



TITAN - MULTIPLAST s.r.o.
SPECIALISTA NA PLASTY

velkoobchod a maloobchod s plasty ■ formátování a tváření plastů ■ CNC obrábění ■ stroje pro svařování plastů ■ bezplatný poradenský servis ■ doprava po ČR ZDARMA



Základy svařování horkým plynem a přídavným materiálem

Princip svařování horkým plynem a přídavným materiálem

Při svařování horkým plynem se nejprve spojované plochy a vnější zóny přídavného materiálu přivedou horkými plyny, zpravidla horkým vzduchem (ve zvláštních případech může být místo vzduchu použit inertní plyn) do plastického stavu a pak se pod tlakem vzájemně spojí.

- **Ruční svařování horkým plynem (označení WF)**

Zahřívání základního a přídavného materiálu probíhá ručně, kývavým pohybem svařovacího přístroje vedeného ve směru svařování. Plastifikovaný přídavný materiál je ručně zatlačován do plastifikovaného základního materiálu (obr. 4.16/4). Používá se kulatá tryska (viz obr. 4.16/3c)

- **Svařování horkým plynem s rychlotryskou**

Tvarem trysky se proud horkého plynu dělí a tím se předhřívá základní materiál i svařovací drát. Přídavný drát se při tom vede kvůli předehřátí před-komůrkou. Plastifikace probíhá bezprostředně před setkáním materiálů, které se mají svařovat. Svařovací síla se zavádí přes kluznou patku na šipčce rychlosvařovací trysky. (obr. 4.16/5).

Materiály a polotovary svařované horkým plynem a přídavným materiálem

Metodou svařování horkým plynem a přídavným materiálem lze svařovat širokou skupinu svařitelných termoplastů, z nichž se nejčastěji svařují materiály PP, PE, PVC, PVDF, PMMA, E-CTFE. Horkým plynem a přídavným materiálem se svařují potrubí, desky, profily i fólie. Často se touto metodou provádí opravy plastových dílů automobilů, motocyklů nebo spotřebitelských plastových výrobků a dílů.

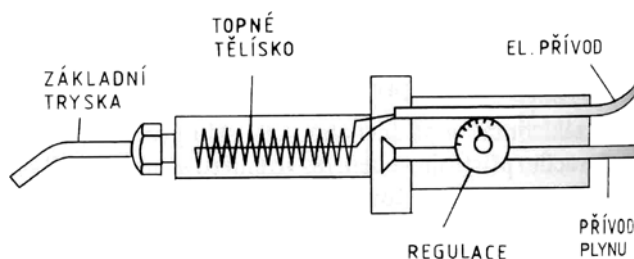
Stroje a nástroje pro svařování horkým plynem

Svařovací přístroje a trysky

Zpravidla se používají ruční horkovzdušné svařovací přístroje, jen při svařování podlahovin z PVC-P mohou být svařovací přístroje součástí svařovacího agregátu (svařovací automaty), který se pohybuje ve směru svařování.

- **Ruční přístroje s externím zdrojem vzduchu**

Většinou elektricky vyhřívané přístroje jsou vybaveny plynulou regulací přívodu el. proudu a vzduchu (obr. 4.16/1). Aby bylo možno nastavit a kontrolovat konstantní množství vzduchu, použijí se pro svařování příslušné předřazené přístroje, jmenovitě měřič množství vzduchu a redukce tlaku s odlučovačem oleje a vody na pracovišti k zajištění čistoty plynu. Tyto přístroje jsou obzvláště vhodné pro déle trvající svařovací práce.



- **Ruční přístroje se zabudovaným dmychadlem**

Používají se tam, kde není externí přívod vzduchu nebo není ekonomické zřizovat rozvody vzduchu. Vzhledem ke svým rozměrům a váze jsou méně vhodné pro déletrvající svařovací práce. V současné době při snižování váhy

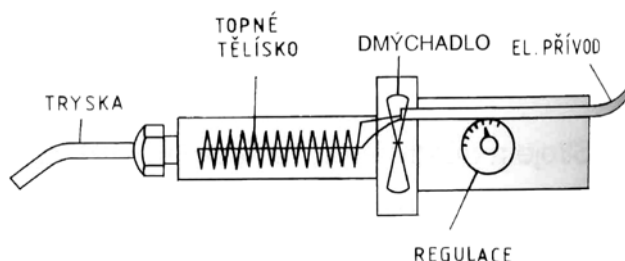


TITAN - MULTIPLAST s.r.o.
SPECIALISTA NA PLASTY

velkoobchod a maloobchod s plasty ■ formátování a tváření plastů ■ CNC obrábění ■ stroje pro svařování plastů ■ bezplatný poradenský servis ■ doprava po ČR ZDARMA

