**1. ZÁSADY BEZPEČNOSTI PRÁCE PRI ZVÁRANÍ**

**1.1 Nebezpečenstvo pri zváraní**

**1.1.1 Ochrana pred nebezpečenstvom úrazov elektrickým prúdom**

* Zabrániť dotyku zvárača so živými časťami zariadenia.
* Živé časti: vodivé časti pod napätím.
* Neživé časti: vodivé časti, ktoré nie sú pod napätím.

**1.1.2 Prvá pomoc pri úrazoch elektrickým prúdom**

* Odstrániť postihnutého od zdroja prúdu.
* Poskytnúť umelé dýchanie a srdečnú masáž.
* Informovať vedúceho pracovníka o úraze.

**1.1.3 Ochrana pred úrazom pohyblivými časťami zariadenia**

* Skontrolovať nebezpečný priestor pred začiatkom práce.
* Prerušiť prívod pohonnej energie pri vstupe do nebezpečného priestoru.

**1.1.4 Ochrana pred popálením**

* Odstrániť horľavé látky z pracoviska.
* Používať ochranné pracovné prostriedky.

**1.1.5 Ochrana pred úrazom rozstrekom kovu a úlomkami trosky**

* Používať ochranné kryty, závesy a zásteny z nehorľavého materiálu.

**1.2 Ohrozenie zdravia škodlivými látkami a prostredím**

**1.2.1 Dymy a aerosoly**

* Zváračské dymy obsahujú jedovaté, otravné alebo fibrogénne látky.
* Používať miestne odsávacie jednotky na odstránenie škodlivín.

**1.2.2 Voľba technologického postupu**

* Zváranie elektródami s kyslým obalom produkuje menej škodlivín ako zváranie s bázickým obalom.

**1.2.3 Obmedzenie prístupu škodlivín k dýchacej zóne zvárača a vetranie**

* Používať systémy odsávania a prívodu čerstvého vzduchu.

**1.2.4 Používanie osobných ochranných pracovných prostriedkov**

* Respirátor, zváračská kukla s prívodom vzduchu, kyslíkový alebo vzduchový dýchací prístroj.

**1.2.5 Žiarenie**

* Používať ochranné pomôcky, zásteny a kryty.
* Vyvarovať sa vysokofrekvenčnému, infračervenému a ultrafialovému žiareniu.

**1.2.6 Hluk**

* Používať zátkové tlmiče hluku, slúchadlové chrániče alebo protihlukovú prilbu.

**1.2.7 Mikroklimatické podmienky**

* Chrániť sa pred šírením tepla sálaním pomocou krytov, clon alebo zásten.

**1.3 Práce so zvýšeným nebezpečenstvom**

* Zváranie v uzavretých a tesných priestoroch, na znečistených zariadeniach a v priestoroch s nebezpečenstvom požiaru alebo výbuchu.

**1.4 Povolenie práce so zvýšeným nebezpečenstvom**

* Pred začatím zvárania vykonať prehliadku a vyhodnotenie pracoviska.
* Vystaviť písomný príkaz na zváranie so zvýšeným nebezpečenstvom.
* Preškoliť všetkých pracovníkov pred začiatkom práce.

**1.5 Osobné ochranné pracovné prostriedky (OOPP)**

* Záväzne predpísané základné OOPP a doplňujúce alebo alternatívne ochranné prostriedky podľa typu zvárania a pracoviska.

**1.6 Zváračské pracovisko**

* Minimálne 15 m³ voľného priestoru pre jedného zvárača.
* Na ochranu zvárača a ostatných pracovníkov použiť prenosné zásteny, kryty alebo závesy z nehorľavého materiálu.

**1.7 Prevádzka zváračského pracoviska**

* Používať schválené a udržiavané zariadenia.
* Pred začiatkom práce skontrolovať čistotu, neporušenosť a kvalitu pripojenia vnútorných prívodov.

**1.8 Údržba a opravy zváracích zariadení**

* Periodické prehliadky, odborné opravy a údržbu môže vykonávať len kvalifikovaný pracovník s poverením zamestnávateľa.

**2. NÁZVOSLOVIE A ČÍSELNÉ OZNAČOVANIE NA VÝKRESOCH**

* Detailné informácie o názvosloví a číselnom označovaní použitých na zváračských výkresoch.

**3. POLOHY ZVÁRANIA**

* Podrobný opis rôznych polôh zvárania a ich označovanie.

**4. ÚPRAVA ZVAROVÝCH PLÔCH**

* Spôsoby prípravy povrchov pred zváraním a techniky na zaistenie kvalitného zvaru.

**5. OZNAČOVANIE ZVAROV NA VÝKRESOCH**

* Metódy a značky používané na označenie zvarov na technických výkresoch.

**6. KLASIFIKÁCIA CHÝB ZVAROVÝCH SPOJOV A URČOVANIE ÚROVNÍ KVALITY**

**6.1 Trhliny**

* Definícia a klasifikácia trhlín vo zváracích spojoch.

