tako nastali oblok. Zaradi električnega polja med elektrodo in varjencem se elektroni premikajo proti anodi, atomi z izbitimi elektroni (anioni) pa v nasprotno smer. Pride do »udara« številnih elektronov z veliko kinetično energijo na segreto površino. Pri tem nastala toplotna energija zadošča, da se doseže talilna temperatura preko 4000 °C.

Postopki varjenja v zaščitnem plinu

Ločimo varjenje s taljivimi elektrodami in varjenje z volframovo elektrodo. V teh postopkih se zavaruje kopel taline pred škodljivimi vplivi zraka z določenimi plini. Kot zaščitni plini se uporabljajo inertni (žlahtni) plin, aktivni plin ali zmes plinov. Aktivni plin in zmesi plinov imajo v primerjavi z inertnim zaščitnim plinom slabost, da reagirajo s staljenim materialom in tako zmanjšajo mehanske kvalitete zvara. To pomanjkljivost se da delno odpraviti z ustrežno sestavo dodatne varilne žice. Postopki varjenja v zaščitnem plinu so skorajda popolnoma izpodrinili plamensko talilno varjenje.

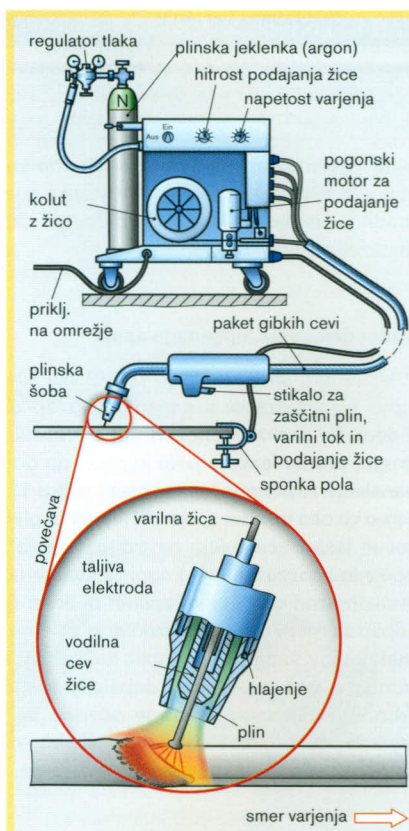
Varjenje s taljivimi elektrodami

Pri teh postopkih varjenja v zaščitnem plinu oblok enosmernega toka žari med taljivo pobakreno žično elektrodo in varjencem. Na kolut navita varilna žica, s premerom od 0,8 mm do 2,4 mm, se uporablja za pozitivno polarizirano elektrodo. Podajalna naprava potiska žico v skladu s hitrostjo taljenja elektrode po gibljivi cevi skozi varilno pištolo. Varilni tok je speljan do varilne žice preko drsnih kontaktov v varilni pištoli, tik pred oblokom. Vgrajeno zračno ali vodno hlajenje zmanjšuje segrevanje varilne pištole (slika 1). Varjenje v zaščitnem plinu s taljivimi elektrodami je razdeljeno po vrstah uporabljenega zaščitnega plina.

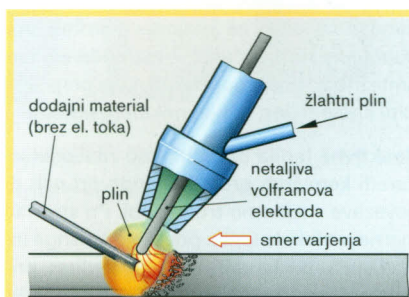
Pri **varjenju po postopku MIG (metal-inert-gas)** se kot zaščitni plin uporabljajo inertni plini, pretežno argon. Ta žlahtni plin je sicer drag, vendar omogoča dobre zvarne spoje. Posebno pri srednji in debeli pločevini z njim dosežemo visoke varilne učinke. MIG-postopek varjenja se uporablja za legirana jekla, neželezne in lahke kovine. Pri **varjenju MAG (metal-aktiv-gas)** se uporabljajo cenovno ugodni aktivni plini, zelo pogosto ogljikov dioksid CO₂, ali zmesi plinov. Sicer oprema in varilni parametri popolnoma ustrezajo uporabi MIG-postopka. MAG-varjenje se uporablja pretežno pri nizko legiranih in nelegiranih jeklih, posebno v proizvodnji karoserij za varjenje tanke pločevine.

Varjenje z volframovo elektrodo

Pri **varjenju TIG (tungsten-inert-gas)** žari oblok med netaljivo volframovo elektrodo in varjencem. Dodajni material, ki ima enako sestavo kot varjenec, se lahko dodaja s strani (slika 2). Z uporabo tega postopka se izdelujejo zanesljivi enakomerni zvari pretežno pri visoko legiranih jeklih, neželeznih in lahkih kovinah. Izbira priklopa elektrode na negativno ali pozitivno polariteto ali celo na izmenično napetost mora ustrezati vrsti varjenega materiala.



Slika 1: Shema MIG- in MAG-varilne naprave



Slika 2: TIG-postopek varjenja

Preprečevanje nesreč pri varjenju

- Z varilnimi napravami smejo upravljati samo za to usposobljene osebe.
- Za zaščito oči moramo nositi varilsko zaščitna očala ali varilsko masko.
- Rokavice in usnjeni predpasnik ščitijo varilca pred škropljenjem vroče kovine.
- Nastale pline moramo odsesovati.