

OBSAH

PŘEDMLUVA	3
1 ÚVOD	23
2 MATERIÁLY	25
2.1 Základní pojmy	25
2.1.1 Definice	26
2.2 Rozdělení makromolekulárních látek	28
2.3 Základy výroby polymerů	29
2.3.1 Postupy syntézy makromolekulárních látek	30
2.3.1.1 Polymerace	31
2.3.1.2 Polyadice	31
2.3.1.3 Polykondenzace	32
2.4 Vlastnosti makromolekul	32
2.4.1 Délka řetězce, střední polymerační stupeň	32
2.4.2 Distribuce molekulových hmotností	32
2.4.3 Rozdělení makromolekulárních látek podle tvaru základních řetězců a jejich stavové oblasti	33
2.5 Fyzikální stavy polymerů	35
2.5.1 Tvar makromolekuly a jeho změny	37
2.5.2 Termomechanické křivky	39
2.5.3 Tuhnutí taveniny plastů	40
2.6 Zkratky a názvy důležitých plastů	42
2.7 Vlastnosti plastů a jejich zjišťování	44
2.7.1 Jednobodové a vícebodové hodnoty	44
2.7.2 Rheologické vlastnosti	44
2.7.2.1 Index toku a jeho stanovení	44
2.7.2.2 Výrobní smrštění	49
2.7.3 Mechanické vlastnosti	49
2.7.3.1 Krátkodobá tahová zkouška	49
2.7.3.2 Dlouhodobá zkouška tahem	52
2.7.3.3 Krípvý modul při namáhání v tahu	53
2.7.3.4 Modul pružnosti ze zkoušky ohybem	54
2.7.3.5 Houževnatost	56

2.7.3.6	Rázová houževnatost v tahu	58
2.7.3.7	Minimální požadovaná pevnost MRS	58
2.7.3.8	Dlouhodobá odolnost trubek při zatížení vnitřním tlakem	60
2.7.3.9	Odolnost proti šíření trhlin	64
2.7.3.10	Tvrdost	66
2.7.4	Tepelné vlastnosti plastů	66
2.7.4.1	Oblast teploty tavení	66
2.7.4.2	Teplota skelného přechodu	67
2.7.4.3	Teplota průhybu při zatížení	67
2.7.4.4	Teplota měknutí podle Vicata	68
2.7.4.5	Koeficient délkové teplotní roztažnosti	69
2.7.4.6	Hoření a hořlavost	70
2.7.4.6.1	Stanovení hořlavosti	71
2.7.4.6.2	Klasifikace hořlavosti stavebních hmot	73
2.7.4.6.3	Plasty se sníženou hořlavostí	74
2.7.4.6.4	Vznětlivost	75
2.7.4.7	Tepelná vodivost	75
2.7.4.8	Teplotní odolnost	76
2.7.4.9	Specifická tepelná kapacita	77
2.7.4.10	Degradace teplem	77
2.7.5	Elektrické vlastnosti plastů	78
2.7.5.1	Dielektrické chování	78
2.7.5.2	Objemová a povrchová resistivita plastových materiálů ...	79
2.7.5.3	Elektrická průrazová pevnost	80
2.7.5.4	Statická elektřina	81
2.7.6	Ostatní vlastnosti	82
2.7.6.1	Nasákavost	82
2.7.6.2	Hustota	83
2.7.6.3	Odolnost plastů vůči chemikáliím	84
2.7.6.4	Koroze za napětí	88
2.7.6.5	Jednoduché zkoušky k identifikaci plastů	89
2.7.6.5.1	Zkoušky pohledem	89
2.7.6.5.2	Zkoušky hustoty	90
2.7.6.5.3	Zkoušky rozpustnosti	91
2.7.6.5.4	Zkoušky hoření a zápachu	92
2.7.7	Stárnutí plastů	93
2.7.7.1	Vliv světla	93
2.7.7.2	Vliv radioaktivního záření	94
2.7.7.3	Vliv teploty	94
2.7.7.4	Vliv kyslíku a ozónu	95
2.7.7.5	Vliv vody	95
2.7.7.6	Vliv atmosférických nečistot	96
2.7.7.7	Biologické vlivy	96
2.7.7.8	Zkoušení atmosférické odolnosti plastů	96

