

Obsah

Úvod	15
1 Návrh materiálu výstřiku	19
1.1 Faktory ovlivňující výběr materiálu výstřiku – požadavky na materiál	19
1.2 Stárnutí a koroze dílů z plastů	20
1.3 Faktory ovlivňující dobu životnosti plastových dílů	21
1.4 Závislost vlastností výstřiků z termoplastů na teplotě	22
1.4.1 Vznik makromolekul	22
1.4.2 Nadmolekulární struktura polymerů	23
1.4.3 Polymery a jejich charakteristické teploty	23
1.4.4 Reologie polymerních tavenin, disipační ohřev tavenin, fontánový tok tavenin	25
1.4.5 Charakteristické teploty, vlastnosti amorfních a částečně krystalických plastů	25
1.5 Odolnost termoplastů proti působení chemikálií	28
1.6 Navlhavost a nasákavost	30
1.7 Koroze za napětí	30
1.8 Aditiva do polymerů	31
1.9 Termoplasty určené pro výrobu výstřiků	34
1.9.1 Polymerní materiály – členění	34
1.9.2 Termoplasty pro technologii vstřikování	38
1.9.3 Databáze termoplastů, data v nich obsažená, zkoušení plastů a související normy	38
1.9.3.1 Materiálové databáze, závaznost norem	38
1.9.3.2 Příprava zkušebních těles vstřikováním	39
1.9.3.3 Standardní prostředí	45
1.9.3.4 Jednobodová data	45
I Reologické vlastnosti	45
I Mechanické vlastnosti	49
I Tepelné vlastnosti	51
I Elektrické vlastnosti	52
I Další vlastnosti	52
I TPE vlastnosti	53
1.9.3.5 Vícebodová data	54
I ČSN EN ISO 11403 – 1:2015 Plasty – Stanovení a prezentace srovnatelných vícebodových hodnot – Část 1 Mechanické vlastnosti	55
I ČSN EN ISO 11403 – 2:2013 – Část 2: Tepelné a zpracovatelské vlastnosti	55
I ČSN EN ISO 11403-3. 2015 – Část 3: Vliv prostředí na vlastnosti	55
1.9.3.6 Data pro simulační výpočty	56
1.9.3.7 Technologické parametry vstřikování	57
1.10 Recyklace termoplastů	58

2 Konstrukce výstřiků z termoplastů	61
2.1 Předvýrobní etapy výroby výstřiků z termoplastů	63
2.2 Technologičnost konstrukce výstřiků z termoplastů	64
2.3 Rozměrová a tvarová přesnost výstřiků z termoplastů, drsnost povrchů, měření jejich rozměrů a úchylek tvaru a polohy	78
2.3.1 Materiál výstřiků a smrštění	78
2.3.2 Konstrukce výstřiku a smrštění	80
2.3.3 Konstrukce vstřikovací formy a smrštění	86
2.3.4 Technologické parametry vstřikování a smrštění	87
2.3.5 Podmínky používání výstřiků a jejich vliv na rozměrovou přesnost výstřiků	88
2.3.6 Toleranční pole výstřiků z termoplastů a normalizace	91
2.3.7 Rozměrové a tvarové tolerování – předepisování přesnosti rozměrů, tvarů a polohy, drsnost povrchu	93
2.3.7.1 Tolerance nepředepsané a jejich přesnost	93
2.3.7.2 Tolerance předepsané	93
2.3.7.3 Předepsané tolerance – geometrické úchytky tvaru a polohy	94
2.3.7.4 Vztah mezi tolerancemi rozměrů a geometrickými tolerancemi	96
2.3.7.5 Drsnost povrchu	96
2.3.8 Měření a hodnocení rozměrové a tvarové přesnosti výstřiků z termoplastů	101
2.3.8.1 Měření délkových rozměrů	102
2.3.8.2 Měření úchylek tvaru profilu a tvaru plochy a dalších geometrických úchylek	102
2.3.8.3 Souřadnicové měřicí stroje (SMS, CMM – Coordinate Measuring Machine)	102
2.3.8.4 3D skenování	104
I Bezkontaktní reflexivní skenery	105
3 Podmínky a koncepce zaformování výstřiků z termoplastů	114
4 Výběr varianty technologie vstřikování termoplastů	116
4.1 Vstřikovací cyklus – standardní technologie vstřikování	116
4.2 Modifikace technologie vstřikování termoplastů	117
4.3 Výběr vstřikovacího stroje a jeho periferních zařízení	118
4.3.1 Výběr vstřikovacího stroje	119
4.3.2 Periferní zařízení	124
4.3.2.1 Temperační zařízení vstřikovacích forem	125
4.3.2.2 Temperační systémy	126
4.3.3 Průmysl 4.0	127
4.3.3.1 Průmysl 4.0 a vzdělávání	130
4.3.3.2 Technologie vstřikování termoplastů a Průmysl 4.0 v současnosti	131
4.3.3.3 Wittmann Battenfeld – Industria 4.0, Wittmann 4.0	133
4.3.3.4 Engel – Inject 4.0	134
4.3.3.5 KraussMaffei – Plastics 4.0	134
4.3.3.6 Průmysl 4.0 a jeho budoucnost při vstřikování termoplastů	135
5 Metody Rapid Prototyping, RP-aditivní, subtraktivní a formativní technologie	136
5.1 Aditivní technologie RP	138
5.1.1 Technologie na bázi fotopolymérů	138
5.1.1.1 Stereolitografie (SLA)	138

