

## **Kapitola 8 (1 hodina)**

### **Zkoušení svarů a spojů**

#### **8.1 Obecně**

Svarové spoje jsou potenciálními slabými místy ve struktuře plastu. V důsledku toho je důležité být schopen prokázat, že svarový spoj je vhodný pro daný účel. Toho je možno dosáhnout vhodnými mechanickými zkouškami. Existuje několik standardních zkušebních metod svarových plastových spojů. Mnoho z těchto metod bylo vyvinuto odvětvím plastových trubek jako postupy řízení kvality svařovacích procesů. Kromě toho mohou být na plastové spoje použity některé standardní metody zkoušení plastů. Níže jsou shrnuty některé nejběžnější zkušební metody.

#### **Zkoušky tahem**

Zkoušky tahem jsou nejběžnějšími metodami používanými pro určení vlastností svarů. Svarové housenky se obvykle odstraňují v případech, kdy se odstraňují v provozu. Obvykle je přijatelná pevnost svaru v tahu ve výši 80-100% pevnosti původního materiálu v závislosti na materiálu a svařovacím procesu. Dojde-li k porušení mimo svar, pak může být pro optimalizaci svařovacích parametrů použit vzorek se zmenšeným průřezem ve svaru.

#### **Zkoušky ohybem**

Tupé svarové spoje v plastech mohou být také posuzovány zkouškou ohybem. Vzorky jsou obvykle zatěžovány třibodovým ohybem. Svarový přetok na povrchu dotýkajícím se středního zatěžovacího bodu se před zkouškou odstraní. Zaznamená se úhel, v němž dojde k prasknutí nebo vznikne trhлина. Úhel ohybu a vznik prasknutí poskytuje informativní vodítko o houževnatosti spoje a kvalitě svaru.

#### **Rázové zkoušky**

Často je kriticky důležitá odolnost materiálu vůči porušení při dynamickém zatěžování. Jednoduchým a nákladově úsporným řešením je použití Charpyho zkoušky, polo-kvantitativní metoda, která může být použita pro posouzení charakteristik absorbování energie polymerových svarů. Někdy může být užitečnější než zkoušky tahem při rozlišování mezi různými svařovacími podmínkami. Například svar může vykazovat pevnost v tahu ekvivalentní původnímu materiálu, zatímco absorbovaná rázová energie dle Charpyho může být menší než 50% hodnoty původního materiálu. Ovšem při používání této zkoušky na svařované plasty je důležité přesné umístění vrubu v čáře svaru. Dále musí být odstraněna veškerá svarová housenka.

#### **Zkoušky pevnosti při tečení**

Zkoušky pevnosti při tečení mohou být používány pro porovnání dlouhodobého chování plastových svarů s vlastnosti původního materiálu. Obvykle se tyto zkoušky provádějí pomocí vzorků pro zkoušky tahem za konstantního zatížení a zvýšení teploty, měří se doba do porušení. Tyto zkoušky se obvykle provádí ve vodě, ale pro zrychlení porušení může být použito povrchově aktivní médium. I když jsou nákladnější než krátkodobé statické zkoušky, zkoušky pevnosti při tečení poskytují užitečnější informace při navrhování součástí, které jsou vystaveny konstantnímu namáhání.

#### **Mechanické zkoušky lomem**

Přísnější mechanické zkušební metody lomového typu mohou být použity pro kvantitativní stanovení charakteristik plastových svarů, nejsou ovšem ještě zcela zavedeny a vyžadují velmi přesné umístění hrotu vrubu a provedení zkušebních postupů. Zkoušky mohou být provedeny třibodovým ohybovým namáháním pomocí jednostranně vrubovaného ohybového (SENB) vzorku dle standardních metod pro plastové a kovové původní materiály. některé křehčí plasty mohou být charakterizovány pomocí lineární elastické lomové mechanické (LEFM) analýzy. Mnoho plastů ovšem vykazuje nadměrnou plasticitu čela trhliny, což vyžaduje složitější elasticko-plastickou lomovou mechanickou (EPFM) analýzu.