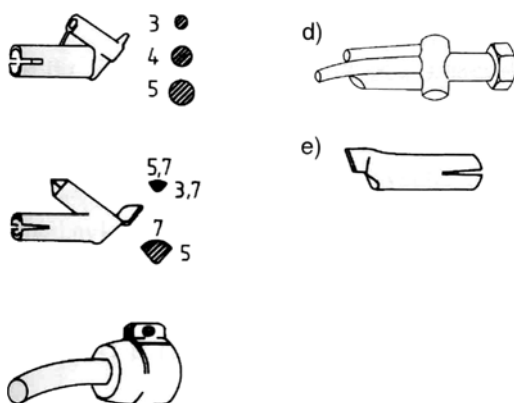


přístrojů je možné je s výhodou použít i pro delší svařovací práce.(obr. 4.16/2). Nejnovější přístroje jsou vybaveny elektronickou regulací s digitálním ukazatelem teploty svařovacího plynu.



• Trysky

Přístroje používané pro svařování rychlotryskou nebo pro stehování mohou být vybaveny různými tvary trysek přizpůsobenými podle přídavného materiálu a podle metody svařování. Pro ruční svařování je určena kulatá tryska nebo vícenásobná tryska, pro rychlosvařování je nutné použít rychlotrisky, pro přípravu stehovací trysky (obr. 4.16/3).



Ostatní nástroje pro svařování

Pro přípravu svařových ploch nebo opracování svárů, jakož i přípravu přídavných materiálů a pro kontrolu svařování budeme potřebovat některé následující nástroje:

- pily na plasty, formátovací stroj s kotoučovou pilou
- trojúhelníkové škrabky, ruční frézy, rašple, ocelová planžeta (cidlina)
- měřítko a popisovač
- čisticí prostředky
- nezávislý kontaktní teploměr
- upínací svěrky
- stranové štípací kleště
- nůž
- speciální stěrky pro oškrábání drátu

Požadavky na svařovací práce

V ČR převážně svařovací přístroje zahraniční výroby, které jsou konstruovány podle návodu DVS 2208 – díl 2 „Stroje a ruční přístroje pro svařování horkým plynem“. Musí splňovat požadavky platných předpisů bezpečnosti práce.


TITAN - MULTIPLAST s.r.o.
SPECIALISTA NA PLASTY

velkoobchod a maloobchod s plasty ■ formátování a tváření plastů ■ CNC obrábění ■ stroje pro svařování plastů ■ bezplatný poradenský servis ■ doprava po ČR ZDARMA



Přídavné materiály a plyny pro svařování

Dráty a tyčinky na svařování je nutno před použitím vysušit, případně odmastit a oškrábat povrch pomocí speciální tvarové stěrky (kromě drátů s antioxidační vrstvou) a temperovat přídavný materiál na teplotu základního materiálu. Svařovací plyn nesmí obsahovat vodu, prach nebo olej. Nejčastěji používaným plynem je vzduch, ale je možno použít jiný inertní plyn, např. dusík při svařování materiálu ECTFE.

Postupy svařování horkým plynem a přídavným materiálem

Základní rozdělení podle metod

V ČR není pro svařování horkým plynem a přídavným materiálem vytvořena norma nebo závazný předpis či technické pravidlo, proto se využívá německý předpis DVS 2207 – díl 3 „Svařování termoplastů horkým plynem. Desky a trubky.“ Základní postupy jsou patrné z tabulky 4.16-1 a obr. 4.16/4 – Ruční svařování horkým plynem (WF), resp. obr. 4.16/5 – Ruční svařování horkým plynem rychlotryskou.

Postup	Příklady použití materiálů	Popis postupu
Svařování ruční (WF)	PVC-U PP PE	Svařovací oblast se kývavým pohybem svářečky a proudícím horkým plynem a plastifikuje. Svářeč musí při tom dbát na stejnoměrné zahřívání základního a přídavného materiálu. Dosahuje to správným vedením přístroje. Svařovací síla se vyvíjí ručně přes tyčinku přídavného materiálu. Svářeč musí dbát na kolmé vedení přídavné tyčinky a dostatečný svařovací tlak, který je závislý od viskozity taveniny a průřezu přídavného materiálu (obr. 4.16/4).
Svařování rychlotryskou (WZ)	PE PP PVDF PVC-U	Proud horkého plynu je řízen tryskou přímo na svařované místo, dílčí proudy ohřívají základní a přídavný materiál. Svařovací síla se vyvíjí ručně přes vodící patku na špičce rychlosvařovací trysky (obr. 4.16/5). Při svařovacím postupu se tryska táhne stejnoměrnou rychlostí v připravené svařovací ploše. Tvar trysky musí být přizpůsoben průřezu drátu nebo tyčinky přídavného materiálu.