5.1.2 Technologie na bázi práškových materiálů	138
5.1.2.1 Selective Laser Sintering (SLS)	138
5.1.3 Technologie na bázi tuhých materiálů	138
5.1.3.1 Fused Deposition Modeling (FDM)	138
5.1.3.2 Laminated Object Manufacturing (LOM)	139
5.1.4 Freeformer – Arburg	139
5.1.5 Post Processing – dokončování RP dílů	139
5.2 Formativní (utvářející) technologie RP	139
5.2.1 Vakuové lící systémy	139
5.2.1.1 Plastic Vacuum Casting	139
5.2.1.2 Metal Pressure Vacuum Casting	140
5.3 Subtraktivní (odečítací) technologie RP	140
5.3.1 CNC frézování	140
6 Ověření návrhu konstrukce výstřiku pomocí prototypové formy	141
7 Konstrukce a výroba sériových vstřikovacích forem, uchopovačů, přípravků a zkoušení forem, údržba a opravy forem	144
7.1 Výroba a konstrukce temperačních systémů vstřikovacích forem	158
7.1.1 Význam temperace vstřikovacích forem	158
7.1.2 Temperace vstřikovacích forem	161
7.1.3 Konstrukce temperačních systémů vstřikovacích forem	167
7.2 Technologie vytváření tenkých vrstev – aplikace při výrobě vstřikovacích forem	168
7.2.1 CVD (Chemical Vapour Deposition), chemická depozice z plynné fáze	169
7.2.2 Technologie PACVD (Plasma Assisted Chemical Vapour Deposition), chemická depozice pomocí plazmatu, PECVD (Plasma Enhanced CVD), CVD iniciované plazmatem	169
7.2.3 Technologie PVD (Physical Vapour Deposition), kondenzace par pevného materiálu na povrch substrátu	170
7.2.4 Další technologie nanášení tenkých vrstev	171
7.2.5 Aplikace PVD a PACVD ve výrobě vstřikovacích forem	171
7.3 Technologie výroby vstřikovacích forem	173
7.3.1 Použití normálií při výrobě vstřikovacích forem	173
7.3.2 Konstrukce a výroba forem s podporou počítače	176
7.3.3 Technologie třískového obrábění	177
7.3.3.1 Frézování	178
Vysokorychlostní obrábění	178
Obrábění za sucha	179
Obrábění velmi tvrdých materiálů	180
Obráběcí strategie při vysokorychlostním frézování	180
7.3.3.2 Elektroerozivní technologie	181
Elektroerozivní hloubení	182
Elektrojiskrové obrábění – drátové řezání	184
7.3.3.3 Vrtání, vyhrubování, vystružování, vyvrtávání, navrtávání	184
Vrtání	184
Vyhrubování, vystružování	186
Zahlubování	186
Vyvrtávání	186
7.3.3.4 Technologie broušení	187