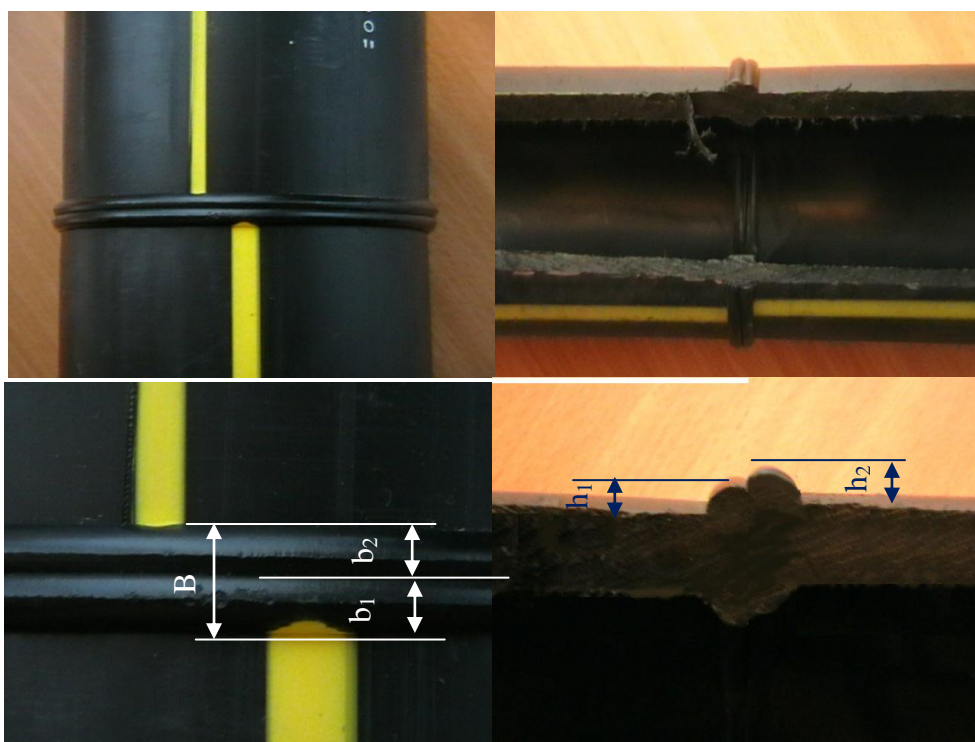
## 8.2 Vizuální prohlídka

Svařování je speciální proces z důvodu nemožnosti úplného posouzení kvality svaru bez toho, abychom jej zničili. V případě sváření polymerů je vizuální prohlídka prvním a nejdůležitějším posouzením. Vztah mezi charakteristikami svaru a parametry nám při posuzování pomáhají. Výška a šířka svaru poskytuje dobrou informaci o kvalitě svaru.

Vizuální prohlídka může být použita při zničení svaru i bez jeho ničení.

Každý spoj může být vizuálně prohlédnut pro kontrolu, že:

- obě tavné housenky mají stejnou velikost a tvar a vystupují rovnoměrně nad vnější průměr potrubí.
- Šířka housenky je v rozmezí parametrů uvedených v tabulce dole.
- Na housenkách nejsou žádné trhlinky.
- Nejsou patrné žádné městky ani jiné vady.



Obr. 8.1 Vizuální prohlídka svaru

Svářeč musí vést kontrolní list pro každý svar pro prokázání že výše uvedené položky jsou zkontrolovány.