	4.25.3.2	Nástroje a pomůcky	387
	4.25.3.3	Příprava svarových ploch	387
	4.25.4	Postupy svařování	388
	4.25.5	Svařovací parametry	389
4.26		Svařování laserem	390
	4.26.1	Princip metody	390
	4.26.2	Svařované materiály a polotovary	391
	4.26.3	Stroje a nástroje pro svařování	391
	4.26.3.1	Diodové lasery	391
	4.26.3.2	Pevný laser (Nd: YAG laser)	391
	4.26.3.3	Plynový laser (CO ₂ – laser)	392
	4.26.4	Postup svařování	392
	4.26.4.1	Prozařovací svařování	392
	4.26.4.2	Svařování na tupo	395
	4.26.4.3	Příbuzné postupy	396
4.27		Teplně kontaktní svařování horkým tělesem	396
	4.27.1	Princip teplně kontaktního svařování	396
	4.27.2	Polotovary a materiály spojované teplně kontaktním svařováním	397
	4.27.3	Svařovací stroje a nástroje	397
	4.27.4	Postupy teplně kontaktního svařování	398
	4.27.5	Parametry svařování	399
4.28		Kotoučové svařování	399
	4.28.1	Princip kotoučového svařování	399
	4.28.2	Polotovary a materiály spojované kotoučovým svařováním	400
	4.28.3	Svařovací stroje a nástroje	400
	4.28.4	Postupy kotoučového svařování	400
	4.28.5	Parametry svařování	400
4.29		Svařování s implantáty	401
	4.29.1	Indukční svařování s implantátem (Implant Induction Welding)	401
	4.29.1.1	Svařované materiály	401
	4.29.1.2	Svařovací zařízení	401
	4.29.1.3	Implantáty	401
	4.29.1.4	Indukční implantátní svařování	402
	4.29.2	Odporové svařování s implantátem	402
	4.29.2.1	Svařované materiály	402
	4.29.2.2	Svařovací zařízení	402
	4.29.2.3	Odporové implantáty	403
	4.29.2.4	Odporové implantátní svařování	403

5	TECHNICKÁ PŘÍPRAVA VÝROBY, ZNAČENÍ SVARŮ, POLOHY SVAŘOVÁNÍ	404
5.1	Značení svarů na výkresech	404
5.1.1	Normy pro značení svarů	404
5.1.2	Značky svarů	404
5.1.3	Doplňující a doplňkové značky	406
5.1.4	Umístění značek	407
5.1.5	Příklady použití značek svarů	408
5.1.6	Označování rozměrů svarů	410
5.2	Polohy svařování	410
5.2.1	Značení podle norem	410
5.2.2	Polohy při svařování plastů	412
5.3	Pnutí a deformace při svařování	412
5.3.1	Obecné příčiny pnutí a deformací	412
5.3.2	Pnutí a deformace u jednotlivých metod svařování	414
5.3.3	Tvorba napěťových trhlinek	417
5.4	Zkoušky materiálů před svařováním	418
5.4.1	Vstupní kontroly materiálů	418
5.4.2	Požadavky na přídavný materiál	419
6	ZKOUŠKY SVAROVÝCH SPOJŮ, VADY, KVALITA	420
6.1	Nedestruktivní zkoušky svarových spojů termoplastů (NDT)	420
6.1.1	Vizuální kontrola (VT)	420
6.1.1.1	Kvalifikace personálu NDT VT	421
6.1.1.2	Rozměrové tolerance svarů	421
6.1.2	Zkouška rentgenem (RT)	423
6.1.3	Zkoušení ultrazvukem (UT)	424
6.1.4	Kapilární zkoušky (PT)	425
6.1.5	Zkoušky na těsnost (LT)	425
6.2	Vady svarových spojů	426
6.2.1	Klasifikace vad svarových spojů	426
6.2.2	Zařazení vad do stupňů kvality	427
6.2.3	Údaje ve výrobních podkladech	428
6.3	Destruktivní zkušební postupy (DT)	432
6.3.1	Zkouška ohybem dle ČSN EN 12 814 – 1	432
6.3.1.1	Princip zkoušky	432
6.3.1.2	Provedení zkoušek v závislosti na geometrii zkoušené svarové plochy	433
6.3.1.3	Zkušební tělesa	434
6.3.1.4	Uspořádání zkoušky a zkušební rychlosti	434
6.3.1.5	Průběh zkoušky a ukončení	435
6.3.1.6	Interpretace výsledků	435
6.3.1.7	Ruční varianta zkoušky	435

6.3.2	Zkouška tahem dle ČSN EN 12 814 – 2	436
6.3.2.1	Princip zkoušky	436
6.3.2.2	Provedení zkoušek	436
6.3.2.3	Zkušební tělesa	436
6.3.2.4	Uspořádání zkoušky a zkušební rychlosti	438
6.3.2.5	Průběh zkoušky a ukončení	438
6.3.2.6	Interpretace výsledků	438
6.3.3	Zkouška dlouhodobého namáhání v tahu dle ČSN EN 12 814 – 3	438
6.3.3.1	Princip zkoušky	438
6.3.3.2	Typy zkoušek	439
6.3.3.3	Zkušební tělesa	439
6.3.3.4	Uspořádání zkoušky	439
6.3.3.5	Průběh zkoušky a ukončení	440
6.3.3.6	Interpretace výsledků	440
6.3.3.7	Metoda zkoušení FNCT	441
6.3.3.8	Změna Z1 442	
6.3.4	Zkouška odlupovací dle ČSN EN 12 814 – 4	442
6.3.4.1	Odlupovací T zkouška	442
6.3.4.1.1	Princip zkoušky	442
6.3.4.1.2	Zkušební tělesa	442
6.3.4.1.3	Uspořádání zkoušky a zkušební rychlosti	443
6.3.4.1.4	Průběh zkoušky a ukončení	443
6.3.4.1.5	Interpretace výsledků	443
6.3.4.2	Odlupovací oddělovací zkouška	443
6.3.4.2.1	Princip zkoušky	443
6.3.4.2.2	Zkušební tělesa	444
6.3.4.2.3	Uspořádání zkoušky a zkušební rychlosti	445
6.3.4.2.4	Průběh zkoušky a ukončení	445
6.3.4.2.5	Interpretace výsledků	446
6.3.4.3	Odlupovací stlačovací zkouška	446
6.3.4.3.1	Princip zkoušky	446
6.3.4.3.2	Zkušební tělesa	446
6.3.4.3.3	Uspořádání zkoušky	446
6.3.4.3.4	Průběh zkoušky a ukončení	447
6.3.4.3.5	Interpretace výsledků	447
6.3.5	Makroskopická zkouška dle ČSN EN 12 814 – 5	447
6.3.5.1	Princip zkoušky	447
6.3.5.2	Zkušební tělesa	447
6.3.5.3	Uspořádání zkoušky	448
6.3.5.4	Průběh zkoušky a ukončení	448
6.3.5.5	Interpretace výsledků	448
6.3.6	Zkouška tahem při nízkých teplotách dle ČSN EN 12 814 – 6	448
6.3.6.1	Princip zkoušky	448