7.3.3.5 Úpravy povrchu (leštění, beztržkové metody, desénování)	188
Leštění	188
Beztržkové dokončovací metody	189
Desénování, gravírování, popisování, značení	190
7.3.3.6 Další výrobní technologie	191
Technologie vtlakování za studena	191
Technologie výroby galvanoplastických skořepin a skořepin žárovým nástřikem	191
Technologie DMLS	192
Technologie MIM.	193
Hybridní technologie	194
7.3.3.7 Materiály pro výrobu vstřikovacích forem a jejich tepelné zpracování	194
Označování ocelí, normalizace	194
Používané konstrukční a nástrojové ocele	195
7.3.3.8 Metrologie při výrobě dílů vstřikovacích forem	197
Měření tvrdosti tvarových dílů vstřikovacích forem	198
7.3.4 Odvzdušnění vstřikovacích forem	201
7.3.4.1 Vliv technologických parametrů vstřikování na odvod vzduchu	202
7.3.4.2 Mechanismus vzniku studených spojů a jejich minimalizace, bubliny	202
7.3.4.3 Řešení odvzdušňovacích systémů vstřikovacích forem	204
7.3.4.4 Minimalizace studených spojů, technické prostředky pro jejich minimalizaci	206
7.3.4.5 Řešení odvzdušnění tvarových dutin vstřikovacích forem	207
7.4 Provoz, údržba a opravy vstřikovacích forem	207
7.4.1 Provoz vstřikovací formy	208
7.4.2 Údržba – důvody, definice, cíle	209
7.4.2.1 Proč údržba	209
7.4.2.2 Definice údržby	210
7.4.2.3 Typy údržby	210
Oprava po poruše (Breakdown Maintenance, Reactive Maintenance)	210
Plánovaná preventivní údržba (Planned Preventive Maintenance)	210
Prediktivní údržba (Predictive Maintenance)	211
Totálně produktivní údržba (Total Productive Maintenance)	211
7.4.2.4 Podpora údržby	212
7.4.2.5 Audit údržby	213
7.4.3 Vstřikovací formy a jejich údržba	213
7.4.3.1 Základní hlediska dělení vstřikovacích forem	213
7.4.3.2 Systém údržby forem	213
7.4.3.3 Plánovaná preventivní údržba forem a realita	215
7.4.3.4 Nejčastější úkony prováděné při údržbě forem	216
7.4.4 Údržba vstřikovací formy – čištění povrchů a desénů, mazání, odmašťování, separace povrchů, antikorozi ochrana	218
7.4.4.1 Povrchy vstřikovacích forem	218
7.4.4.2 Požadavky na prostředky pro údržbu vstřikovacích forem	219
Prostředky pro čištění forem a jejich odmaštění	219
Prostředky pro mazání	219
Prostředky pro konzervaci	219
Prostředky pro separaci, pro bezproblémové odformování	220
7.4.4.3 Čištění a odmašťování povrchů a desénů	220
Mechanické odstraňování nečistot – omílání	220

Rozpouštědlové odstraňování a odmašťování	221
Čištění povrchů suchým ledem	221
Ultrazvukové čištění povrchů	222
Termální čištění dílů vstříkovacích forem	222
Laserové čištění povrchů	223
7.4.4.4 Antikorozi ochrana vstříkovacích forem – konzervace forem	223
7.4.4.5 Mazání dílů vstříkovacích forem	223
7.4.4.6 Separace tvarových povrchů vstříkovacích forem – zlepšení odformování	224
7.4.4.7 Chyby při používání čisticích, odmašťovacích, mazacích, konzervačních a separačních prostředků	224
7.4.5 Údržba vstříkovací formy – čištění temperačních systémů forem	225
7.4.6 Údržba vstříkovací formy – opravy vstříkovacích forem	226
7.4.6.1 Výrobní dokumentace pro opravy forem	226
7.4.6.2 Vlivy na volbu technologie a postupů oprav	226
7.4.6.3 Technologie povlakování	227
7.4.6.4 Opravy poškození vstříkovacích forem	227
Postup opravy vstříkovací formy – interní nebo externí oprava	228
Technologie svařování a navařování při opravách vstříkovacích forem	229
Údržba a opravy horkých systémů vstříkovacích forem	231
Údržba a opravy vstříkovacích forem – čištění hydraulických olejů	231

