

---

# Obsah

1	ZÁKLADY TEORIE SMALTOVÝCH POVLAKŮ . . . . .	9
1.1	Úvod . . . . .	9
1.2	Charakteristika smaltových povlaků, jejich složení, struktura a druhy	11
1.2.1	Druhy smaltových povlaků . . . . .	18
1.2.1.1	Smalty na ocelový plech . . . . .	18
1.2.1.2	Smalty na šedou litinu . . . . .	22
1.2.1.3	Smalty na neželezné kovy . . . . .	23
1.2.2	Značení jednotlivých druhů smaltů . . . . .	25
1.3	Smalt jako dlouhodobá protikorozní ochrana v agresivním prostředí	26
1.3.1	Koroze smaltových povlaků . . . . .	31
1.3.1.1	Koroze v kyselém prostředí . . . . .	32
1.3.1.2	Nízkoteplotní koroze . . . . .	33
1.3.1.3	Koroze v alkalickém prostředí . . . . .	34
1.3.1.4	Koroze v prostředí vody a vodní páry . . . . .	35
1.3.1.5	Koroze v agresivních atmosférách . . . . .	36
2	SUROVINY PRO VÝROBU SMALTŮ . . . . .	41
3	SMALTĚŘSKÉ FRITY . . . . .	53
3.1	Výroba a vlastnosti smaltěřských frit . . . . .	53
3.1.1	Formulace složení frit . . . . .	53
3.1.2	Výpočet složení kmene z chemického složení frity . . . . .	59
3.1.3	Navazování a homogenizace . . . . .	63
3.1.4	Tavení a fritování . . . . .	66
3.1.4.1	Tavicí pece . . . . .	68
3.1.5	Kontrola tavení, složení a vlastností frit . . . . .	68
4	PODKLADOVÝ KOV PRO SMALTOVÁNÍ . . . . .	72
4.1	Ocelový plech pro smaltování . . . . .	72
4.1.1	Metalografická struktura ocelí pro smaltování . . . . .	76
4.1.2	Vliv jednotlivých prvků na smaltovatelnost oceli . . . . .	78
4.1.3	Sklon ocelového plechu ke vzniku vodíkových vad smaltu . . . . .	79
4.1.4	Plech ze speciálních ocelí . . . . .	83
4.2	Šedá litina . . . . .	84
4.2.1	Vliv jednotlivých prvků na smaltovatelnost šedé litiny . . . . .	85
4.2.2	Požadavky na metalografickou strukturu šedé litiny . . . . .	87
4.2.3	Jakost povrchu a konstrukce odlitek pro smaltování . . . . .	87
4.3	Hliník a jeho slitiny . . . . .	88

5	POVRCHOVÁ PŘEDÚPRAVA KOVŮ . . . . .	89
5.1	Chemická povrchová předúprava . . . . .	90
5.1.1	Odmaškování . . . . .	90
5.1.2	Moření . . . . .	91
5.1.3	Neutralizace . . . . .	93
5.1.4	Niklování . . . . .	93
5.1.5	Příklady postupů chemických předúprav . . . . .	94
5.2	Mechanická a automatizace chemických předúprav povrchu oceli . . . . .	95
5.3	Mechanická povrchová předúprava . . . . .	99
6	TECHNOLOGIE SMALTOVÁNÍ . . . . .	102
6.1	Příprava smaltéřské suspenze . . . . .	102
6.1.1	Otáčky kulového mlýna . . . . .	104
6.1.2	Rozměry mlecích koulí . . . . .	105
6.1.3	Hmotnost mlecích koulí . . . . .	105
6.1.4	Hmotnost dávky mletých materiálů . . . . .	106
6.1.5	Doba mletí . . . . .	106
6.2	Vlastnosti smaltéřských suspenzí a jejich kontrola . . . . .	107
6.2.1	Stanovení jemnosti mletí . . . . .	107
6.2.2	Stanovení hustoty . . . . .	108
6.2.3	Stanovení doby tečení . . . . .	108
6.2.4	Stanovení hmotnosti nánosu . . . . .	108
6.2.5	Stanovení plastické viskozity, meze tečení a míry tixotropie . . . . .	109
6.3	Výroba práškových smaltů . . . . .	111
6.3.1	Stanovení distribuce velikosti částic . . . . .	113
6.3.2	Měrný elektrický odpor . . . . .	113
6.3.3	Fluidita prášku . . . . .	113
6.4	Nanášení smaltu . . . . .	115
6.4.1	Nanášení smaltů za mokra . . . . .	116
6.4.2	Stékačím metody nanášení . . . . .	116
6.4.2.1	Nanášení máčením . . . . .	119
6.4.2.2	Nanášení poléváním . . . . .	122
6.4.2.3	Vakuové nanášení . . . . .	123
6.4.3	Stříkačím metody nanášení . . . . .	123
6.4.3.1	Ruční nanášení stříkáním . . . . .	125
6.4.3.2	Automatické stříkání . . . . .	126
6.4.3.3	Elektrostatické stříkání . . . . .	127
6.4.4	Elektroforetické nanášení . . . . .	128
6.4.5	Nanášení smaltů za sucha . . . . .	129
6.4.5.1	Nanášení sypáním . . . . .	130
6.4.5.2	Nanášení fluidací . . . . .	130
6.4.6	Nanášení práškových smaltů v elektrickém poli . . . . .	130
6.4.6.1	Nabíjení částic práškového smaltu . . . . .	132
6.4.6.2	Zařízení pro nanášení práškových smaltů . . . . .	134
6.5	Sušení smaltů . . . . .	136