**6.2 Dutiny**

* Typy a príčiny vzniku dutín v zvaroch.

**6.3 Tuhé prímesky (vtrúseniny)**

* Vysvetlenie a kategorizácia tuhých prímesí vo zvaroch.

**6.4 Studený spoj**

* Charakteristika studeného spoja a jeho identifikácia.

**6.5 Neprevarený koreň**

* Popis neprevareného koreňa a jeho príčiny.

**7. TECHNOLOGICKÝ POSTUP ZVÁRANIA**

* Kompletný technologický postup, vrátane prípravy, nastavenia a vykonania zváracích úloh.

**8. VÝPOČET SPOTREBY PRÍDAVNÉHO MATERIÁLU**

**8.1 Tupý V zvar**

* Výpočty spotreby prídavného materiálu pre tupé V zvary.

**8.2 Tupý nesymetrický dvojstranný V zvar**

* Výpočty pre nesymetrické dvojstranné V zvary.

**8.3 Tupý U zvar**

* Výpočty pre tupé U zvary.

**8.4 Kútový zvar**

* Výpočty pre kútové zvary.

**9. SPÁJKOVANIE KOVOV**

**9.1 Fyzikálna podstata spájkovania kovov**

* Základné fyzikálne princípy spájkovania kovov.

**9.2 Vlastnosti spájkovaných spojov**

* Charakteristiky a hodnotenie kvality spájkovaných spojov.

**9.3 Konštrukcia spájkovaného spoja**

* Návrh a konštrukcia spájkovaných spojov.

**9.4 Všeobecné zásady pri navrhovaní spájkovaných spojov**

* Pokyny a odporúčania pre správne navrhovanie spájkovaných spojov.

**9.4.1 Zásady konštruovania spájkovaných spojov**

* Detaily a princípy konštruovania spájkovaných spojov.

**9.4.2 Skúšanie vlastností spájok**

* Metódy skúšania a hodnotenia vlastností spájok.

**1. ZÁSADY BEZPEČNOSTI PRÁCE PRI ZVÁRANÍ**

**Ciele cvičenia**

* Oboznámiť študentov s bezpečnostnými predpismi pre rôzne druhy zvárania.
* Naučiť sa zásady správania na zváračskom pracovisku.
* Používať osobné ochranné pracovné prostriedky (OOPP) pri zváraní.
* Poskytnúť prvú pomoc pri zásahu elektrickým prúdom.

**1.1 Nebezpečenstvo pri zváraní**

**1.1.1 Ochrana pred nebezpečenstvom úrazov elektrickým prúdom**

* Zabrániť dotyku so živými časťami zariadenia.
* Používať zariadenia s bezpečným napätím.
* V bezpečných priestoroch je maximálne napätie 50 V (striedavé) alebo 100 V (jednosmerné).
* V nebezpečných priestoroch je maximálne napätie 24 V (striedavé) alebo 60 V (jednosmerné).
* V zvlášť nebezpečných priestoroch je maximálne napätie 12 V (striedavé) alebo 24 V (jednosmerné).

**1.1.2 Prvá pomoc pri úrazoch elektrickým prúdom**

* Vyslobodiť postihnutého z dosahu prúdu.
* Zaviesť umelé dýchanie z pľúc do pľúc.
* V prípade potreby vykonať nepriamu masáž srdca.
* Privolať lekársku pomoc a pokračovať v oživovaní.

**1.1.3 Ochrana pred úrazom pohyblivými časťami zariadenia**

* Skontrolovať nebezpečný priestor pred začiatkom práce.
* Prerušiť prívod pohonnej energie pri vstupe do nebezpečného priestoru.

**1.1.4 Ochrana pred popálením**

* Odstrániť horľavé látky z pracoviska.
* Používať ochranné pracovné prostriedky.
* Vystaviť písomný príkaz pri prácach so zvýšeným nebezpečenstvom.

**1.1.5 Ochrana pred úrazom rozstrekom kovu a úlomkami trosky**

* Používať ochranné kryty, závesy a zásteny z nehorľavého materiálu.

**1.2 Ohrozenie zdravia škodlivými látkami a prostredím**

**1.2.1 Dymy a aerosoly**

* Zváračské dymy obsahujú jedovaté, otravné alebo fibrogénne látky.
* Používať miestne odsávacie jednotky na odstránenie škodlivín.

**1.2.2 Voľba technologického postupu**

* Zváranie elektródami s kyslým obalom produkuje menej škodlivín ako zváranie s bázickým obalom.

**1.2.3 Obmedzenie prístupu škodlivín k dýchacej zóne zvárača a vetranie**

* Používať systémy odsávania a prívodu čerstvého vzduchu.

**1.2.4 Používanie osobných ochranných pracovných prostriedkov**

* Používať respirátor, zváračskú kuklu s prívodom vzduchu alebo dýchací prístroj.

**1.2.5 Žiarenie**

* Používať ochranné pomôcky, zásteny a kryty.
* Chrániť sa pred vysokofrekvenčným, infračerveným, ultrafialovým a ionizujúcim žiarením.