6.3.6.2	Zkušební tělesa	448
6.3.6.3	Uspořádání zkoušky, zkušební rychlosti a teploty	449
6.3.6.4	Průběh zkoušky a ukončení	449
6.3.6.5	Interpretace výsledků	449
6.3.7	Zkouška v tahu na tělesech s vrubem dle ČSN EN 12 814 – 7	449
6.3.7.1	Princip zkoušky	449
6.3.7.2	Zkušební tělesa	449
6.3.7.3	Uspořádání zkoušky a zkušební rychlosti	450
6.3.7.4	Průběh zkoušky a ukončení	450
6.3.7.5	Interpretace výsledků	450
6.3.8	Požadavky na zkoušené svarové spoje z termoplastů dle ČSN EN 12 814 – 8	450
6.3.8.1	Zkouška ohybem dle ČSN EN 12 814 – 1	450
6.3.8.2	Zkouška tahem dle ČSN EN 12 814 – 2	451
6.3.8.3	Dlouhodobá zkouška tahem dle ČSN EN 12 814 – 3	451
6.3.8.4	Odlupovací zkouška dle ČSN EN 12 814 – 4	452
6.3.8.5	Makroskopická zkouška dle ČSN EN 12 814 – 5	452
6.3.8.6	Zkouška tahem při nízkých teplotách dle ČSN EN 12 814 – 6	452
6.3.8.7	Zkouška tahem zúženého tělesa dle ČSN EN 12 814 – 7	452
6.3.9	Nenormované zkušební postupy	452
6.3.9.1	Torzní střížná a radiální loupací zkouška	453
6.3.10	Ostatní zkušební postupy	455
6.4	Technologická opatření při svařování plastů zařazená do systémů kvality	456
6.4.1	Systémy kvality	456
6.4.2	Specifikace postupu svařování – WPS	457
6.4.3	Kvalifikace postupu svařování – WPQR	460

7	LEPENÍ PLASTŮ	462
7.1	Princip	462
7.2	Typy lepení	462
7.2.1	Lepení na vrstvu	462
7.2.2	Tlakové lepení	463
7.3	Vlivy působící na pevnost spoje	463
7.4	Rozdělení adhesiv (lepidel)	464
7.4.1	Rozpouštědlová lepidla	464
7.4.2	Adhezní lepidla	465
7.4.3	Kontaktní lepidla	465
7.4.4	Reaktivní lepidla	465
7.4.4.1	Jednokomponentní reaktivní lepidla	466
7.4.4.2	Vícekomponentní reaktivní lepidla	466

7.4.5	Tavná lepidla	467
7.5	Požadavky na adhesiva (lepidla)	467
7.6	Materiály a polotovary vhodné pro lepení	467
7.7	Konstrukce lepených ploch	468
7.8	Příprava polotovarů pro lepení	469
7.8.1	Snadno lepitelné materiály	469
7.8.2	Obtížně lepitelné materiály	469
7.9	Postupy nanášení lepidel	470
7.9.1	Ruční nanášení	471
7.9.2	Přípravkové nanášení	471
7.9.3	Strojové nanášení	471
7.10	Vlastní lepení termoplastů	471
7.11	Postupy lepení plastů	472
7.11.1	Lepení neměkčeného PVC	472
7.11.1.1	Lepení rozpouštědlovými lepidly	472
7.11.1.2	Lepení reaktivními lepidly	472
7.11.2	Lepení polyolefinů	473
7.11.3	Lepení polystyrenu a druhově příbuzných plastů	473
7.11.3.1	Lepení rozpouštědlovými lepidly	473
7.11.3.2	Lepení kontaktními lepidly	473
7.11.3.3	Lepení pomocí reaktivních lepidel	473
7.11.3.4	Spojování pomocí tavných lepidel	474
7.11.4	Lepení PA	474
7.11.5	Lepení PVC - C	474
7.12	Zkoušení lepených spojů	475