8 Výroba prvních výstříků a optimalizace procesu vstříkování

8.1 Vstříkování termoplastů: fáze výrobního cyklu, pvT diagramy, smrštění, deformace a vnitřní pnutí

8.1.1 Fáze vstříkovacího cyklu	234
8.1.1.1 Plastiční fáze	234
8.1.1.2 Vstříkovací fáze	234
8.1.1.3 Dotlaková fáze	235
8.1.1.4 Fáze ochlazovací	235
8.1.1.5 Stav výstříku a jeho kvalita	236
8.1.1.6 Tlak, teplota a měrný objem v průběhu vstříkovacího procesu (pvT diagramy)	236
8.1.1.7 pvT diagramy amorfních a částečně krystalických termoplastů a smrštění	239
8.1.1.8 Krystalizační pochody a jejich vliv na smrštění částečně krystalických termoplastů	241
8.1.1.9 Smrštění a propadliny (staženiny) povrchu, dutiny (lunkry)	242
8.1.1.10 Smrštění, možnosti jeho minimalizace	242
8.1.1.11 Smrštění a deformace výstříků z termoplastů	245
8.1.1.12 Vnitřní pnutí ve výstřících z termoplastů	245

8.2 Postup při výrobě prvních výstříků

8.2.1 Popis postupu výroby prvních výstříků	250
8.2.1.1 Příprava vstříkování	250
8.2.1.2 První nastavení strojních a technologických parametrů vstříkování	250
8.2.1.3 Výroba prvních výstříků	251
8.2.1.4 První optimalizace vstříkovacího procesu	251
8.2.1.5 Další optimalizační procesy	252
8.2.1.6 Optimalizace – podklady pro výrobu výstříků	252

8.3 Poznámky k přípravě vstříkování prvních výstříků

8.3.1 Vstříkovací stroj	254
8.3.1.1 Stanovení uzavírací síly, tlaky při vstříkování termoplastů	254
8.3.1.2 Objem plstiční jednotky vstříkovacího stroje	256