Výhody svařování rychlotryskou ve srovnání s ručním svařováním jsou:

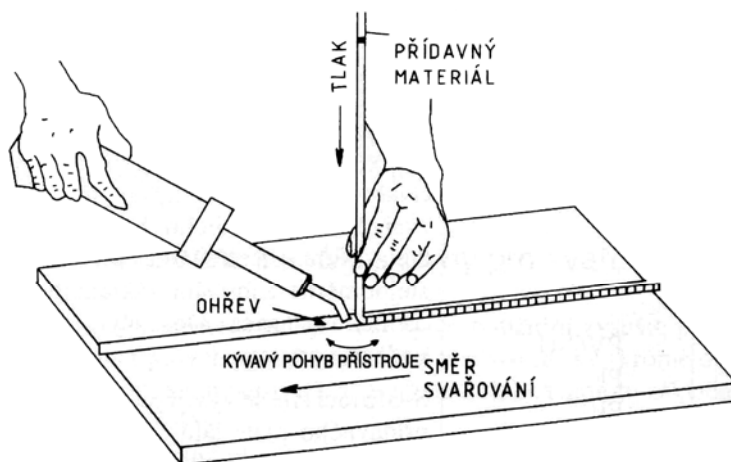
- vyšší rychlost svařování (3-4krát)
- při větších průřezích přídavného materiálu jsou ze svařování zbytková pnutí menší

Z těchto důvodů se pokud možno dává přednost svařování s rychlotryskou. Na těžko přístupných místech není ovšem rychlotryška vždy použitelná.

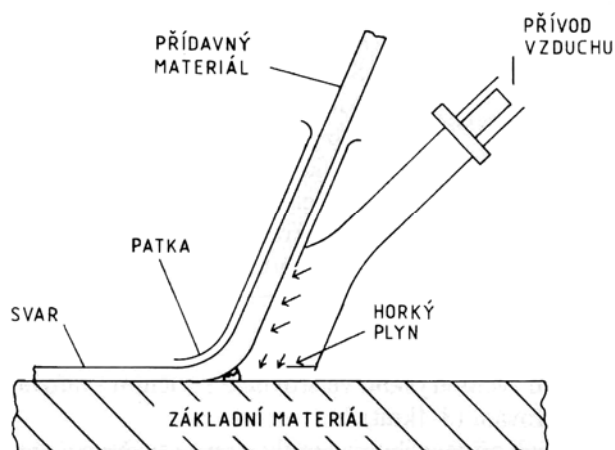


TITAN - MULTIPLAST s.r.o.
SPECIALISTA NA PLASTY

velkoobchod a maloobchod s plasty ■ formátování a tváření plastů ■ CNC obrábění ■ stroje pro svařování plastů ■ bezplatný poradenský servis ■ doprava po ČR ZDARMA



Obr. 4.16/4: Ruční svařování horkým plynem



Obr. 4.16/5: Ruční svařování horkým plynem s rychlotryskou

Příprava svařování horkým plynem a přídavným materiálem

Před samotným svařováním se provedou obvyklé kontroly na pracovišti z hlediska bezpečnosti práce, kontroly materiálu, kontroly svařovacího zařízení. Příprava ploch pro svár se děje třískovým obráběním – frézováním, řezáním, broušením, škrábáním a dále očištěním a odmaštěním ploch.

Na spojovací plochy se kladou následující požadavky:

- suché, čisté, bez stop olejů a tuků
- bez vrubů
- bez ulpěných třísek a ostatních rušivých povrchových vrstev

Aby se splnily tyto požadavky, musí se:

- spojovací plochy, ohraničující okrajové oblasti a přídavné materiály bezprostředně před svařováním oškrábat (neplatí to u přídavných materiálů s antioxidační vrstvou).
- povrchy poškozené vlivy počasí nebo chemikáliemi opracovat až do nepoškozené oblasti.
- poškození vruby a vrypy nesmí sehat více než do 10% tloušťky stěny

Svářeč si před svařováním provede seřízení svařovacích parametrů na zkušebním sváru identického materiálu, pokud vzniká pochybnost o složení základního materiálu nebo přídavného materiálu a jejich vzájemné svařitelnosti, provede se odtrhávací zkouška a protahovací pokus.