8 MECHANICKÉ SPOJOVÁNÍ PLASTŮ 476

8.1	Princip mechanického spojování plastů	476
8.2	Materiály a polotovary určené pro mechanické spojování	476
8.3	Základní konstrukce mechanických spojek	476
8.3.1	Svěrné spoje	476
8.3.1.1	S vloženým těsnícím kroužkem	477
8.3.1.2	S lichoběžníkovým závitem	477
8.3.1.3	S tlakovým kroužkem	478
8.3.2	Přírubové spoje	479
8.3.2.1	Pevné příruby	479
8.3.2.2	Volné (točivé) příruby	479
8.3.3	Závitové spoje	481
8.3.3.1	Trubkové závitové spoje	481
8.3.3.2	Závitové spoje s převlečnou maticí	482
8.3.4	Násuvné spoje	483
8.3.4.1	Násuvné spoje pro tlakovou kanalizaci	483

8.3.4.2	Násuvné spoje pro tlaková média	483
8.3.5	Zalisované spoje	485
8.3.5.1	Jednoduchý lisovaný spoj s pojistným kroužkem	485
8.3.5.2	Stepp Press Systém	485
8.3.5.3	Lisované šroubové spojení	486
8.3.6	Speciální přechodové kusy	487
8.3.7	Mechanické sedlové navrtávací tvarovky	488
8.3.8	Dodatek k montážím	488
8.4	Spojování desek a profilů	488
8.5	Spojování fólií	488
9	MONTÁŽE PLASTOVÝCH POTRUBÍ, PLASTOVÝCH KONSTRUKCÍ A IZOLACÍ Z FÓLIÍ	489
9.1	Úvod k problematice montáží plastů	489
9.2	Zásady montáží vnitřních rozvodů vody a topení z plastů	490
9.2.1	Vnitřní rozvody studené a teplé užitkové vody	490
9.2.2	Rozvody topení z plastů	491
9.3	Montáže vnějších rozvodů vody a kapalin	492
9.3.1	Vnější vodovody	492
9.3.2	Závlahová potrubí	494
9.3.3	Teplovody a horkovody	495
9.4	Vnější plynovody z plastů	496
9.5	Odplyňovací potrubí skládek	496
9.6	Průmyslové rozvody z plastů	497
9.6.1	Průmyslové rozvody vody	498
9.6.2	Rozvody agresivních sloučenin	499
9.6.3	Potravinářský a farmaceutický průmysl	499
9.6.4	Vzduchová potrubí, odsávání a klimatizace	499
9.7	Montáže kanalizací z plastů	499
9.7.1	Zásady montáže vnitřní kanalizace	500
9.7.2	Zásady montáže vnější kanalizace	500
9.8	Drenážní potrubí	503
9.9	Opravy a sanace potrubí	504
9.9.1	Opravy plastových potrubí	504
9.9.2	Rekonstrukce a sanace potrubí	505
9.10	Zásady konstrukce plošných a objemových svařenců z plastů	506
9.11	Montáže izolačních pásů a fólií	507
10	BEZPEČNOST PRÁCE A POŽÁRNÍ OCHRANA	511
10.1	Bezpečnost práce	511
10.2	Požární ochrana	513

10.3	První pomoc při úrazech	513
10.4	Možnosti rozkladu plastů při svařování a vzniku zdraví škodlivých rozkladných produktů	514
11	NORMY A PŘEDPISY	516
11.1	Výběr norem pro svařování plastů a norem k činnostem souvisejícím	517
11.2	Normy mezinárodní EN, ISO	523
11.3	Technická pravidla, předpisy	523
11.4	Zahraniční normy, směrnice a předpisy	524
11.4.1	Německé normy DIN	524
11.4.2	Směrnice a návody Německého svazu pro svařovací techniku, zaps. Spol.	524
11.4.3	Směrnice Německého spolku plynového a vodního oboru, zaps. spol.	527
11.5	Zákony, vyhlášky, směrnice	527
12	POUŽITÁ LITERATURA	528