8.3.1.3 Zpětný uzávěr na šneku	258
8.3.2 Periferní zařízení potřebná pro výrobu konkrétního výstřiku	260
8.3.3 Vstřikovací forma a její parametry	261
8.3.4 Vstřikovací materiály	261
8.4 Poznámky k výrobě prvních výstřiků.	261
8.4.1 Vstřikovací forma – provoz formy	261
8.4.2 Nastavení strojních parametrů vstřikování a připojení periferních zařízení	265
8.4.2.1 Uzavírací jednotka vstřikovacího stroje	265
8.4.2.2 Plastikační a vstřikovací jednotka vstřikovacího stroje	266
8.4.2.3 Připojení a nastavení parametrů periferních zařízení	266
8.4.3 Fáze vstřikovacího procesu, technologické parametry vstřikování a jejich vliv na vlastnosti výstřiků z termoplastů	267
8.4.3.1 Plastikace, dávkování, příprava polymerní taveniny	268
8.4.3.2 Vstřikovací a kompresní fáze – plnění tvarových dutin formy polymerní taveninou	269
8.4.3.3 Způsob přepnutí ze vstřikovacího tlaku na dotlakovou fázi	269
8.4.3.4 Dotlaková fáze	273
8.4.3.5 Fáze chlazení výstřiku v tvarové dutině vstřikovací formy	273
8.4.3.6 Zpracovatelské okno – vymezení formovatelnosti a přenos parametrů mezi vstřikovacími stroji	276
8.4.3.7 Problematika nastavení jednotlivých technologických parametrů vstřikování	277
Teplota formy	277
Teplota taveniny	278
Teplota horkého rozvodu vstřikovací formy	280
Vlivy na plastikaci – vytváření dávky polymerní taveniny	280
Velikost vstřikované dávky	281
Dekomprese před a po plastikaci	281
Zpětný odpor na šneku	282
Obvodová rychlost na šneku – otáčky šneku	282
Doba plastikace, doba setrvání polymerní taveniny v plastikační komoře vstřikovacího stroje a v horkém rozvodu vstřikovací formy	283
Vstřikovací tlak a vstřikovací rychlost	285
Doba vstřiku – doba plnění tvarových dutin vstřikovací formy	286
Bod přepnutí ze vstřikovacího tlaku na dotlak	286
Dotlaková fáze – tlaková úroveň dotlaku a doba dotlaku	288
Polštář	289
Postup nastavení parametrů plnicí a dotlakové fáze vstřikovacího cyklu	289
Doba ochlazování a chlazení, teplota vyhození výstřiku z formy	290
Doba manipulace	292
Tlakové křivky při vstřikování termoplastů	293
Tabulka jakosti, způsobnost procesu	294
8.5 Optimalizace procesu vstřikování termoplastů	295
8.6 Systémy jakosti a vstřikování termoplastů	298
8.7 Vstřikování druhotných materiálů	301
9 Vstřikování kompozitních materiálů s termoplastickou maticí.	304
9.1 Krátká historie použití plastů v osobních automobilech	304
9.2 Kompozitní materiály s termoplastickou maticí	306
9.2.1 Kompozity s krátkými vlákny	309
9.2.2 Kompozity s dlouhými vlákny	311

9.2.3 Uhlíková, rostlinná a další vlákna a plniva	313
9.2.4 Nanokompozity	315
9.2.5 Kompozity s reaktoplastickou matricí a další údaje o kompozitech	315
9.3 Konstrukční kompozity na bázi polypropylenu	318
9.3.1 Proč kompozity s polypropylenovou matricí	318
9.3.2 Vstřikování polypropylenu	319
9.3.3 Kopolymery polypropylenu	320
9.3.4 Kompozity se skleněnými vlákny	321
9.3.4.1 Krátká skleněná vlákna	321
9.3.4.2 Dlouhá skleněná vlákna	321
9.3.5 Polypropylen plněný skleněnými mikrokuličkami	322
9.3.6 Polypropylen plněný talkem (mastkem)	322
9.3.7 Polypropylen plněný uhličitanem vápenatým	322
9.3.8 Polypropylen plněný slídou	323
9.3.9 Polypropylen plněný wollastonitem	323
9.3.10 Polypropylenové kompozity s nanoplňivou	323
9.3.11 Polypropylenové kompozity s přírodními vlákny	324
9.3.12 Speciální polypropylenové kompaundy	325
9.4 Základy vstřikování kompozitů s termoplastickou matricí vyztužených dlouhými vlákny – LFRT	326
9.4.1 Vstřikování LFRT kompozitů	326
9.4.1.1 Vstřikovací stroj	326
Plastikační a vstřikovací šnek	326
Násypka granulátu a doprava pelet do ní	327
Zpětný uzávěr na šneku	327
Plastikační válec	327
Tryska plastikační komory	328
Volba velikosti vstřikovacího stroje	328
9.4.1.2 Vstřikovací forma	329
Výběr oceli pro výrobu forem	329
Studený vtokový rozvod	329
Horké vtokové systémy a kombinované systémy	330
Ústí vtoku	330
Úkosy, desény	330
Odvzdušnění tvarových dutin formy	331
Temperace forem	332
Vyhazovací systémy forem	332
Údržba forem	332
9.4.1.3 Konstrukce výstřiků	332
9.4.1.4 Vstřikovací proces	333
Sušení granulátu	333
Teplota taveniny	333
Teplota formy	334
Čištění vstřikovací jednotky	334
Vstřikovací tlak a vstřikovací rychlost	334
Tlaková úroveň dotlaku a doba dotlaku	335
Obvodová rychlost na šneku – otáčky šneku a zpětný odpor šneku	335
Zpracování drtě a regenerátů	335
9.4.1.5 Shrnutí hlavních pravidel pro zpracování LFT kompozitů	336