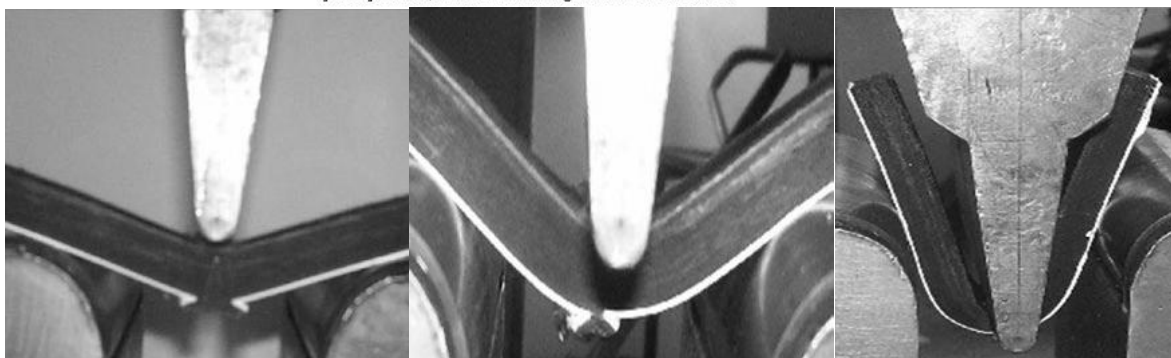
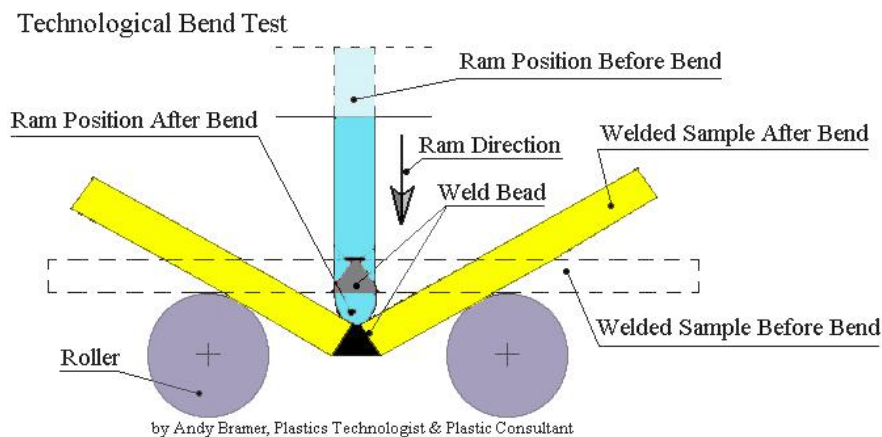
- Vizuální prohlídka svarů.
- Svařování dle stanovených svařovacích postupů.

Wall Thickness (mm)	Overall Bead Width (mm)
11 or less	9-12
13	10-14
16	11-15
18	12-16
19	12-18
22	13-18
24	14-19
28	15-20

Poznámka: šířka housenky je celková šířka housenky měřená přes oba konce trubky.

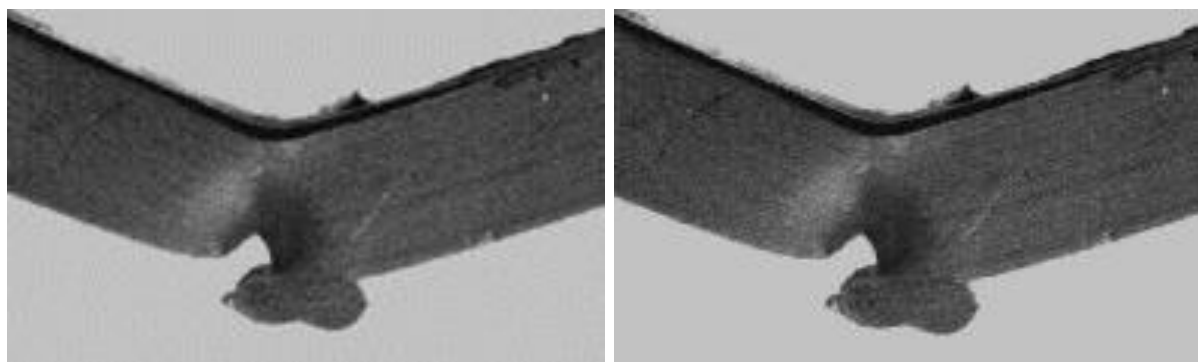
### 8.3 Zkouška ohybem

Zkouška ohybem se provádí pro posouzení rizika prasknutí svarového spoje. Standardní vzorek se ohýbá tlačení konstantní silou pomocí zvláštního nástroje, když je vzorek opřený o dva válce. Vzorek se odebere ze spoje, nebo u malých průměrů jde o spoj sám. Zkouška může být provedena tlačení nástroje na kořen svaru nebo tlačení nástroje na čelo svaru. V obou případech se přebytečný materiál vzniklý svařovacím procesem odstraní z čela / kořene trubky.

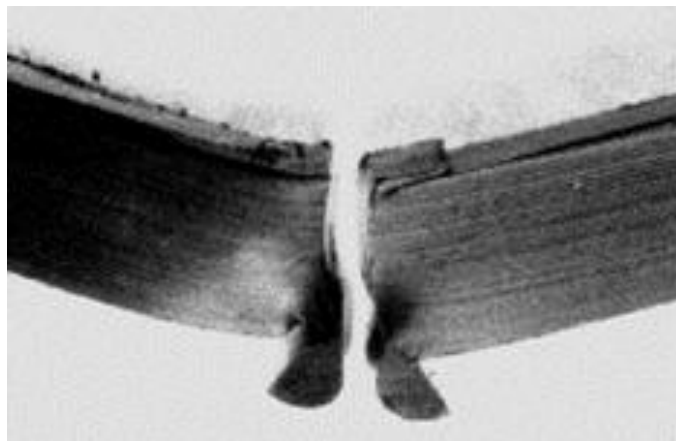


Obr. 8.2 Princip zkoušky ohybem

Ohyb se provádí do úhlu 180°. Během zkoušky ohybem se nepřetržitě kontroluje vznik trhlinek. Okamžik vzniku (pro konkrétní úhel), směr šíření a rozvoj velikosti trhlinky jsou parametry, které poskytují informace o náchylnosti spoje k prasknutí.