**1.2.6 Hluk**

* Používať zátkové tlmiče hluku, slúchadlové chrániče alebo protihlukovú prilbu.

**1.2.7 Mikroklimatické podmienky**

* Chrániť sa pred šírením tepla sálaním pomocou krytov, clon alebo zásten.

**1.3 Práce so zvýšeným nebezpečenstvom**

* Zváranie v uzavretých a tesných priestoroch.
* Zváranie na znečistených zariadeniach.
* Zváranie v priestoroch s nebezpečenstvom požiaru alebo výbuchu.

**1.4 Povolenie práce so zvýšeným nebezpečenstvom**

* Pred začatím zvárania vykonať prehliadku a vyhodnotenie pracoviska.
* Vystaviť písomný príkaz na zváranie so zvýšeným nebezpečenstvom.
* Preškoliť všetkých pracovníkov pred začiatkom práce.

**1.5 Osobné ochranné pracovné prostriedky (OOPP)**

* Základné OOPP pre zvárača: ochranné okuliare, respirátor, ochranné rukavice, ochranný odev, pracovná obuv.
* Doplnkové OOPP podľa typu zvárania a pracoviska: ochranná prilba, protihluková prilba, bezpečnostný pás.

**1.6 Zváračské pracovisko**

* Minimálne 15 m³ voľného priestoru pre jedného zvárača.
* Používať prenosné zásteny, kryty alebo závesy z nehorľavého materiálu.
* Steny kabín musia byť vysoké najmenej 2 m s medzerou 150 až 200 mm medzi stenami a podlahou.

**1.7 Prevádzka zváračského pracoviska**

* Používať schválené a udržiavané zariadenia.
* Pred začiatkom práce skontrolovať čistotu, neporušenosť a kvalitu pripojenia vnútorných prívodov.
* Pri prerušení práce vypnúť zváracie zariadenie alebo vykonať opatrenia proti neoprávnenej manipulácii.

**1.8 Údržba a opravy zváracích zariadení**

* Periodické prehliadky, odborné opravy a údržbu môže vykonávať len kvalifikovaný pracovník s poverením zamestnávateľa.

**2. NÁZVOSLOVIE A ČÍSELNÉ OZNAČOVANIE NA VÝKRESOCH**

**Ciele cvičenia**

* Oboznámiť študentov s číselným označovaním metód zvárania a spájkovania na výkresoch.
* Vysvetliť dôvody číselného označovania.
* Získať prehľad o číselnom označovaní základných technológií zvárania.

**2.1 Dôvody číselného označovania metód zvárania**

* Rôzne technológie sa používajú pri výrobe zvarku z konštrukčného, technologického a ekonomického hľadiska.
* Číselné označenie umožňuje jasne určiť, ktoré zvary sa majú vyhotoviť konkrétnou metódou zvárania.
* Pomáha to zabezpečiť správne pochopenie a komunikáciu medzi rôznymi odborníkmi a pracovníkmi.

**2.2 Základné princípy číselného označovania**

* Číselné označenia metód zvárania sú definované normou STN EN ISO 4063.
* Každá metóda zvárania má svoje unikátne číslo.
* Napríklad metóda TIG má číslo 141, metóda MAG má číslo 135, a odporové zváranie má číslo 21.

**2.3 Označovanie metód zvárania na výkresoch**

* Na zostavnom výkrese zvarku a v technologickom postupe zvárania sa používajú číselné označenia.
* Nepoužíva sa slovný názov technológie, ale číselné označenie podľa normy.
* Toto označenie zjednodušuje čítanie výkresov a jednoznačne určuje použitú metódu zvárania.

**2.4 Príklady číselného označovania metód zvárania podľa STN EN ISO 4063**

* 111 - Ručné oblúkové zváranie taviacou sa elektródou v obale.
* 121 - Ponorné oblúkové zváranie jedným drôtom.
* 135 - Zváranie elektrickým oblúkom s taviacou sa elektródou v aktívnom plyne (MAG).
* 141 - Zváranie elektrickým oblúkom s netaviacou sa elektródou v inertnom plyne (TIG).
* 21 - Odporové zváranie bodové.
* 311 - Zváranie kyslíkom a acetylénom (plameňové zváranie).

**2.5 Výhody číselného označovania**

* Zjednodušenie komunikácie medzi odborníkmi a pracovníkmi.
* Jednoznačné určenie použitých metód zvárania.
* Zabezpečenie správneho technologického postupu a kvality zvárania.
* Uľahčenie kontroly a revízie zváracích postupov a výkresov.

**3. POLOHY ZVÁRANIA**

**Ciele cvičenia**

* Oboznámiť študentov s rôznymi polohami zvárania.
* Vysvetliť vplyv zváracích polôh na kvalitu zvaru.
* Získať schopnosť identifikovať a používať správne polohy zvárania v praxi.