9.5 Vodivé typy kompozitů s termoplastickou maticí, možnost náhrady kovových materiálů	337
9.5.1 Význam pojmů	337
9.5.1.1 Zdroje optického záření	337
9.5.1.2 Tepelná vodivost	339
9.5.1.3 Uhlíkové nanotrubičky	339
9.5.1.4 Elektrická vodivost	340
9.5.1.5 EMC – elektromagnetická kompatibilita	340
9.5.1.6 Magnetické vlastnosti materiálů	341
9.5.2 Tepelně vodivé kompozity	342
9.5.2.1 Příklady tepelně vodivých termoplastů	342
9.5.3 Elektricky vodivé kompozity	343
9.5.3.1 Příklady elektricky vodivých termoplastů	344
9.5.4 Kompozity s magnetickými vlastnostmi	345
9.5.5 Technologie vstřikování tepelně vodivých, elektricky vodivých a magnetických kompozitů	346
9.5.5.1 Tepelně vodivé materiály	347
9.5.5.2 Elektricky vodivé materiály	347
9.5.5.3 Magnetické materiály	348
9.5.5.4 Praktické zkušenosti – vývoj tělesa reflektoru	348
9.6 Biologicky odbouratelné plasty – bioplasty	350
9.6.1 Bio výkladový slovník	350
9.6.2 Komentáře k pojmům a reálný stav v oblasti bioplastů	354
9.6.3 Pozice bioplastů na trhu	357
9.6.4 Náklady na aplikaci biopolymerů	358
9.6.5 Další otázky	358
9.6.6 Částečné biokompozity	358
9.6.7 Bioplasty a výrobky krátkodobé spotřeby – recyklace	359
9.6.8 Bioplasty a technologie vstřikování termoplastů	362
9.6.9 Vstřikování směsí na bázi polyamidů	363
9.6.10 Potenciál biopolyamidů	364
9.6.11 Bioplasty – růst přes problémy	365
9.6.12 Biodegradovatelné plasty – bioplasty	365
9.6.12.1 PET a polyolefiny na biologickém základě	365
9.6.12.2 Technické plasty	366
9.6.13 Bioplasty – shrnutí	366
10 Emisní a pachové chování termoplastů: interiérové automobilové výstřiky	368
10.1 Ovzduší a jeho znečištění	368
10.2 Emisní chování interiérových termoplastických materiálů	369
10.2.1 Emisivita materiálů, zdroje emisí, těkavost, emisní kinetika	369
10.2.2 Emise specifické	370
10.2.3 Emise nespecifické	370
10.3 Pachové zkoušky	371
10.4 Závěr k emisnímu a pachovému chování termoplastů	372
11 Měření barvy a lesku výstřiků z termoplastů, barevné koncentráty	373
11.1 Kolometrie – co to je barva?	373