2.8	Plasty pro stavbu potrubí, nádrží a aparatur a pro izolační fólie	97
2.8.1	Systém označování plastů	99
2.8.2	Polyolefiny	100
2.8.2.1	Olefiny, jejich výroba a polymerace	100
2.8.2.2	Polyethyleny	101
2.8.2.2.1	Nízkohustotní polyethylen PE-LD	103
2.8.2.2.2	Vysokohustotní polyethylen PE-HD	104
2.8.2.2.3	Středohustotní polyethylen PE-MD	106
2.8.2.2.4	Lineární nízkohustotní polyethylen PE-LLD a polyethylen s velmi nízkou hustotou PE-VLD..	108
2.8.2.2.5	Polyethylen s vysokou teplotní odolností PE-RT..	109
2.8.2.2.6	Vysokomolekulární polyethylen PE-HMW, PE 500, Ultravysokomolekulární polyethylen PE UHMW, PE 1000	110
2.8.2.2.7	Sítovaný polyethylen PE-X	111
2.8.2.2.8	Ethylenový kopolymer – bitumen (ECB)	113
2.8.2.2.9	Ethylen-propylenové kaučuky EPM, EPDM	113
2.8.2.3	Polypropylen	114
2.8.2.3.1	Izotaktický homopolymer, PP – H 100	117
2.8.2.3.2	Blokový kopolymer s ethylenem PP – B 80....	118
2.8.2.3.3	Random (statistický) kopolymer s ethylenem, PP – R 80	119
2.8.2.4	Polybuten – 1, PB, PB - 1.....	120
2.8.2.5	Polyisobutylen PIB.....	122
2.8.2.6	Poly 4 – methylpenten – 1, TPX (Transparent polymer „X“	122
2.8.3	Fluoroplasty	123
2.8.3.1	Polytetrafluorethylen	125
2.8.3.2	Polyvinylidenfluorid	125
2.8.3.3	Kopolymer ethylen – chlortrifluorethylen E –CTFE	129
2.8.3.4	Perfluoralkoxy – kopolymer (PFA)	129
2.8.3.5	Tetrafluorethylen / hexafluorpropylen – kopolymer FEP	130
2.8.4	Polyvinylchlorid a jeho deriváty	130
2.8.4.1	Neměkčený polyvinylchlorid, PVC – U	130
2.8.4.2	Měkčený polyvinylchlorid, PVC – P	134
2.8.4.3	Chlorovaný polyvinylchlorid, PVC - C	135
2.8.5	Další termoplasty u kterých se používá svařování	136
2.8.5.1	Polystyren a jeho deriváty	136
2.8.5.2	Polyamidy	140
2.8.5.3	Polykarbonáty	143
2.8.5.4	Nasycené polyestéry	145
2.8.5.5	Polymethylmethakrylát	147
2.8.5.6	Polyoxymethylen, polyformaldehyd, POM	147
2.8.6	Sběr a využití upotřebených plastů	149

3	POLOTOVARY Z PLASTŮ A JEJICH ÚPRAVA	153
3.1	Průmyslová výroba a zpracování polotovarů	153
3.1.1	Tvářecí technologie	154
3.1.1.1	Vstřikování	154
3.1.1.2	Vytlačování	156
3.1.1.3	Lisování	158
3.1.1.4	Válcování	158
3.1.1.5	Odlévání	159
3.1.1.6	Tvarování polotovarů	160
3.1.1.7	Vyfukování	162
3.1.2	Doplňkové technologie	163
3.1.2.1	Sintrování	163
3.1.2.2	Vířivé nanášení	163
3.1.2.3	Nanášení práškového plastu plamenem	164
3.2	Tvarování a obrábění plastů, opracování svarových ploch	165
3.2.1	Třískové obrábění a dělení plastů	165
3.2.1.1	Podmínky pro obrábění	165
3.2.1.2	Soustružení plastů	166
3.2.1.3	Řezání	167
3.2.1.4	Frézování	169
3.2.1.5	Vrtání	170
3.2.1.6	Stříhání	171
3.2.1.7	Broušení	171
3.2.1.8	Leštění	172
3.2.2	Beztržkové obrábění plastů (tvarování)	173
3.2.2.1	Tvarování za tepla	173
3.2.2.2	Výroba hrdel a lemových nákrůžků tvarováním	174
3.2.2.3	Ohýbání za tepla	174
3.2.2.4	Tvarování za studena	175
3.2.3	Třískové opracování svarových ploch a hotových svarů	176
3.3	Plastové výrobky a polotovary zpracovávané dále svařováním	178
3.3.1	Plastové trubky a tvarovky	178
3.3.1.1	Trubky z plastů	178
3.3.1.2	Trubky vícevrstvé a vyztužené	180
3.3.1.3	Tvarovky (fitinky)	181
3.3.1.4	Tlakové řady potrubí	182
3.3.1.5	Značení trubek a technické požadavky	183
3.3.2	Desky, tyče a profily	185
3.3.3	Izolační pásy a fólie	188
3.3.4	Přídavné materiály pro svařování	189
3.4	Skladování a manipulace plastů	192
3.4.1	Skladování výrobků a polotovarů z plastů	192
3.4.2	Manipulace s plasty a jejich doprava	193
3.4.3	Standardy	193