Obr. 8.3 Ohnutý a prasklý vzorek – houževnatý lom



Obr. 8.4 Ohnutý a prasklý vzorek – křehký lom

## 8.4 Zkouška tahem

Zkouška tahem se provádí za účelem posouzení pružnosti a plasticity polymeru a dále svarových spojů.

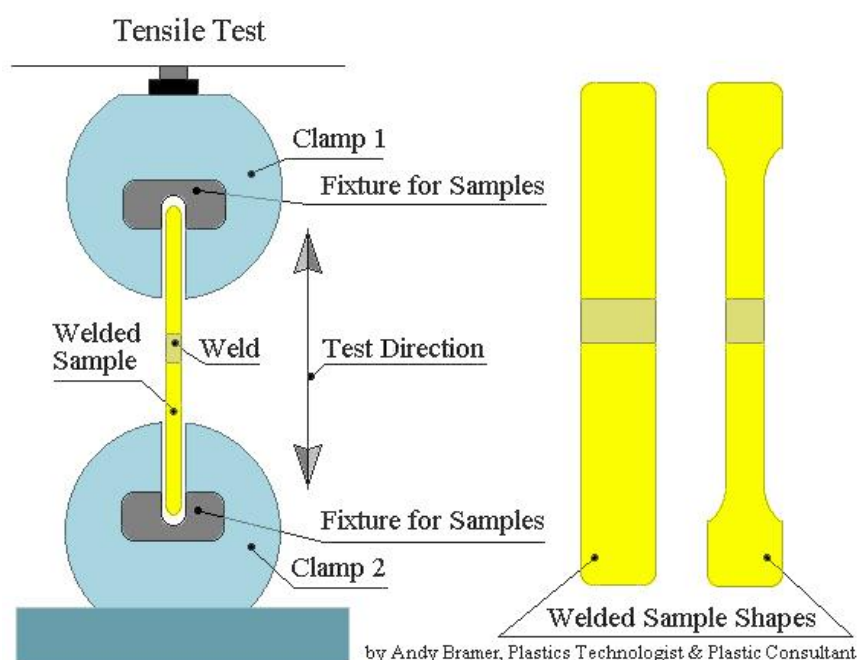
Zkoušky podélného pásu tahem budou obecně prováděny v souladu s normou IRS/FDIS13953, ovšem s následujícími úpravami:

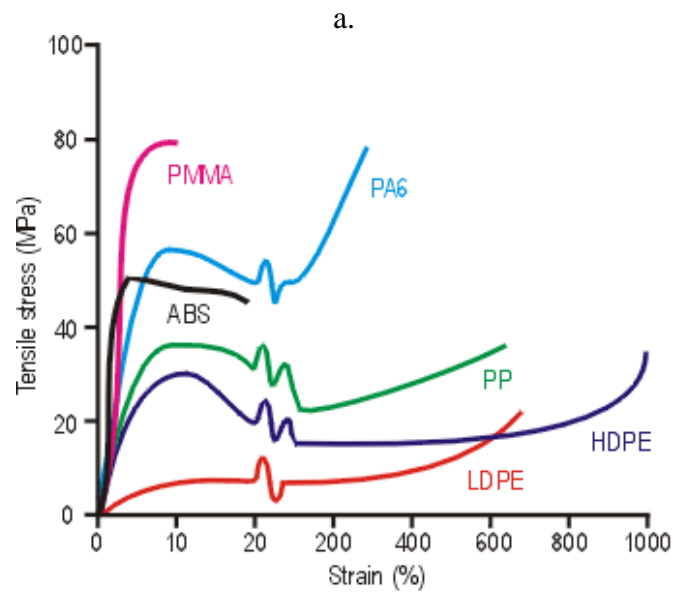
a) pro všechny vzorky s tloušťkou nad 20 mm musí být použity pouze zkušební vzorky typu A.

b) Všechny zkušební pásy pro zkoušky typu A musí být obrobeny na tloušťku 20mm rovnoměrným odebráním materiálu z každé strany trubky a pak zkoušky ve zkušebním stroji typu A.