11.1.1 Psychosenzorické (vjemové) hledisko	373
11.1.2 Fyzikální (objektivní) hledisko	373
11.1.3 Psychofyzikální hledisko	374
11.2 Aditivní a subtraktivní mísení barev	374
11.2.1 Aditivní (součtové) mísení barev	374
11.2.2 Subtraktivní (odečítací) mísení barev	375
11.3 Lesk, měření lesku	375
11.3.1 Měření lesku	375
11.4 Měření barvy	375
11.4.1 Standardizace podmínek pro hodnocení barev	376
11.4.2 Spektrofotometr	376
11.4.3 Geometrie měřicí soustavy	377
11.4.4 Zdroje světla	377
11.4.5 Pozorovatel	377
11.5 Kolorimetrické parametry	378
11.6 Metamerie	378
11.7 Světelné kabiny	380
11.8 Praktické zkušenosti s měřením barvy	380
11.8.1 Spektrofotometr	380
11.8.2 Místo měření	380
11.8.3 Zákaznický měrový standard	381
11.8.4 Výsledky měření spektrofotometrem a jejich porovnání se standardem	381
11.8.5 Způsoby měření	381
11.8.6 Vliv prostředí	381
11.8.7 Použití barevných koncentrátů	382
11.8.8 Měření ve světelných kabinách	382
11.8.9 Metamerie a světelné kabiny	382
11.8.10 Vliv technologických parametrů vstřikování	382
11.9. Barevné koncentráty, masterbatche	383
12 Vady výstřiků z termoplastů a jejich odstraňování	385
12.1 Vady výstřiků: plnění tvarové dutiny formy polymerní taveninou a děje v ní se odehrávající (orientace makromolekul)	386
12.2 Vady výstřiků: vnitřní pnutí ve výstřicích z termoplastů	388
12.3 Vady výstřiků: výrobní smrštění a dosmrštění	389
12.4 Vady výstřiků: studené spoje	390
12.6 Vady výstřiků: nehomogenita nadmolekulární struktury, částečně krystalické plasty, primární a sekundární krystalizace	393
12.5 Vady výstřiků: tokové čáry	393
12.7 Vady výstřiků: dělení vad, jejich výběrový výčet	394
12.7.1 Vady zjevné	394
12.7.1.1 Vady zjevné: vady tvaru	394
12.7.1.2 Vady zjevné: vady povrchu	394
12.7.2 Skryté vady	395
12.7.3 Vady vzniklé při vlastním vstřikování	395
12.8 Vady výstřiků: popis, charakteristika, příčiny vzniku a odstranění vybraných vad	395

12.8.1 Neúplný výstřik	396
12.8.2 Přetoky a otřepy	397
12.8.3 Propadliny, vtaženiny	397
12.8.4 Deformace výstřiku	397
12.8.5 Změna barvy – barevný odstín výstřiku	399
12.8.6 Rozdíly v lesku, nevykopírovaný desén	399
12.8.7 Opalescence, optická anizotropie	399
12.8.8 Stříbření v důsledku vlhkosti ve vstřikovaném materiálu	402
12.8.9 Bílé, světlé nebo stříbřité pruhy, mapy, stopy na povrchu výstřiků	403
12.8.10 Jemně rýhovaný nebo pórovitý povrch výstřiku	403
12.8.11 Trhlinky a mikrotrhlinky na povrchu výstřiku	403
12.8.12 Tokové čáry na povrchu výstřiku	405
12.8.13 Rozvrstvování, delaminace povrchu výstřiku	405
12.8.14 Žloutnutí, hnědnutí materiálu výstřiku	405
12.8.15 Místní spálení materiálu výstřiku	407
12.8.16 Černé tečky na výstřiku	408
12.8.17 Volný tok polymerní taveniny – meandrový tok	408
12.8.18 Studené spoje	411
12.8.19 Vakuové bubliny – lunkry	414
12.8.20 Uzavírání vzduchu nebo plynných produktů ve stěnách výstřiků	414
12.8.21 Vnitřní pnutí ve výstřiku	432
12.8.22 Špatná mechanická pevnost výstřiků – jejich zkřehnutí	432
12.8.23 Nereálné rozměrové a geometrické tolerance výstřiků	432
12.8.24 Problémy vzniklé při zpracování drtě	433
12.8.25 Vady způsobené vstřikovací formou a vstřikovacím strojem	434
12.8.26 Vady způsobené statickou elektřinou, elektrostatickým nábojem	435

13 Využití měření teploty termokamerou (termogramů) při vstřikování termoplastů a kompozitních materiálů s termoplastickou matricí 439

13.1 Měření teploty	439
13.1.1 Krátký úvod pro měření termokamerou	440
13.1.2 Termokamery a jejich konstrukce	441
13.2 Měření termokamerou, praktické výsledky a závěry z měření	443

Zkratky a názvy polymerních vstřikovacích termoplastů 451

Rejstřík 452

Literatura 455