**3.1 Základné polohy zvárania**

* Polohy zvárania sú dôležité pre správne vykonanie zvaru a ovplyvňujú kvalitu a pevnosť zvarového spoja.
* Existujú štyri základné polohy zvárania, ktoré sú medzinárodne uznávané a definované normou STN EN ISO 6947.

**3.2 Polohy zvárania pre tupé zvary (Butt Welds)**

* **PA (plochá poloha):** Zváranie prebieha v horizontálnej rovine na hornej strane spoja.
* **PB (horizontálna poloha):** Zváranie sa vykonáva na vertikálnej ploche.
* **PC (horizontálna-vertikálna poloha):** Zváranie sa vykonáva horizontálne na vertikálnej ploche.
* **PD (poloha nad hlavou):** Zváranie sa vykonáva zo spodnej strany spoja.
* **PE (vertikálna poloha smerom nadol):** Zváranie sa vykonáva zhora nadol na vertikálnej ploche.
* **PF (vertikálna poloha smerom nahor):** Zváranie sa vykonáva zdola nahor na vertikálnej ploche.

**3.3 Polohy zvárania pre kútové zvary (Fillet Welds)**

* **PA (plochá poloha):** Zváranie prebieha na horizontálnej ploche, zvar je v rovine.
* **PB (horizontálna poloha):** Zváranie sa vykonáva na vertikálnej ploche, zvar je horizontálny.
* **PC (horizontálna-vertikálna poloha):** Zváranie sa vykonáva horizontálne na vertikálnej ploche.
* **PD (poloha nad hlavou):** Zváranie sa vykonáva zo spodnej strany spoja.
* **PE (vertikálna poloha smerom nadol):** Zváranie sa vykonáva zhora nadol na vertikálnej ploche.
* **PF (vertikálna poloha smerom nahor):** Zváranie sa vykonáva zdola nahor na vertikálnej ploche.

**3.4 Vplyv polôh zvárania na kvalitu zvaru**

* Správna poloha zvárania je kľúčová pre zabezpečenie kvality a pevnosti zvarového spoja.
* Nevhodná poloha môže viesť k vzniku chýb, ako sú pórovitosť, praskliny, neprevarený koreň, a ďalšie.
* Zvárač musí vedieť prispôsobiť techniku zvárania konkrétnej polohe, aby dosiahol optimálne výsledky.

**3.5 Výber správnej polohy zvárania**

* Výber polohy závisí od typu zvaru, materiálu a podmienok zvárania.
* Zvárač musí byť schopný prispôsobiť svoju techniku a vybavenie na zvolenú polohu.

**3.6 Praktické cvičenia**

* Študenti by mali prakticky precvičovať zváranie v rôznych polohách.
* Cvičenia by mali zahŕňať zváranie jednoduchých aj zložitejších spojov v rôznych polohách.

**4. ÚPRAVA ZVAROVÝCH PLÔCH**

**Ciele cvičenia**

* Oboznámiť študentov s rôznymi spôsobmi prípravy zvarových plôch.
* Vysvetliť dôležitosť správnej prípravy pre kvalitu a pevnosť zvaru.
* Získať schopnosť identifikovať a používať správne techniky prípravy zvarových plôch.

**4.1 Dôležitosť prípravy zvarových plôch**

* Správna príprava zvarových plôch je kľúčová pre dosiahnutie kvalitného a pevného zvarového spoja.
* Nevhodná alebo nedostatočná príprava môže viesť k vzniku chýb, ako sú praskliny, pórovitosť, neprevarený koreň, a ďalšie problémy.

**4.2 Metódy úpravy zvarových plôch**

* Existujú rôzne metódy úpravy zvarových plôch, ktoré sa používajú podľa typu materiálu a požiadaviek na zvar.

**4.2.1 Mechanické metódy**

* **Brúsenie:** Odstránenie povrchových nečistôt, hrdze a oxidačných vrstiev pomocou brúsnych nástrojov.
* **Frézovanie:** Odstránenie materiálu z povrchu pre vytvorenie požadovaného tvaru zvarovej plochy.
* **Rezanie:** Používanie pílových alebo rezacích nástrojov na odstránenie nadbytočného materiálu.

**4.2.2 Chemické metódy**

* **Leptanie:** Používanie chemických roztokov na odstránenie nečistôt a oxidov z povrchu materiálu.
* **Čistenie rozpúšťadlami:** Používanie organických rozpúšťadiel na odstránenie mastnoty, oleja a iných kontaminantov.

**4.2.3 Tepelné metódy**

* **Tepelné čistenie:** Používanie tepla na odstránenie nečistôt a kontaminantov z povrchu materiálu.
* **Plameňové rezanie:** Používanie plameňa na rezanie a prípravu zvarových plôch.

**4.3 Špeciálne techniky prípravy**

* **Obrábanie:** Používanie špeciálnych nástrojov na presnú prípravu zvarových plôch, najmä pri zložitých zvarových spojoch.
* **Ultrazvukové čistenie:** Používanie ultrazvukových vĺn na odstránenie nečistôt z povrchu materiálu.

