

Obsah

Předmluva	11
1. Princip, technologičnost odlitků, volba metody	13
1.1. Úvod	13
1.2. Princip a vývoj přesného lití metodou vytavitelného a trvalého modelu	14
1.2.1. Princip metody vytavitelného modelu	14
1.2.2. Princip metody trvalého modelu	16
1.3. Charakteristické znaky vytavitelného modelu	16
1.3.1. Drsnost povrchu	18
1.3.2. Možné rozměry	19
1.3.3. Přídavky na opracování	19
1.3.4. Dosažitelná přesnost	20
1.3.5. Hospodárnost	23
1.4. Základní požadavky na tvar a průřez z hlediska lití a srovnání s výrobou třískovým obráběním	26
1.5. Příprava výroby	30
1.5.1. Návrh výrobního postupu	30
1.5.2. Výrobní dokumentace	33
1.6. Metoda vytavitelného modelu a její vývoj	33
1.6.1. Pevná keramická forma bezobalovým způsobem	36
1.6.2. Pevná keramická forma obalovým způsobem	36
1.6.3. Pevná keramická forma obalovým způsobem se sypkou výplňovou směsí	37
1.6.4. Zasypaná skořepina	37
1.6.5. Samonosná skořepina	37
Literatura	39
2. Formy a materiály na vytavitelné a spalitelné modely, výrobní postupy	40
2.1. Konstrukce forem na vytavitelné a spalitelné modely	40
2.1.1. Druhy forem	40
2.1.2. Směrnice k výrobě matečného modelu	46
2.1.3. Směrnice k návrhu formy na vytavitelný model	48
2.2. Výroba forem	49
2.2.1. Výroba formy z nízkotavitelné slitiny s ocelovým pláštěm	49
2.2.2. Výroba dalších druhů forem	51
2.3. Modelové hmoty	51

2.3.1.	Vlastnosti vhodné modelové hmoty	51
2.3.2.	Materiály na modelové hmoty	52
2.3.3.	Posuzování vosků	53
2.3.4.	Použitelné suroviny na voskové modelové hmoty	54
2.3.5.	Modelové hmoty pro gravitační odlévání modelů	58
2.3.6.	Modelové hmoty pro vstříkové lití modelů	61
2.3.7.	Příprava voskových modelových hmot	62
2.3.8.	Regenerace voskových modelových hmot	62
2.3.9.	Závady při výrobě voskových modelů	63
2.3.10.	Závěr	64
2.4.	Výroba vytavitelných modelů	64
2.4.1.	Výrobní vytavitelných modelů	64
2.4.2.	Pracovní postup při výrobě vytavitelných modelů	65
2.5.	Sestavování modelů	67
2.5.1.	Sestavy jednotlivých modelů	67
2.5.2.	Sestavování stromečků	68
2.5.2.1.	Stromečky pro gravitační lití	68
2.5.2.2.	Stromečky pro odstředivé lití	82
2.5.2.3.	Zvláštní sestavy	85
2.6.	Vtokové soustavy stromečků	86
2.6.1.	Hlavní části vtokové soustavy	86
2.6.2.	Základní rozměry vtokové soustavy	89
2.7.	Úprava povrchu modelů k formování	91
2.7.1.	Dělicí prostředky	92
Literatura		92
3.	Formovací hmoty pro metodu vytavitelného modelu	94
3.1.	Podstata pojení a tuhnutí formovacích hmot	94
3.1.1.	Rozdělení a povaha koloidů	94
3.1.2.	Povaha kapalných koloidů	95
3.1.3.	Adsorpce	95
3.1.4.	Elektrická dvojvrstva	96
3.1.5.	Elektrický náboj koloidních částic a stabilita lyofobních solí	97
3.1.6.	Stavové změny solí	98
3.1.7.	Schulze—Hardyův zákon	98
3.1.8.	Gelace	99
3.1.9.	Podstata tvorby lyogelů	99
3.1.10.	Struktura lyogelů	101
3.1.11.	Tuhnutí kašovitých keramických směsí s lyosoly SiO_2	101
3.1.12.	Základní vlastnosti a povaha lyogelů SiO_2	103
3.1.12.1.	Hydrogely SiO_2	103
3.1.12.2.	Alkogely SiO_2	104
3.2.	Vazné kapaliny a jejich příprava	106
3.2.1.	Příprava lyosolů SiO_2 metodami kondenzačními	106
3.2.1.1.	Příprava lyosolů z alkalických křemičitanů	106
3.2.1.2.	Příprava lyosolů hydrolytickým štěpením	107
3.2.2.	Příprava lyosolů SiO_2 metodami disperzními (repeptizací)	107
3.2.3.	Vlastnosti hydrosolů SiO_2	107
3.2.4.	Vlastnosti organosolů SiO_2	108
3.2.5.	Příprava, složení a vlastnosti koloidních roztoků SiO_2 , používaných jako pojivo v kašovitých formovacích směších	109
3.2.5.1.	Hydrosoly SiO_2	109