4	SVAŘOVÁNÍ TERMOPLASTŮ	195
4.1	Úvod	195
4.1.1	Historie svařování termoplastů v Československu a v ČR	195
4.2	Současná legislativa a požadavky na svářečský personál	196
4.2.1	Systém výuky a zkoušek svářečů	196
4.2.2	Národní kvalifikace svářečů termoplastů podle ČSN 050705:2008	197
4.2.3	Zaškolovací kurzy pro svařování plastů ČSN 050705	198
4.2.4	Základní kurzy pro svařování plastů ČSN 050705	198
4.2.5	Evropské kvalifikace svářečů termoplastů	200
4.2.6	Svářeč plynovodů podle TPG 927 04	206
4.2.7	Proč Evropské kvalifikace svářečů termoplastů?	206
4.2.8	Kvalifikace vyššího svářečského personálu (VSP) ve svařování plastů	207
4.3	Kvalifikace pracovníků kontroly svarů ve svařování plastů	209
4.4	Legislativa – Postupy a podmínky svařování termoplastů	210
4.5	Svařování plastů, všeobecné parametry a podmínky	212
4.5.1	Podstata svařování	212
4.5.2	Základní parametry svařování	212
4.5.3	Sladění svařovacích parametrů	213
4.5.4	Podmínky svařování	213
4.5.4.1	Vlivy dané vlastnostmi materiálů	214
4.5.4.2	Vlivy okolního prostředí	214
4.5.4.3	Vliv vlhkosti vzduchu na svařování	214
4.5.4.4	Vlivy čistoty	216
4.5.5	Další vlivy určující kvalitu svaru	218
4.5.6	Svařitelnost materiálů	218
4.5.7	Vhodnost materiálů ke svařování	219
4.5.7.1	Kontrola identity materiálů	219
4.5.7.2	Kontrola povrchu materiálů	219
4.5.8	Požadavky na svařovací zařízení	220
4.6	Rozdělení metod svařování termoplastů	221
4.6.1	Svařování horkým tělesem	221
4.6.1.1	Přímé svařování horkým tělesem	221
4.6.1.2	Nepřímé svařování horkým tělesem	221
4.6.2	Svařování horkým plynem	222
4.6.3	Ostatní metody svařování plastů	222
4.7	Svařování na tupo horkým tělesem	224
4.7.1	Princip metody svařování na tupo	224
4.7.2	Materiály a polotovary svařované na tupo	224
4.7.3	Stroje a nástroje pro svařování na tupo	225
4.7.3.1	Stroje pro svařování trubek na tupo horkým tělesem	225
4.7.3.2	Nástroje a pomůcky pro svařování trubek na tupo	226
4.7.3.3	Požadavky na svařovací stroje	227
4.7.4	Postupy svařování na tupo horkým tělesem	227
4.7.4.1	Fáze svařování na tupo	228

4.7.4.2	Doporučené technologické podmínky po svařování	231
4.7.5	Parametry svařování na tupo horkým tělesem	232
4.7.5.1	Směrné hodnoty pro PE-HD (PE-MD) dle DVS 2207 – díl 1 (pro PE 63, PE 80, PE 100)	232
4.7.5.2	Směrné hodnoty pro polypropylen (PP) dle DVS 2207 – díl 11	234
4.7.5.3	Směrné hodnoty pro materiál PVDF dle DVS 2207 – díl 15	235
4.7.5.4	Směrné hodnoty pro polybuten (PB) dle firemní literatury Pipe – Life	235
4.7.5.5	Výpočet spojovací síly	236
4.7.6	Zvláštní postupy svařování plastů na tupo horkým tělesem	237
4.7.7	Chyby postupu při svařování na tupo	238
4.7.8	Opravy svarů na tupo	240
4.8	Sedlové svařování horkým tělesem	240
4.8.1	Princip metody sedlového svařování	240
4.8.2	Materiály a polotovary svařované sedlovým svařováním	241
4.8.3	Stroje a nástroje pro sedlové svařování	241
4.8.4	Postup sedlového svařování	241
4.8.5	Parametry sedlového svařování	241
4.9	Polyfúzní svařování	244
4.9.1	Princip metody polyfúzního svařování	244
4.9.1.1	Typy polyfúzního svařování	245
4.9.2	Materiály a polotovary svařované polyfúzně	245
4.9.3	Svařovací zařízení, nástroje a pomůcky	245
4.9.3.1	Svařovací zařízení	245
4.9.3.2	Nástroje a pomůcky	246
4.9.3.3	Požadavky na svařovací přístroje	246
4.9.4	Postupy polyfúzního svařování	249
4.9.4.1	Základní postupy polyfúzního svařování	249
4.9.4.2	Fáze polyfúzního svařování	249
4.9.4.3	Doporučené technologické podmínky po svařování	252
4.9.5	Parametry pro polyfúzní svařování	253
4.9.5.1	Směrné hodnoty pro PE a PP dle DVS 2207 – díl 1 a 11	253
4.9.5.2	Směrné hodnoty pro PB dle firemní literatury Pipe – Life	255
4.9.5.3	Směrné hodnoty pro PVDF dle DVS 2207 – díl 15	255
4.9.6	Chyby postupu při polyfúzním svařování	255
4.9.7	Opravy polyfúzních svarů a opravy omylem navrtaných potrubí	256
4.10	Svařování elektrotvarovkou	258
4.10.1	Princip svařování elektrotvarovkou	258
4.10.2	Materiály a polotovary svařované elektrotvarovkou (HM)	258
4.10.3	Konstrukce elektrotvarovek	258