**4.4 Kontrola pripravenosti zvarových plôch**

* Po príprave je potrebné zvarové plochy skontrolovať, aby sa zabezpečila ich čistota a vhodnosť na zváranie.
* Kontrola zahŕňa vizuálnu kontrolu, meranie rozmerov a overenie čistoty povrchu.

**4.5 Praktické cvičenia**

* Študenti by mali prakticky precvičovať rôzne metódy prípravy zvarových plôch.
* Cvičenia by mali zahŕňať prípravu jednoduchých aj zložitejších zvarových spojov pomocou rôznych techník.

**5. OZNAČOVANIE ZVAROV NA VÝKRESOCH**

**Ciele cvičenia**

* Oboznámiť študentov s metódami označovania zvarov na technických výkresoch.
* Vysvetliť význam a používanie rôznych symbolov na označovanie zvarov.
* Naučiť sa správne čítať a interpretovať zváracie výkresy.

**5.1 Význam označovania zvarov na výkresoch**

* Označovanie zvarov na výkresoch je nevyhnutné pre správne vykonanie zváracích prác.
* Pomáha zabezpečiť jednoznačnú komunikáciu medzi projektantmi, výrobcami a zváračmi.
* Zabezpečuje dodržiavanie špecifikácií a kvality zvarových spojov.

**5.2 Základné symboly pre označovanie zvarov**

* **Základné symboly:** Predstavujú rôzne typy zvarov, ako napríklad tupý zvar, kútový zvar, preplátovaný zvar a ďalšie.
* **Doplnkové symboly:** Poskytujú ďalšie informácie o zvarových spojoch, ako sú rozmery, polohy a postupy zvárania.

**5.3 Označovanie zvarov podľa STN EN ISO 2553**

* **Základný symbol:** Identifikuje typ zvaru a jeho umiestnenie na výkrese.
* **Doplnkový symbol:** Určuje dodatočné informácie, ako je spôsob prípravy zvarových plôch a požiadavky na kvalitu zvaru.
* **Rozmerové označenie:** Zahŕňa informácie o veľkosti zvaru, ako je dĺžka, šírka a hĺbka zvarového spoja.

**5.4 Príklady označovania zvarov na výkresoch**

* **Tupý zvar:** Označený základným symbolom a doplnený informáciou o šírke a hĺbke zvaru.
* **Kútový zvar:** Symbol kútového zvaru doplnený rozmermi a informáciou o polohe zvaru.
* **Preplátovaný zvar:** Základný symbol pre preplátovaný zvar s doplnkovými symbolmi pre spôsob prípravy a kvalitu.

**5.5 Kombinované symboly**

* Použitie kombinovaných symbolov pre zložitejšie zvary, ktoré vyžadujú viacero informácií.
* Kombinované symboly zahŕňajú základné aj doplnkové symboly, ktoré poskytujú komplexný obraz o zvarovom spoji.

**5.6 Značky pre rôzne typy zvarov**

* **Jednostranné zvary:** Označené symbolmi pre jednostranné zváranie, ako sú tupé a kútové zvary.
* **Dvojstranné zvary:** Používanie symbolov pre zvary vykonávané z oboch strán spoja.
* **Špeciálne zvary:** Symboly pre špeciálne typy zvarov, ako sú záložkové zvary a utesňovacie zvary.

**5.7 Praktické cvičenia**

* Študenti by mali prakticky precvičovať označovanie zvarov na výkresoch.
* Cvičenia by mali zahŕňať rôzne typy zvarov a kombinované symboly, aby sa zabezpečilo správne pochopenie a používanie.

**6. KLASIFIKÁCIA CHÝB ZVAROVÝCH SPOJOV A URČOVANIE ÚROVNÍ KVALITY**

**Ciele cvičenia**

* Oboznámiť študentov s rôznymi typmi chýb zvarových spojov.
* Vysvetliť príčiny a dôsledky vzniku chýb v zvaroch.
* Naučiť sa metódy určovania úrovní kvality zvarových spojov.

**6.1 Trhliny**

* **Definícia:** Praskliny v zvarovom spoji alebo základnom materiáli.
* **Príčiny:** Nesprávne zváracie postupy, príliš vysoké napätie alebo ochladzovanie.
* **Dôsledky:** Znížená pevnosť a odolnosť zvaru.

**6.2 Dutiny**

* **Definícia:** Póry alebo bubliny v zvarovom kovu.
* **Príčiny:** Zachytenie plynov počas tuhnutia zvaru, nečistoty na povrchu materiálu.
* **Dôsledky:** Znížená pevnosť a možnosť prasknutia.

**6.3 Tuhé prímesky (vtrúseniny)**

* **Definícia:** Pevné častice v zvarovom kovu, ktoré nepatria do základného materiálu.
* **Príčiny:** Nečistoty v prídavnom materiáli alebo základnom materiáli.
* **Dôsledky:** Znížená pevnosť a kvalita zvaru.

**6.4 Studený spoj**

* **Definícia:** Nedostatočné spojenie medzi základným materiálom a zvarovým kovom.
* **Príčiny:** Nedostatočný prenos tepla, nesprávne nastavenie zváracích parametrov.
* **Dôsledky:** Znížená pevnosť a možnosť oddelenia spojov.