3.2.5.2.	Alkosoly SiO_2	111
3.2.5.3.	Podmínky hydrolýzy	114
3.2.6.	Postup k přípravě vazné kapaliny	117
3.2.6.1.	Příprava základního hydrolyzátu	117
3.2.6.2.	Příprava vazné kapaliny ze základního hydrolyzátu	118
3.2.6.3.	Příprava vazné kapaliny pro bezobalový způsob výroby forem	119
3.2.6.4.	Příprava vazných kapalin se smíšeným prostředím alkohol—voda	119
3.2.6.5.	Příprava vazných kapalin pro metodu trvalého modelu	120
3.3.	Formovací hmoty pro keramické formy	123
3.3.1.	Kašovitě formovací směsi podle literárních pramenů	124
3.3.2.	Kašovitě formovací směsi, používané v ZPS Gottwaldov	125
3.3.2.1.	Směsi pro přímé zaformování voskových stromečků (klasický výrobní způsob)	125
3.3.2.2.	Směsi pro dělené formy podle metody trvalého modelu	126
3.3.2.3.	Směsi pro obalový způsob	127
Literatura		128
4.	Jednotlivé způsoby výroby keramických forem	130
4.1.	Výroba pevné keramické formy přímým zaléváním	130
4.1.1.	Zalévání stromečků a strásání	133
4.1.2.	Sušení forem	135
4.1.3.	Vytavování vosku	135
4.1.4.	Vypalování forem	136
4.2.	Výroba pevné keramické formy obalováním	136
4.2.1.	Výroba pevné keramické formy obalováním, zalévání kašovitou formovací směsí	136
4.2.1.1.	Obalování stromečků	138
4.2.1.2.	Příprava obalovací směsi	139
4.2.1.3.	Složení kašovitě formovací výplňové směsi	139
4.2.2.	Výroba pevné keramické formy obalováním, zasypáváním suchou výplňovou směsí	141
4.3.	Výroba zasypané skořepiny	142
4.3.1.	Vytavování vosku	143
4.3.2.	Zasypávání skořepin	143
4.3.3.	Vypalování a odlévání skořepin	144
4.3.4.	Mokrý skořepina	144
4.4.	Výroba samonosné skořepiny	145
4.4.1.	Žhavá skořepina	145
4.4.1.1.	Obalování stromečků	145
4.4.1.2.	Ztužování skořepin	148
4.4.1.3.	Vypalování a odlévání skořepin	149
4.4.2.	Studená skořepina	149
4.5.	Výhody a nevýhody jednotlivých výrobních způsobů, výrobní závady, jejich příčiny a odstranění	150
4.5.1.	Pevná keramická forma, vyrobená bezobalovým způsobem	150
4.5.2.	Pevná keramická forma, vyrobená obalovým způsobem, kašovitá výplňová směs	152
4.5.3.	Pevná keramická forma, vyrobená obalovým způsobem, sypká výplňová směs	153
4.5.4.	Zasypaná skořepina	153

4.5.5. Samonosná skořepina	156
4.6. Formovací přípravky	157
4.6.1. Formovací přípravky pro gravitační lití	157
4.6.1.1. Zasypaná skořepina	157
4.6.1.2. Kašovité směsi	162
4.6.1.3. Samonosná skořepina	163
4.6.2. Přípravky pro lití spodním vtokem	164
4.6.3. Přípravky pro sklopné lití	164
4.6.4. Přípravky pro odstředivé lití	169
Literatura	171
5. Přesné lití metodou trvalého modelu	172
5.1. Výroba forem	172
5.1.1. Přísady ke zvýšení prodyšnosti forem	173
5.1.2. Gelační činidla	175
5.1.3. Vhodné složení písku	177
5.1.4. Vazná kapalina	177
5.1.5. Formovací směs	178
5.1.6. Postup výroby keramických vložek a dílů forem	178
5.1.7. Příprava keramických dílů forem k lití a odlévání	181
5.2. Zpracování odlitků	181
5.3. Trvalé modely	182
5.4. Výhody a použití metody	183
5.5. Výrobní závady, jejich příčiny a odstranění	186
Literatura	188
6. Materiály a jejich tavení, odlévání forem	190
6.1. Materiály vhodné k výrobě přesných odlitků	190
6.1.1. Odlitky z ocelí	190
6.1.1.1. Mechanické hodnoty litých ocelí	190
6.1.2. Odlitky ze šedé litiny	203
6.1.3. Odlitky z neželezných kovů	203
6.2. Tavení materiálů	204
6.2.1. Obloukové pece	204
6.2.2. Indukční pece	204
6.2.2.1. Vsázky pro indukční pece	204
6.2.2.2. Tavení	205
Literatura	208
7. Konečná úprava odlitků, jejich vady, tepelné zpracování a kontrola	209
7.1. Uvolňování odlitků z forem	209
7.1.1. Pevné keramické formy	209
7.1.2. Zasypané skořepiny	210
7.1.3. Samonosné skořepiny	210
7.2. Oddělování odlitků od vtokové soustavy	210
7.3. Úprava odlitků	221
7.4. Povrchová úprava přesných odlitků	221
7.4.1. Loužení odlitků	222
7.4.2. Povrchová úprava přesných odlitků po tepelném zpracování	224
7.4.2.1. Otryskávání	224