TITAN - MULTIPLAST s.r.o.
SPECIALISTA NA PLASTY

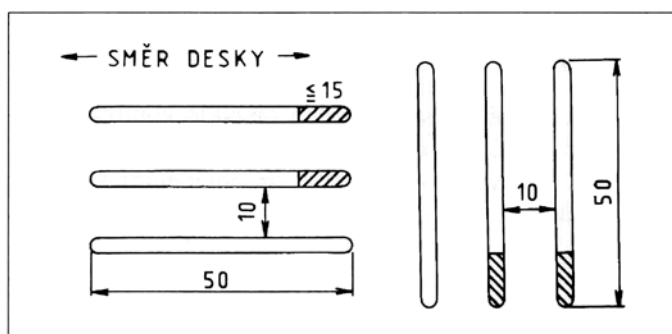
velkoobchod a maloobchod s plasty ■ formátování a tváření plastů ■ CNC obrábění ■ stroje pro svařování plastů ■ bezplatný poradenský servis ■ doprava po ČR ZDARMA

• Odrhovací zkouška

Provádí se na plochách připravených ke svařování dle DVS 2201 díl 2. Po odpovídající přípravě ploch určených ke svařování se na základní materiál přivaří přídatný materiál. Podle obr. 4.16/6 se navaří tři housenky z přídatného materiálu (drát nebo profil) v délce asi 50mm tak, aby na každém vzorku zůstal volný konec v délce asi 50mm.

Tři sekundy po odstranění svařovacího přístroje se zkouší odtrhnout od základního materiálu první svařovací drát tahem na volném konci kolmo k povrchu základního materiálu. Při druhém vzorku se pokus s odtrháváním provádí po 10s, při třetím vzorku po úplném ochlazení, tj. nejméně 10min po svařování.

Vhodnost ke svařování je dostatečná, jestliže se odtrhne pouze 1. svařovací housenka, případně jestliže se 1. a 2. vzorek nedá uvolnit od základního materiálu více než v délce 15mm. Při 3. vzorku nesmí nastat žádné oddělování mezi přídatným a základním materiálem.



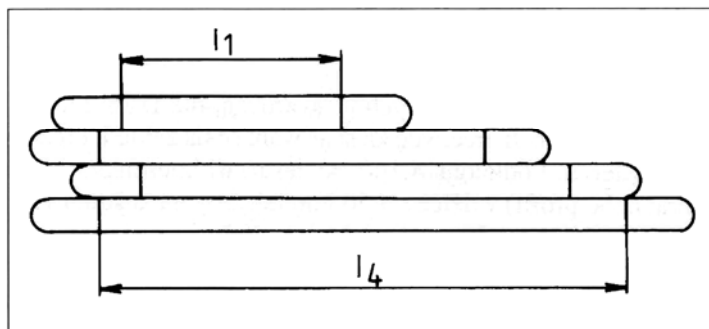
Obr. 4.16/6: Zkouška s odtrháváním

• Protahovací zkouška

Ke zkoušení vhodnosti přídatného materiálu, dle DVS 2201 díl 2, se na několika svařovacích tyčinkách nebo drátech označí odměřené úseky po 50mm délky, např. tužkou. První svařovací tyčinka se přivaří horkým plynem za stejnoměrného protahování na povrch základního materiálu. Dosažené protažení se zjistí z odstupu obou měrných úseků:

$$E = \frac{(l_n - l_o)}{l_o} \cdot 100 [\%]$$

kde l_o označený měrný úsek = 50mm
 l_n odstup měrného úseku po přivaření



Obr. 4.16/7: Protahovací zkouška při svařování horkým plynem

Ostatní označené svařovací tyčinky se přivaří bezprostředně vedle právě přivařené tyčinky se zvýšeným protahováním (obr. 4.16/7). Při tom se mají všechny svařovací tyčinky dotýkat a předešlá navařená tyčinka opět nahřát na svařovací teplotu. Svařovací přídatný materiál je vhodný, jsou-li dosaženy minimální hodnoty udané v tab. 4.16-2 pro protahování a přitom takto protažená svařovací housenka se netrhá, když se bezprostředně vedle přivaří další housenka. Čas mezi jednotlivými svary by měl být do 1min.



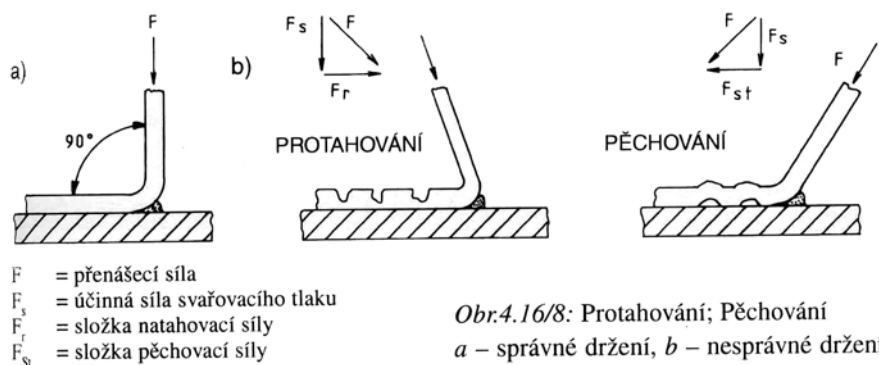
TITAN - MULTIPLAST s.r.o.
SPECIALISTA NA PLASTY

velkoobchod a maloobchod s plasty ■ formátování a tváření plastů ■ CNC obrábění ■ stroje pro svařování plastů ■ bezplatný poradenský servis ■ doprava po ČR ZDARMA