**6.5 Neprevarený koreň**

* **Definícia:** Nedostatočné preniknutie zvaru cez celý prierez zvarového spoja.
* **Príčiny:** Nedostatočný prenos tepla, nesprávne nastavenie zváracích parametrov.
* **Dôsledky:** Znížená pevnosť a odolnosť proti zaťaženiu.

**6.6 Zápary**

* **Definícia:** Malé trhliny alebo otvory v zvarovom kove.
* **Príčiny:** Nesprávne zváracie postupy, príliš rýchle ochladzovanie.
* **Dôsledky:** Znížená pevnosť a možnosť ďalšieho šírenia trhlín.

**6.7 Kvaple**

* **Definícia:** Nadbytočný materiál v zvarovom kove, ktorý sa neprepojil so základným materiálom.
* **Príčiny:** Nesprávne nastavenie zváracích parametrov, nesprávna technika zvárania.
* **Dôsledky:** Estetické problémy, možnosť zníženej pevnosti.

**6.8 Rozstrek**

* **Definícia:** Malé kvapky roztaveného kovu rozstrekované okolo zvarového spoja.
* **Príčiny:** Nesprávne nastavenie zváracích parametrov, príliš vysoký prúd.
* **Dôsledky:** Estetické problémy, možné poškodenie okolitých materiálov.

**6.9 Metódy na zisťovanie chýb zvarových spojov**

* **Nedeštruktívne skúšanie:** Metódy, ktoré nepoškodzujú zvarový spoj, ako je vizuálna kontrola, ultrazvuková kontrola, rádiografia, magnetická prášková kontrola.
* **Deštruktívne skúšanie:** Metódy, ktoré zahŕňajú zničenie časti zvaru, ako je trhacia skúška, ohybová skúška, mikroskopická analýza.

**6.10 Určovanie úrovní kvality zvarových spojov**

* **Normy:** Normy, ako napríklad STN EN ISO 5817, definujú úrovne kvality pre rôzne typy zvarov.
* **Úrovne kvality:** Kvalita zvarov sa hodnotí na základe prítomnosti a veľkosti chýb, ako sú trhliny, dutiny, prímesky, a ďalšie.
* **Klasifikácia chýb:** Chyby sú klasifikované podľa ich závažnosti a vplyvu na pevnosť a funkčnosť zvaru.

**6.11 Praktické cvičenia**

* Študenti by mali prakticky precvičovať identifikáciu a klasifikáciu chýb zvarových spojov.
* Cvičenia by mali zahŕňať použitie rôznych metód skúšania kvality zvarov, vrátane nedeštruktívnych a deštruktívnych metód.

**7. TECHNOLOGICKÝ POSTUP ZVÁRANIA**

**Ciele cvičenia**

* Oboznámiť študentov s postupmi zvárania rôznych materiálov.
* Vysvetliť význam a postupy pri príprave technologických dokumentov pre zváranie.
* Získať schopnosť vytvoriť a aplikovať technologické postupy zvárania v praxi.

**7.1 Stanovenie a schválenie postupov zvárania kovových materiálov**

* Postupy zvárania musia byť starostlivo naplánované a schválené pred samotným zváraním.
* Dôležité je zahrnúť všetky parametre a podmienky zvárania, aby sa dosiahla požadovaná kvalita zvarov.

**7.2 Definície**

* **Welding Procedure Specification (WPS):** Dokument, ktorý špecifikuje všetky potrebné parametre pre zváranie.
* **Procedure Qualification Record (PQR):** Dokumentácia výsledkov skúšok vykonaných na overenie, že WPS produkuje zvary požadovanej kvality.
* **Welder Performance Qualification (WPQ):** Certifikát, ktorý dokazuje schopnosť zvárača vykonávať zvary podľa WPS.

**7.3 Stanovenie postupov zvárania**

* **Príprava materiálov:** Zahŕňa výber základného a prídavného materiálu, prípravu zvarových plôch.
* **Nastavenie zváracích parametrov:** Zahŕňa prúd, napätie, rýchlosť zvárania, druh ochranného plynu, a ďalšie.
* **Zvárací proces:** Definovanie metódy zvárania (napr. TIG, MIG/MAG, SMAW) a postup zvárania (napr. počet vrstiev, postup vrstvenia).
* **Kontrola kvality:** Zabezpečenie správnej kontroly kvality počas a po zváraní (napr. vizuálna kontrola, nedeštruktívne skúšky).