4.10.3.1	Základní rozdělení	258
4.10.3.2	Důležité znaky elektrotvarovek	260
4.10.4	Svařovací zařízení, nástroje a pomůcky	262
4.10.4.1	Svářečky na elektrotvarovky	262
4.10.4.2	Nástroje a pomůcky	262
4.10.5	Postupy svařování elektrotvarovkou	263
4.10.5.1	Fáze svařování elektrotvarovkou	263
4.10.5.2	Doporučené technologické podmínky po svařování ...	265
4.10.5.3	Speciální postupy svařování elektrotvarovkou	265
4.10.6	Svařovací parametry elektrotvarovek	266
4.10.7	Chyby postupu při svařování elektrotvarovkou	267
4.10.8	Opravy svarů elektrotvarovkou	267
4.11	IR svařování	269
4.11.1	Svařování infračerveným ohřevem (INFRARED WELDING)	269
4.11.2	Svařované materiály a polotovary z trubek	270
4.11.3	Stroje a nástroje	270
4.11.3.1	Svařovací stroje na svařování trubek	270
4.11.3.2	Nástroje a pomůcky	270
4.11.4	Postupy svařování	270
4.11.5	Svařovací parametry	270
4.11.6	Svařování trubek na montáži	270
4.11.7	Svařování tvarovaných dílů v sériové výrobě	271
4.12	Bezvýronkové svařování	271
4.12.1	Svařování bezvýronkové (BCF Bead and Crevice Free)	271
4.12.2	Polotovary a materiály svařované BCF	271
4.12.3	Svařovací stroje a nástroje pro svařování BCF	271
4.12.4	Postupy bezvýronkového svařování BCF	271
4.12.5	Parametry svařování	272
4.12.6	Montážní svařování	272
4.13	Svařování na tupo horkým tělesem desek	273
4.13.1	Princip metody svařování na tupo	273
4.13.2	Materiály a polotovary svařované na tupo	273
4.13.3	Stroje a nástroje pro svařování na tupo	273
4.13.3.1	Stroje pro svařování desek na tupo horkým tělesem ...	273
4.13.3.2	Nástroje a pomůcky pro svařování desek na tupo	276
4.13.3.3	Požadavky na svařovací stroje	276
4.13.4	Postupy svařování na tupo horkým tělesem	276
4.13.4.1	Fáze svařování na tupo	276
4.13.4.2	Doporučené technologické podmínky po svařování ...	277
4.13.5	Parametry svařování na tupo horkým tělesem	277
4.13.6	Chyby postupu při svařování na tupo	277
4.13.7	Opravy svarů na tupo	277
4.14	Profilové svařování horkým tělesem	278
4.14.1	Princip profilového svařování	278

4.14.2	Materiály a polotovary k profilovému svařování	278
4.14.3	Stroje a nástroje na profilové svařování	279
4.14.4	Postupy profilového svařování	279
4.14.5	Svařovací parametry profilového svařování	279
4.15	Svařování horkým tělesem ohraňováním.....	279
4.15.1	Princip svařování ohraňováním	279
4.15.2	Materiály a polotovary svařované ohraňováním	280
4.15.3	Stroje a nástroje pro svařování ohraňováním	280
4.15.4	Postupy svařování ohraňováním	280
4.15.4.1	Svařování s jednostranným ohřevem	281
4.15.4.2	Svařování s oboustranným ohřevem	281
4.15.5	Svařovací parametry svařování ohraňováním	282
4.16	Svařování horkým plynem a přídavným materiálem	284
4.16.1	Princip svařování horkým plynem a přídavným materiálem	284
4.16.2	Materiály a polotovary svařované horkým plynem a přídavným materiálem	285
4.16.3	Stroje a nástroje pro svařování horkým plynem	285
4.16.3.1	Svařovací přístroje, trysky a plyny	285
4.16.3.2	Požadavky na svařovací stroje a zařízení	288
4.16.3.3	Ostatní nástroje pro svařování	289
4.16.4	Přídavné materiály a plyny pro svařování.....	289
4.16.5	Postupy svařování horkým plynem a přídavným materiálem	291
4.16.5.1	Základní rozdělení podle metod	291
4.16.5.2	Příprava svařování horkým plynem a přídavným materiálem	294
4.16.5.3	Zkouška odtrhovací a protahovací	294
4.16.5.4	Postup svařování ruční (WF)	296
4.16.5.5	Postup svařování rychlotryskou (WZ)	298
4.16.6	Tvary svarových ploch a svarů	299
4.16.6.1	Základní typy svarů	299
4.16.6.2	Stavba svaru	301
4.16.6.3	Zásady pro provedení vícevrstvého svaru	302
4.16.6.4	Technologické podmínky po svařování	304
4.16.7	Parametry svařování horkým plynem a přídavným materiálem	305
4.16.8	Chyby postupu při svařování horkým plynem a přídavným materiálem	306
4.16.9	Svařování speciálních materiálů	308
4.16.9.1	Používané materiály.....	308
4.16.9.2	Příprava svarových ploch	308
4.16.9.3	Přídavné materiály	309
4.16.9.4	Postup svařování	309
4.16.9.5	Svařovací parametry	309
4.16.10	Svařování horkým plynem a PM v opravárenství	310
4.16.10.1	Materiály svařované v opravárenství	311