Materiál	Protažení [%]
PE-HD	30
PP-H	20
PP-C	20
PVC-C	90
PVC-HI	90
PVC-U	90
PVDF	20

Postupy svařování ruční a rychlotryskou

Před přivařováním svarové housenky do svarového úkosu předeheřeje svářeč základní materiál v místě nasazení a přidavný materiál tyčinky nebo drátu na přivařovaném konci (viz tab. 4.16-1). Rychlostí svařování řídí svářeč množství dodaného tepla a plastifikaci obou materiálů. Z hlediska dostatečného prohřátí svařovaných materiálů není vhodné urychlovat svařování rychlotryskou nastavením vysoké teploty horkého plynu a zvýšením rychlosti odtahu drátu z rychlotrysky. Při ručním svařování je nutné dodržet správný směr přítlaku přidavného materiálu (obr. 4.16/8).



Obr.4.16/8: Protahování; Pěchování
a – správné držení, b – nesprávné držení

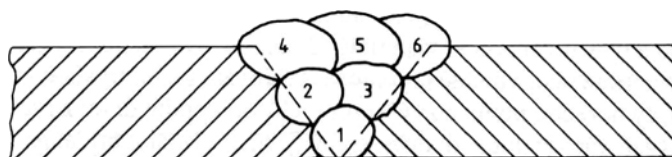
Během svařovacího pochodu vyplývají pro svářeče dále uvedené možnosti kontroly:

- tvorba přídové vlny a výronek před a vedle přidavného materiálu. Odkaz na správnou plastifikaci.
- lehké zploštění přidavného materiálu. Odkaz na správné zavádění tlaku.
- zbarvení nebo změna lesku výronku a nebo spojovacích oblastí. Odkaz na rozkladové jevy – degradaci

• Stavba svaru

Podle směrnice DVS 2207 díl 3 musí být svár zcela vyplněn přidavným materiálem. Při tom je nutno dbát na:

- překrytí horních hran
- převýšení svaru nemá u tupých a rohových styků překračovat 0,4x tloušťku stěny (dle DVS 2202 díl 1)
- převýšení u T-styků podle výkresu
- zabránění vrubům
- kořenovou housenku – musí být pečlivě provařena svařovací tyčinkou nejlépe 3mm
- další stavbu svaru – může se dít svařovacími tyčinkami většího průměru (tab 4.16-3)





TITAN - MULTIPLAST s.r.o.
SPECIALISTA NA PLASTY

velkoobchod a maloobchod s plasty ■ formátování a tváření plastů ■ CNC obrábění ■ stroje pro svařování plastů ■ bezplatný poradenský servis ■ doprava po ČR ZDARMA

Tab. 4.16–3: Vhodné kladení svarových housenek vyplývá z následující tabulky (výťah ze směrnice DVS 2207 díl 3)

Druh svaru	Tloušťka materiálu [mm]	Počet housenek × průměr drátu
V - svar	2	1 × 4
	3	3 × 3
	4	1 × 3 + 2 × 4
	5	6 × 3

Druh svaru	Tloušťka materiálu [mm]	Počet housenek × průměr drátu
oboustranný V - svar	4	1 × 4 na každé straně
	5	3 × 3 na každé straně
	6	3 × 3 na každé straně
	8	1 × 3 + 2 × 4 na každé straně
	10	6 × 3 na každé straně

Technologické podmínky pro svařování

Tak jako u ostatních metod svařování je nutné zajistit následující podmínky pro svařování:

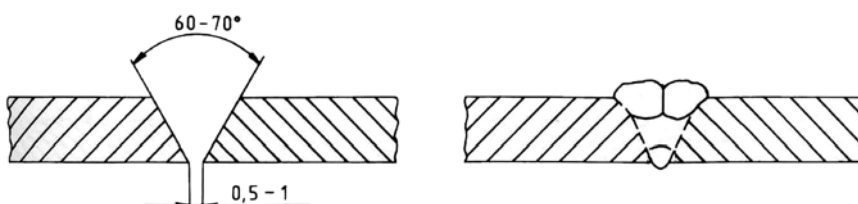
- samovolné přirozené chladnutí bez ochlazování studenou vodou nebo studeným vzduchem, případné překrytí svarů pro zpomalení ochlazování
- mechanické namáhání minimálně za 60-120min., delší dobu u větších tloušťkách materiálů (podmínky určí konstruktér-statik)
- montáž, skouzkování po úplném vychladnutí – určí technolog nebo konstruktér statik

Tvary svarových ploch a svarů

Tvar svaru je odvislý od materiálu, tloušťky materiálu a druhu styku. Nejdůležitější tvary svarů jsou uvedeny v DVS 2207 díl 3. Další návrhy pro tvary svarů na nádržích a aparaturách obsahují návody DVS 2205 díl 3 a 5.