**7.4 Návod na vyplnenie WPS**

* **Identifikácia:** Zahŕňa označenie dokumentu, číslo WPS, dátum a meno autora.
* **Výrobca:** Informácie o výrobcovi alebo firme vykonávajúcej zváranie.
* **Základný materiál:** Špecifikácia základného materiálu, jeho chemické zloženie a mechanické vlastnosti.
* **Zvárací proces:** Určenie metódy zvárania, ako je TIG, MIG/MAG, SMAW, a podrobné parametre zvárania.
* **Zobrazenie zvarového spoja:** Grafické alebo slovné zobrazenie požadovaného tvaru a veľkosti zvaru.
* **Zvárací materiál:** Typ a špecifikácia prídavného materiálu.
* **Parametre zvárania:** Detailné nastavenie zváracích parametrov, ako sú prúd, napätie, rýchlosť zvárania.
* **Ochranný plyn:** Typ ochranného plynu, jeho zloženie a prietok.
* **Teplota materiálu:** Predohrev, medzivrstvová teplota a chladenie po zváraní.
* **Tepelné spracovanie po zvarení:** Postupy tepelného spracovania po zváraní, ak sú požadované.
* **Osobitné a ostatné informácie:** Ďalšie dôležité informácie, ktoré môžu ovplyvniť kvalitu zvaru.

**7.5 Praktické cvičenia**

* Študenti by mali prakticky vytvoriť WPS pre konkrétne zváracie úlohy.
* Cvičenia by mali zahŕňať stanovenie parametrov zvárania, prípravu materiálov a kontrolu kvality.
* Študenti by mali tiež vykonať skúšky podľa PQR na overenie kvality zvarov podľa vytvorených WPS.

**8. VÝPOČET SPOTREBY PRÍDAVNÉHO MATERIÁLU**

**Ciele cvičenia**

* Oboznámiť študentov s metódami výpočtu spotreby prídavného materiálu pri zváraní.
* Vysvetliť význam správneho výpočtu pre ekonomiku a efektivitu zváracích procesov.
* Naučiť sa prakticky vypočítať spotrebu prídavného materiálu pre rôzne typy zvarov.

**8.1 Význam správneho výpočtu spotreby prídavného materiálu**

* Správny výpočet spotreby prídavného materiálu je dôležitý pre plánovanie a kontrolu nákladov.
* Pomáha zabezpečiť dostatočné množstvo materiálu pre dokončenie zváracích prác bez nadbytočného odpadu.

**8.2 Faktory ovplyvňujúce spotrebu prídavného materiálu**

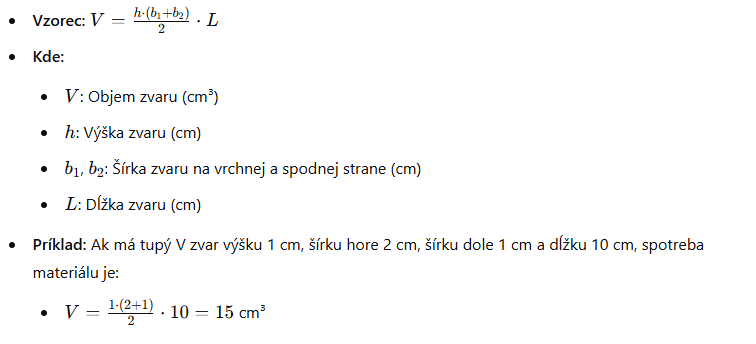
* **Typ zvaru:** Rôzne typy zvarov (tupý, kútový, preplátovaný) vyžadujú rôzne množstvá prídavného materiálu.
* **Rozmery zvaru:** Hrúbka a dĺžka zvaru ovplyvňujú množstvo potrebného materiálu.
* **Zváracia technika:** Technológia zvárania a používané parametre (napr. rýchlosť zvárania, prúd) majú vplyv na spotrebu materiálu.

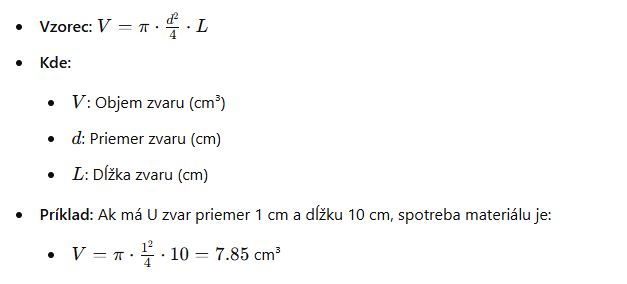
**8.3 Výpočty spotreby prídavného materiálu pre jednotlivé typy zvarov**

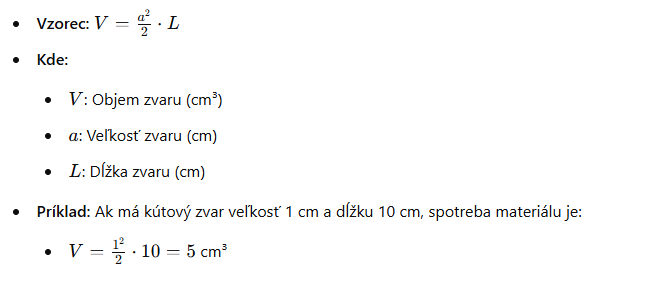
**8.3.1 Tupý V zvar**

* **Vzorec:** V=h⋅(b1+b2)2⋅LV = \frac{h \cdot (b\_1 + b\_2)}{2} \cdot LV=2h⋅(b1​+b2​)​⋅L
* **Kde:**
  + VVV: Objem zvaru (cm³)
  + hhh: Výška zvaru (cm)
  + b1b\_1b1​, b2b\_2b2​: Šírka zvaru na vrchnej a spodnej strane (cm)
  + LLL: Dĺžka zvaru (cm)
* **Príklad:** Ak má tupý V zvar výšku 1 cm, šírku hore 2 cm, šírku dole 1 cm a dĺžku 10 cm, spotreba materiálu je:
  + V=1⋅(2+1)2⋅10=15V = \frac{1 \cdot (2 + 1)}{2} \cdot 10 = 15V=21⋅(2+1)​⋅10=15 cm³