Vzorky zkoušení výše uvedeným způsobem jsou označeny jako upravená zkouška typu A pro zamezení spletení s normou ISO/FDIS 13953.

c) U polyetylenových trubek s tloušťkou stěny menší než 20mm musí být provedena zkouška typu B.





b.

Obr. 8.5 Princip zkoušky ohybem a závislost pevnosti na poměrném prodloužení pro různé polymery

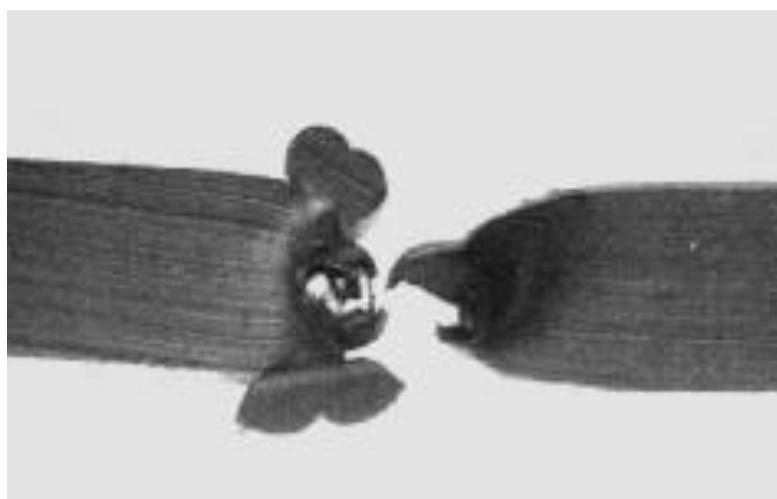
Během zkoušky se kontrolují různé mechanické charakteristiky, jako je prodloužení, maximální síla, mez kluzu, vznik první trhlinky atd.

Níže je pro informaci uvedeno několik mechanických charakteristik polymerů.

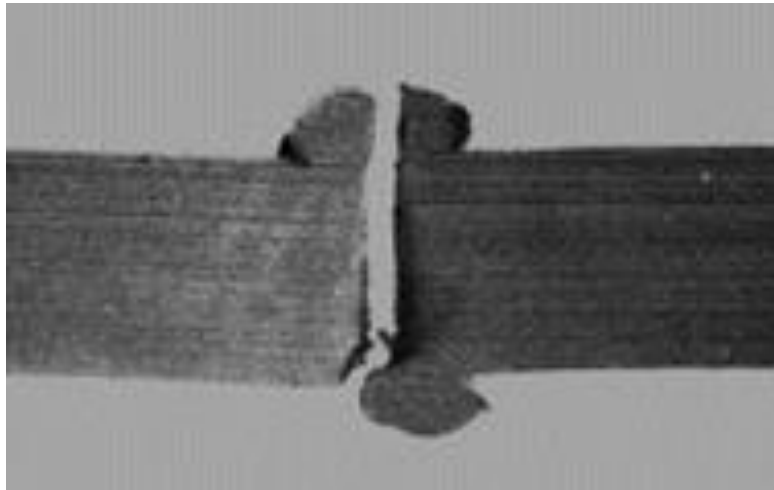


## Typická pevnost v tahu, prodloužení a modul pružnosti polymerů

Typ polymeru	Celková pevnost v tahu (MPa)	Prodloužení (%)	Modul pružnosti (GPa)
ABS	40	30	2.3
ABS + 30% skelného vlákna	60	2	9
Acetal kopolymer	60	45	2.7
Acetal kopolymer + 30% skelného vlákna	110	3	9.5
Akrylový plast	70	5	3.2
Nylon 6	70	90	1.8
Polyamid-imid	110	6	4.5
Polykarbonát	70	100	2.6
Polyetylén, HDPE	15	500	0.8
Polyetylén tereftalát (PET)	55	125	2.7
Polyimid	85	7	2.5
Polyimid + skelné vlákno	150	2	12
Polypropylén	40	100	1.9
Polystyrén	40	7	3



Obr. 8.6 Vzorek po zkoušce tahem – houževnatý lom



Obr. 8.7 Vzorek po zkoušce tahem – křehký lom