Navrhování svarů provádí konstruktér společně s provedením statických výpočtů konstrukcí z termoplastů.

• Tupé svary

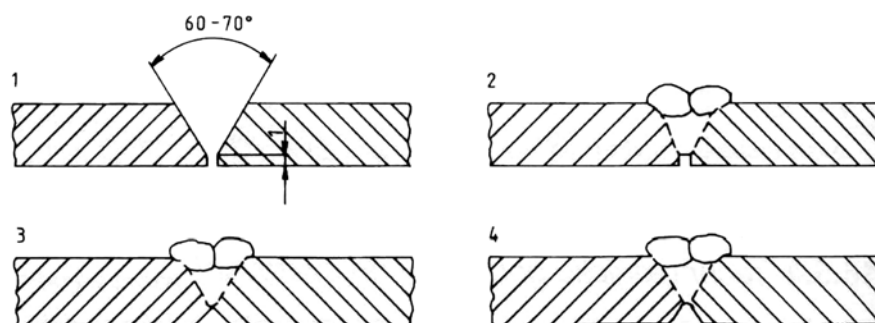


Obr. 4.16/10: V-svar na tupém styku – bez podložení

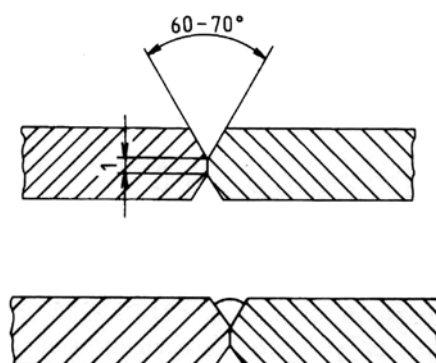


TITAN - MULTIPLAST s.r.o.
SPECIALISTA NA PLASTY

velkoobchod a maloobchod s plasty ■ formátování a tváření plastů ■ CNC obrábění ■ stroje pro svařování plastů ■ bezplatný poradenský servis ■ doprava po ČR ZDARMA

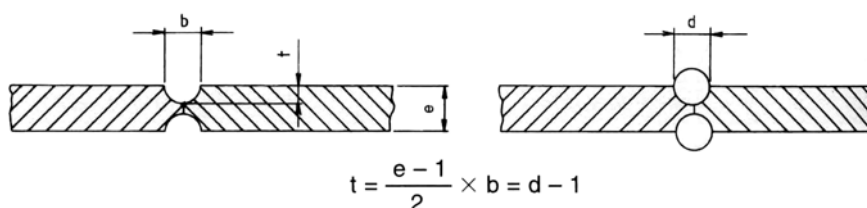


Obr. 4.16/11: V-svar na tupém styku – s podložením



Obr. 4.16/12: Oboustranný V-svar na tupém styku (DV-svar)

Doporučený od tloušťky desky 4 mm, od tloušťky desky 6 mm tento svar používat zásadně! Strany (vrchní-spodní) svařovat střídavě.