**8.3.2 Tupý nesymetrický dvojstranný V zvar**

**8.3.3 Tupý U zvar**

**8.3.4 Kútový zvar**

**8.4 Praktické cvičenia**

* Študenti by mali prakticky vypočítať spotrebu prídavného materiálu pre rôzne typy zvarov.
* Cvičenia by mali zahŕňať použitie uvedených vzorcov a aplikáciu na reálne príklady.
* Študenti by mali tiež analyzovať vplyv rôznych faktorov na spotrebu materiálu a navrhovať optimalizácie pre efektívne využitie materiálu.

**9. SPÁJKOVANIE KOVOV**

**Ciele cvičenia**

* Oboznámiť študentov so základmi spájkovania kovov.
* Vysvetliť fyzikálnu podstatu, vlastnosti a konštrukciu spájkovaných spojov.
* Naučiť sa správne navrhovať a skúšať vlastnosti spájkovaných spojov.

**9.1 Fyzikálna podstata spájkovania kovov**

* **Definícia:** Spájkovanie je proces spájania kovov pomocou spájky, ktorá má nižšiu teplotu tavenia ako základné materiály.
* **Princíp:** Spájka sa roztaví a vtečie do medzery medzi základnými materiálmi, kde stuhne a vytvorí pevný spoj.
* **Teplotný rozsah:** Spájkovanie sa zvyčajne vykonáva pri teplotách pod 450 °C (mäkké spájkovanie) alebo nad 450 °C (tvrdé spájkovanie).

**9.2 Vlastnosti spájkovaných spojov**

* **Mechanické vlastnosti:** Spájkované spoje majú nižšiu pevnosť ako zvárané spoje, ale dostatočnú pre mnoho aplikácií.
* **Vodivosť:** Vysoká elektrická a tepelná vodivosť, čo je dôležité pre elektronické a elektrické aplikácie.
* **Korózna odolnosť:** Spájky často obsahujú prvky, ktoré zvyšujú odolnosť proti korózii.
* **Pevnosť v šmyku:** Spájkované spoje majú vysokú pevnosť v šmyku, čo je dôležité pre spoje vystavené posuvným silám.

**9.3 Konštrukcia spájkovaného spoja**

* **Príprava povrchov:** Povrchy musia byť čisté, zbavené oxidačných vrstiev a nečistôt.
* **Medzera spoja:** Optimálna šírka medzery je kľúčová pre dosiahnutie pevného spoja. Príliš veľká alebo príliš malá medzera môže spôsobiť nedostatočné preniknutie spájky.
* **Umiestnenie spájky:** Spájka sa aplikuje na miesto spoja a rovnomerne roztiahne po celej ploche.

**9.4 Všeobecné zásady pri navrhovaní spájkovaných spojov**

* **Zásady konštruovania spájkovaných spojov:**
  + Navrhnúť spoje tak, aby bola zabezpečená optimálna šírka medzery.
  + Zabezpečiť prístup pre aplikáciu spájky a tavidla.
  + Vyhnúť sa prehriatiu materiálu, ktoré môže spôsobiť deformácie alebo degradáciu materiálu.
* **Výber spájky:** Závisí od typu základného materiálu, požadovaných vlastností spoja a pracovných teplôt.
* **Výber tavidla:** Tavidlo je potrebné na odstránenie oxidov a nečistôt z povrchu materiálov a zlepšenie toku spájky.

**9.5 Skúšanie vlastností spájok**

* **Mechanické skúšky:** Zahŕňajú pevnostné skúšky, skúšky tvrdosti a skúšky odolnosti proti šmyku.
* **Metalografické skúšky:** Analýza mikroštruktúry spájkovaných spojov na zistenie homogénnosti a prítomnosti defektov.
* **Korózne skúšky:** Overenie odolnosti spájky a spájkovaného spoja proti korózii v rôznych prostrediach.

**9.6 Praktické cvičenia**

* Študenti by mali prakticky precvičovať spájkovanie rôznych kovových materiálov.
* Cvičenia by mali zahŕňať prípravu povrchov, aplikáciu spájky a tavidla, a následné skúšanie vlastností spájkovaných spojov.
* Študenti by mali tiež analyzovať a hodnotiť kvalitu spájkovaných spojov pomocou rôznych skúšobných metód.