6.5.1	Sušení na volném vzduchu . . . . .	137
6.5.2	Sušení v sušárnách . . . . .	137
6.6	Vypalování smaltu . . . . .	138
6.6.1	Vypalovací pece . . . . .	140
6.6.1.1	Vsázkové (komorové) pece . . . . .	140
6.6.1.2	Kontinuální vypalovací pece . . . . .	141
6.6.1.3	Doporučené zásady při vypalování smaltovaných výrobků . . . . .	142
7	<b>VLASTNOSTI SMALTŮ A JEJICH MĚŘENÍ . . . . .</b>	<b>144</b>
7.1	Fyzikální parametry frit a jejich měření . . . . .	144
7.1.1	Viskozita . . . . .	144
7.1.2	Smáčivost . . . . .	148
7.1.3	Teplotní roztažnost . . . . .	149
7.1.4	Povrchové napětí . . . . .	152
7.2	Fyzikální parametry smaltových povlaků a jejich měření . . . . .	152
7.2.1	Celistvost smaltového povlaku . . . . .	153
7.2.2	Přidržnost smaltu ke kovu . . . . .	156
7.2.3	Mechanické vlastnosti smaltu . . . . .	158
7.2.3.1	Hustota . . . . .	158
7.2.3.2	Tloušťka povlaku . . . . .	158
7.2.3.3	Pevnost v tahu a v tlaku . . . . .	159
7.2.3.4	Pružnost . . . . .	159
7.2.3.5	Odolnost proti mechanickému nárazu . . . . .	159
7.2.3.6	Mechanické napětí v systému kov – smalt . . . . .	160
7.2.3.7	Tvrdost smaltu . . . . .	162
7.2.3.8	Odolnost proti abrazi . . . . .	162
7.2.4	Termické vlastnosti smaltu . . . . .	163
7.2.4.1	Odolnost proti vysokým a nízkým teplotám . . . . .	163
7.2.4.2	Odolnost proti náhlým změnám teploty . . . . .	164
7.2.4.3	Tepelná vodivost . . . . .	166
7.2.5	Optické vlastnosti . . . . .	166
7.2.5.1	Barevná charakteristika smaltu . . . . .	166
7.2.5.2	Zákal smaltu . . . . .	167
7.2.5.3	Lesk smaltu . . . . .	167
7.2.6	Elektrické vlastnosti . . . . .	168
7.3	Chemické vlastnosti smaltových povlaků . . . . .	168
7.3.1	Odolnost smaltů v kyselém prostředí . . . . .	168
7.3.2	Odolnost smaltů v alkalickém prostředí . . . . .	170
7.3.3	Odolnost smaltů v prostředí horké vody a páry . . . . .	172
7.3.4	Odolnost smaltů v agresivních atmosférách . . . . .	172
7.3.5	Odolnost proti roztokům pracích prášků . . . . .	173
7.3.6	Zdravotní nezávadnost smaltů . . . . .	174
8	<b>DRUHY SMALTŮ . . . . .</b>	<b>176</b>
8.1	Smalty pro chemická zařízení . . . . .	176

8.1.1	Technologie výroby ocelových smaltovaných aparatur pro chemický průmysl . . . . .	178
8.1.2	Základní smalt pro chemické aparatury . . . . .	179
8.1.3	Krycí smalty pro chemické aparatury a jejich vlastnosti . . . . .	179
8.1.3.1	Chemická odolnost smaltovaných aparatur . . . . .	180
8.1.3.2	Tepelná odolnost smaltovaných aparatur . . . . .	182
8.1.3.3	Odolnost smaltovaných aparatur proti nárazu . . . . .	183
8.1.3.4	Odolnost smaltovaných nádob proti tlakovému namáhání . . . . .	184
8.1.3.5	Tepelná vodivost . . . . .	185
8.1.4	Opravy vad . . . . .	186
8.2	Smalty pro potravinářská zařízení . . . . .	187
8.2.1	Konstrukce a technologie výroby smaltovaných skladovacích nádrží	188
8.3	Přímé chemicky odolné smalty . . . . .	189
8.4	Titaničité smalty . . . . .	191
8.5	Skelně krystalické povlaky . . . . .	194
8.6	Transparentní a polotransparentní smalty . . . . .	199
9	<b>KONSTRUKČNÍ A TECHNOLOGICKÉ ZÁSADY PRO SMALTOVÁNÍ</b> . . . . .	201
9.1	Konstrukční a technologické zásady pro sváření před smaltováním . .	202
10	<b>VADY SMALTŮ</b> . . . . .	204
11	<b>HYGIENA A BEZPEČNOST PRÁCE</b> . . . . .	207
12	<b>PROBLEMATIKA OCHRANY ŽIVOTNÍHO PROSTŘEDÍ</b> . . . . .	209
	<b>LITERATURA</b> . . . . .	210
	<b>REJSTŘÍK</b> . . . . .	212