	4.16.10.2 Stroje a nástroje pro opravárenství	312
	4.16.10.3 Přídavné materiály pro opravárenství a jejich volba	312
	4.16.10.4 Rámcový postup opravy	313
	4.16.10.5 Opracování svarů	314
	4.16.10.6 Rizika spojená s opravami plastových dílů	315
4.17	Svařování extruderem	316
4.17.1	Princip svařování	316
4.17.2	Materiály a svařované polotovary	316
4.17.3	Stroje a nástroje pro svařování extruderem	316
	4.17.3.1 Požadavky na svařovací stroje	316
	4.17.3.2 Konstrukce svařovacích strojů – extruderů	316
	4.17.3.3 Ostatní nástroje pro svařování	326
4.17.4	Přídavné materiály a plyny	328
4.17.5	Kritéria pro volbu extruderu	328
4.17.6	Postupy svařování extruderem	329
	4.17.6.1 Základní rozdělení postupů svařování podle variant	329
	4.17.6.2 Diskontinuální postup svařování extruderem	330
	4.17.6.3 Kontinuální postupy svařování extruderem	330
4.17.7	Postup přípravy polotovarů a svařování ručním extruderem	333
	4.17.7.1 Příprava polotovarů pro svařování extruderem	333
	4.17.7.2 Příprava zařízení pro svařování extruderem	338
	4.17.7.3 Vlastní svařování extruderem	341
	4.17.7.4 Technologické podmínky po svařování extruderem	347
4.17.8	Parametry svařování extruderem	349
4.17.9	Chyby postupu při svařování extruderem	350
4.17.10	Opravy svarů extruderem	350
4.17.11	Vytlačovací svařování sáláním	350
4.18	Svařování horkým klínem	352
4.18.1	Princip metody svařování horkým klínem (HH)	352
4.18.2	Materiály a polotovary svařované horkým klínem	352
4.18.3	Stroje a přípravky pro svařování horkým klínem	352
	4.18.3.1 Požadavky na svařovací stroje	354
4.18.4	Nástroje a pomůcky pro svařování horkým klínem	355
4.18.5	Postupy svařování horkým klínem	355
	4.18.5.1 Svařování ručními přístroji	355
	4.18.5.2 Svařování strojní	356
4.18.6	Svařovací parametry pro strojní svařování horkým klínem	356
4.18.7	Tvary a rozměry svarových ploch	357
4.19	Svařování horkým plynem přepřátovaných spojů izolačních pásů	359
4.19.1	Princip přepřátovacího svařování horkým plynem (WU)	359
4.19.2	Materiály a polotovary svařované přepřátováním horkým plynem	360
4.19.3	Stroje a nástroje pro svařování přepřátováním horkým plynem	361
4.19.4	Postupy přepřátovacího svařování horkým plynem	362
4.19.5	Svařovací parametry pro svařování přepřátováním horkým plynem	363

4.19.6	Tvary a rozměry svarových ploch	363
4.20	Svařování izolačních pásů extruderem	364
4.20.1	Princip svařování extruderem (WE)	364
4.20.2	Materiály a polotovary z izolačních pásů svařované extruderem ...	364
4.20.3	Stroje a nástroje pro svařování izolačních pásů extruderem	364
4.20.3.1	Ostatní nástroje pro svařování	365
4.20.4	Přidavné materiály a plyny pro svařování extruderem	365
4.20.5	Postupy svařování extruderem	365
4.20.6	Technologické podmínky po svařování izolačních pásů extruderem	366
4.20.7	Parametry svařování izolačních pásů extruderem	366
4.20.8	Tvary svarových ploch	366
4.21	Impulsní svařování horkým tělesem	370
4.21.1	Princip impulsního svařování	370
4.21.2	Svařovací stroje a nástroje	370
4.21.3	Postupy impulsního svařování	371
4.21.4	Parametry svařování	371
4.22	Vysokofrekvenční svařování HF (High Frequency)	372
4.22.1	Princip metody vysokofrekvenčního svařování	372
4.22.2	Svařované materiály a polotovary	373
4.22.3	Stroje a nástroje	374
4.22.4	Postupy	375
4.22.5	Parametry svařování	376
4.23	Svařování horkým tělesem s oddělením svaru	377
4.23.1	Princip svařování s oddělením svaru	377
4.23.2	Polotovary a materiály svařované s oddělením svaru	377
4.23.3	Svařovací stroje a nástroje pro svařování s oddělením svaru	377
4.23.4	Postupy svařování	377
4.23.5	Parametry svařování	378
4.24	Svařování ultrazvukem	378
4.24.1	Princip metody	378
4.24.2	Svařované materiály a polotovary	379
4.24.3	Stroje a nástroje	379
4.24.3.1	Svařovací stroje	379
4.24.3.2	Nástroje a pomůcky	380
4.24.4	Postupy svařování	380
4.24.4.1	Rozdělení postupů svařování	381
4.24.4.2	Fáze svařování US	381
4.24.4.3	Příprava svarových ploch	382
4.24.5	Svařovací parametry	384
4.25	Svařování třením	385
4.25.1	Princip metody	385
4.25.2	Svařované materiály a polotovary	385
4.25.3	Stroje a nástroje	385
4.25.3.1	Svařovací stroje	385