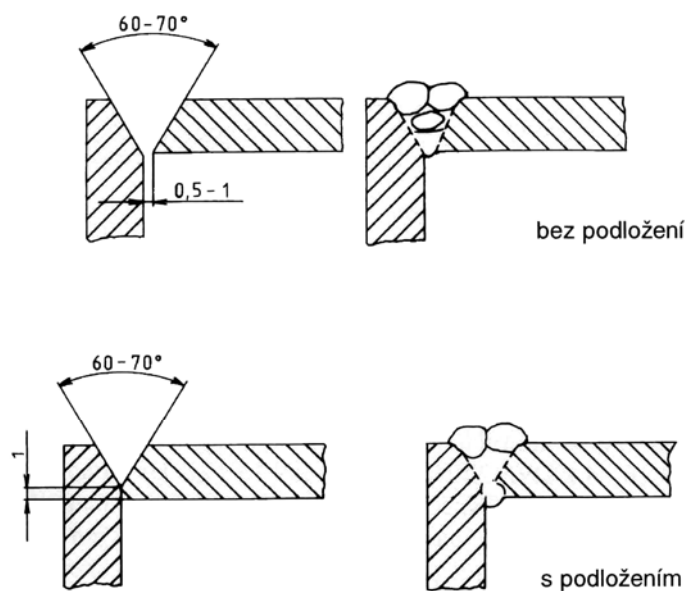


Obr. 4.16/13: Oboustranný U-svar na tupém styku



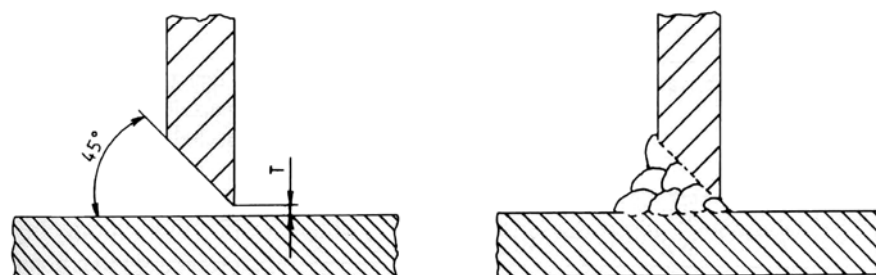
TITAN - MULTIPLAST s.r.o.
SPECIALISTA NA PLASTY

velkoobchod a maloobchod s plasty ■ formátování a tváření plastů ■ CNC obrábění ■ stroje pro svařování plastů ■ bezplatný poradenský servis ■ doprava po ČR ZDARMA

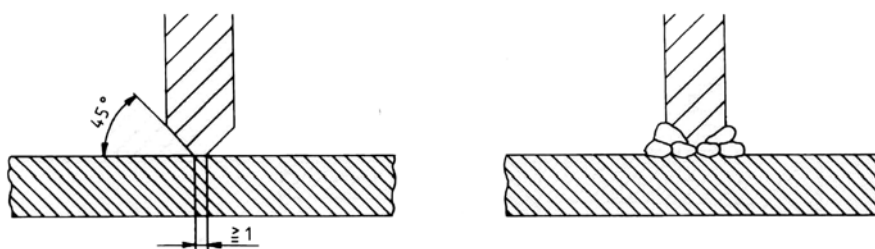


Obr. 4.16/14: V-svar na rohovém styku

• T-svary



Obr. 4.16/15: 1/2 V svar na T-styku (HV-svar)
HV-svar do 5 mm tloušťky stěny



Obr. 4.16/16: Oboustranný V-svar na T-styku
Oboustranný V (DV-svar) přes 5 mm tloušťky stěny


TITAN - MULTIPLAST s.r.o.
SPECIALISTA NA PLASTY

velkoobchod a maloobchod s plasty ■ formátování a tváření plastů ■ CNC obrábění ■ stroje pro svařování plastů ■ bezplatný poradenský servis ■ doprava po ČR ZDARMA



Parametry svařování horkým plynem a přídavným materiálem

Směrné hodnoty pro svařování ruční (WF) a rychlotrýskou (WZ) dává následující tabulka z DVS 2207 díl 3 a pr EN 13 122. Uvedené materiály jsou dodávány v rozdílných typech s přípustnými kolísáními materiálových parametrů. Udávané svařovací parametry mohou proto sloužit jen jako směrné hodnoty. Je nutné, aby si svářeč provedl seřízení parametrů a zkoušku svařování na zbytku shodného materiálu, který bude svařovat a provedl dílenskou odtrhovací zkoušku a nebo protahovací zkoušku.

Parametry teplota, tlak a čas (rychlost) musí být sladěny, aby došlo k dostatečné plastifikaci materiálu, ale nebyla velkou teplotou vnášena pnutí do svarů. Zbytková pnutí jsou u těchto metod poměrně vysoká v porovnání se svařováním horkým tělesem.

Tab. 4.16–4: Svařovací parametry

Zkratka materiálu	Způsob svařování ¹⁾	Svařovací síla [N] při svařovaném drátu ²⁾		Teplota horkého vzduchu ³⁾ [°C]	Množství vzduchu [l/min]
		kruhovém Ø 3 mm	kruhovém Ø 4 mm		
PE-HD	WF	610	15 20	300 350	40 60
	WZ	1016	25 35		
PE-LD ⁴⁾	WF	610	15 20	260 320	
	WZ	1016	25 35		
PP	WF	610	15 20	280 330	
	WZ	1016	25 35		
PVC-U	WF	5 9	8 12	320 370	
PVC-HI	WZ	8 12	15 25		

Zkratka materiálu	Způsob svařování ¹⁾	Svařovací síla [N] při svařovaném drátu ²⁾		Teplota horkého vzduchu ³⁾ [°C]	Množství vzduchu [l/min]
		kruhovém Ø 3 mm	kruhovém Ø 4 mm		
PVC-P ⁴⁾	WF	15 20	18 25	300 370	40 60
	WZ	4 8	7 12		
PVC-C	WF	10 15	15 20	350 400	
	WZ	15 20	20 25		
PMMA ⁵⁾	WF	12 16	12 16	320.... 370	
	WZ	12 16	20 30		
PVDF	WF	10 15	15 20	350 400	
	WZ	12 17	25 35		
ECTFE	WF	10 15	—	340.... 350 ⁶⁾	
	WZ	20	—		
FEP	WF	—	—	380 390	
	WZ	10 15	—		
PFA	WF	—	—	400 410	
	WZ	10 15	—		