7.4.2.2.	Omílání za mokra	226
7.4.2.3.	Moření	226
7.4.3.	Sušení, konzervování, konečná úprava povrchu	227
7.5.	Vady odlitků	229
7.5.1.	Hlavní příčiny vad odlitků	229
7.5.2.	Dutiny	230
7.5.2.1.	Bubliny	230
7.5.2.2.	Zadrogeniny	230
7.5.2.3.	Struskovitost	232
7.5.2.4.	Staženiny	232
7.5.2.5.	Řediny, mikropórovitost	233
7.5.3.	Přerušení souvislosti	234
7.5.3.1.	Trhliny	234
7.5.3.2.	Praskliny	235
7.5.4.	Vady povrchu	236
7.5.4.1.	Zapečeniny (přípečeniny)	236
7.5.4.2.	Zavaleniny	237
7.5.4.3.	Zálupy	238
7.5.4.4.	Nárosty (strupy)	239
7.5.4.5.	Výronky	239
7.5.4.6.	Kuličky	240
7.5.4.7.	Okujení, opálení	240
7.5.4.8.	Omačkání, otlučení, pohmoždění	241
7.5.5.	Vady tvarové rozměrové, váhové	241
7.5.5.1.	Nezaběhnutí	241
7.5.5.2.	Přesazení	242
7.5.5.3.	Zatekliny	242
7.5.5.4.	Vyboulení	243
7.5.5.5.	Zborcení	243
7.5.5.6.	Mechanické poškození	244
7.5.6.	Broky	244
7.5.7.	Vady zjištěné laboratorními zkouškami	245
7.6.	Tepelné zpracování odlitků a jeho vady	245
7.6.1.	Struktura odlitků z oceli	246
7.7.	Kontrola výroby, přejímací podmínky	257
7.7.1.	Vstupní kontrola	257
7.7.2.	Mezioperační kontrola	257
7.7.3.	Výstupní kontrola	262
7.7.4.	Vybavení technické kontroly	265
7.7.5.	Přejímací podmínky	267
Literatura		269
8.	Stroje a zařízení sléváren pro přesné lití	271
8.1.	Stroje na výrobu vytavitelných modelů	271
8.2.	Zařízení k tavení modelových hmot	279
8.3.	Dopravníky modelů	279
8.4.	Stroje na výrobu keramických obalů a forem	283
8.4.1.	Míchačky	283
8.4.2.	Sypače	289
8.4.3.	Sušárny	290
8.4.4.	Strásače	293
8.5.	Stroje a zařízení k přípravě a odlévání forem	296

8.5.1. Oběh forem	296
8.5.2. Zařízení na vytavování voskových modelů	299
8.5.3. Zónové pece	299
8.5.4. Lící dopravníky	303
8.5.5. Chladicí tunely	303
8.5.6. Zasýpací věž	304
8.5.7. Stroje na odstředivé lití	304
8.6. Pece na sklopné lití	307
8.6.1. Sklopná pec oblouková s dotlačováním	307
8.6.2. Sklopná pec vysokofrekvenční s dotlačováním	309
8.7. Zařízení cídírny přesných odlitků	309
8.7.1. Vibrační zařízení	309
8.8. Zásobníky sypkých materiálů	311
Literatura	313
9. Kontrola surovin pro přesné lití	314
9.1. Předpisy ke zkoušení voskových surovin a modelových hmot	314
9.1.1. Hustota	314
9.1.2. Bod skápnutí	314
9.1.3. Bod tuhnutí na kuličce	316
9.1.4. Bod měknutí kroužkem a kuličkou	316
9.1.5. Smrštění	316
9.1.6. Tvrdost	317
9.1.7. Pevnost v ohybu	318
9.1.8. Stabilita	319
9.1.9. Křehkost	320
9.1.10. Roztažnost	321
9.1.11. Obsah popela	322
9.1.12. Číslo kyselosti a zmýdelnění	322
9.2. Předpisy ke zkoušení surovin k výrobě vazných kapalin a keramických hmot	323
9.2.1. Etylsilikát 40	323
9.2.2. Metanol syntetický	326
9.2.3. Etanol — líh technický, denaturovaný éterem	326
9.2.4. Vodní sklo sodné	326
9.2.5. Fenolformaldehydový kondenzát A 1.1.1. — novolak	327
9.2.6. Slévárenské písky	327
9.2.7. Kaolin Sedlec — extra — mletý	328
9.2.8. Cement hlinitanový, elektrotavený	330
9.2.9. Magnezitový slínek (pálený magnezit), značka GV	333
9.2.10. Měření viskozity vazné kapaliny a obalové směsi	333
Literatura	334
10. Hospodárnost	335
10.1. Zásady ekonomického použití přesných odlitků	335
10.2. Příklady ekonomické výroby přesných odlitků	340
11. Bezpečnost práce	346
Rejstřík	348