1) WF = ruční svařování horkým plynem, WZ = svařování horkým plynem s rychlotrýskou

2) Svařovací síla se může přezkoušet zkušebními svary na tabulové váze

3) Měřeno v proudu horkého vzduchu asi 5mm ve trysce, u kruhových trysek ve středu trysky, u rychlotrýsky v hlavním otvoru trysky

4) WF je u těchto platů možné jen s vhodnou přitlačnou kladkou (např. u podlahoviny)

5) Svařováno s přídavným materiálem z PVC

6) Svařováno dusíkem



TITAN - MULTIPLAST s.r.o.
SPECIALISTA NA PLASTY

velkoobchod a maloobchod s plasty ■ formátování a tváření plastů ■ CNC obrábění ■ stroje pro svařování plastů ■ bezplatný poradenský servis ■ doprava po ČR ZDARMA



Chyby postupu při svařování horkým plynem a přídavným materiálem

V průběhu přípravy svarových ploch a během postupu svařování se mohou vyskytnout chyby, které vedou k vadám svarových spojů. Nejčastější chyby jsou uvedené heslovitě:

- chybný výběr svařovaných dílů (materiál, kvalita)
- svařování nestejných materiálů (svařitelnost)
- nedodržení tolerancí a úhlů svarových ploch
- nedostatečné čištění svařovaných ploch
- chybně nastavená svařovací teplota
- nedodržení předepsaných přítlaků přídavného materiálu
- vysoká teplota ohřevu – degradace materiálu, zbytková pnutí
- nedodržení úhlu přítlaku přídavného materiálu
- vlhký a znečištěný přídavný materiál
- prudké ochlazení svaru
- okamžité mechanické namáhání svarů

• Posuzování svařovaných spojení

V průběhu svařování a na zkušebních svarech před svařováním musí svářeč umět posoudit vzhled svaru a odvodit úpravu svařovacích parametrů. Viditelné znaky správně a nesprávně provedených svarů udávají tab. 4.16-5 a tab. 4.16-6

Tab. 4.16–5: Příklady správně provedených svarů

Materiál	Vzhled svaru
PVC	Napěněný až hladký výronek na obou stranách svaru. Žádné zbarvení. Lehké zploštění svarové housenky. Žádné vruby mezi svarovou housenkou a na přechodu svaru. Ploché převýšení svaru.
PE-HD PP PVDF	Hladký dvojitý výronek na obou stranách svaru. Matný povrch v okruhu svařovací oblasti. Lehké zploštění svarové housenky. Žádné vruby mezi svarovými housenkami a na přechodu svaru. Ploché převýšení svaru.

Tab. 4.16–6: Příklady chybně provedených svarů

Materiál	Vzhled svaru	Příčina chyby
PVC	bez tvorby výronku, svarová housenka zploštělá	teplota příliš nízká nebo rychlost svařování příliš vysoká
	malý výronek, svarová housenka přiléhá okrouhle	příliš nízká svařovací síla
	hnědé zbarvení výronku	svařovací teplota příliš vysoká, příliš nízká svařovací rychlost
	Vruby: – mezi jednotlivými svarovými housenkami – na přechodu svařovacího švu	– odstup mezi svarovými housenkami příliš velký – svar ne zcela vyvařen, příčina: špatná konstrukce svaru



TITAN - MULTIPLAST s.r.o.
SPECIALISTA NA PLASTY



velkoobchod a maloobchod s plasty ■ formátování a tváření plastů ■ CNC obrábění ■ stroje pro svařování plastů ■ bezplatný poradenský servis ■ doprava po ČR ZDARMA

Materiál	Vzhled svaru	Příčina chyby
PE-HD PP PVDF	bez tvorby výronku, svarová housenka přiléhá okrouhle	teplota příliš nízká, svařovací síla příliš nízká, příliš vysoká rychlost svařování
	svarová housenka zploštělá, tvorba výronku jen na svarové housence	nestejněměrné zahřívání, základní materiál příliš studený
	svarová housenka přiléhá okrouhle, tvorba výronku jen na základním materiálu	nestejněměrné zahřívání, svařovací tyčinka příliš studená
	svařovací zóna lesklá a mastného vzhledu stopy po toku příčně ke svaru	svařovací teplota příliš vysoká
	<i>Vruby:</i> – mezi jednotlivými svarovými housenkami – na přechodu svařovacího švu	– odstup mezi svarovými housenkami příliš velký – svar nedokonale proveden, příčina: špatná konstrukce svaru
	rozměry svaru: neodpovídají výkresu	špatné provedení svaru