

Obsah

Úvod	13
1. Přehled vybraných technologií zinkování	19
1.1. Elektrolytické (galvanické) zinkování	19
1.2. Zinkování žárovým stříkáním (metalizace)	19
1.3. Žárové zinkování ponorem do roztaveného zinku	20
1.4. Sherardování (difúzní zinkování)	21
1.5. Mechanické zinkování	22
1.6. Porovnání zinkových povlaků	22
2. Žárové zinkování ponorem do roztaveného zinku	24
2.1. Kontinuální zinkování	24
2.2. Kusové zinkování	25
2.2.1. Suchý proces	25
2.2.2. Mokrý proces	30
2.2.3. Zinkování s odstředěním	31
3. Chemická předúprava	34
3.1. Odmašťování	34
3.2. Moření	35
3.2.1. Zásady provozování mořicích lázní na bázi kyseliny chlorovodíkové	35
3.2.2. Křížové pravidlo	39
3.3. Oplach	39
3.4. Tavidlo	40
3.5. Sušení	40
3.6. Škodlivé účinky vodíku při moření	41
3.6.1. Puchýře a pěna	41
3.6.2. Vady organických povlaků	41
3.6.3. Vodíková křehkost a vodíková koroze	42
4. Tvorba povlaku žárového zinku	43
4.1. Soustava železo – zinek	43
4.2. Nízkoteplotní zinkování	47
4.3. Vysokoteplotní zinkování	50
5. Morfologie povlaků žárového zinku	52
5.1. Vliv křemíku (Si)	52
5.1.1. Ocele neuklidněné křemíkem	52
5.1.2. Ocele uklidněné křemíkem	55
5.2. Vliv chemického složení oceli	58
5.2.1. Vliv fosforu (P)	58
5.2.2. Vliv síry (S)	59
5.2.3. Vliv manganu (Mn)	59

5.2.4.	Vliv uhlíku (C)	59
5.2.5.	Vliv hliníku (Al) v oceli	59
5.2.6.	Vliv dalších prvků	59
5.3.	Vliv legur v zinkové lázni	59
5.3.1.	Hliník (Al) v zinkové lázni	60
5.3.2.	Cín (Sn)	60
5.3.3.	Nikl (Ni)	61
5.3.4.	Olovo (Pb)	61
5.3.5.	Bismut (Bi)	61
5.4.	Vliv dalších faktorů	62
5.4.1.	Tloušťka stěny substrátu	62
5.4.2.	Struktura substrátu	62
5.4.3.	Mechanické zpracování substrátu	62
5.4.4.	Tepelné zpracování substrátu	66
5.4.5.	Čistota povrchu substrátu	66
5.4.6.	Teplota zinkové lázně	68
5.4.7.	Doba ponoru	69
5.4.8.	Podmínky ochlazování	71
6.	Jevy na povlacích žárového zinku	72
6.1.	Drsnost povlaku	72
6.1.1.	Stečeniny	73
6.1.2.	Hrudky	73
6.1.3.	Krupice	73
6.1.4.	Směsné struktury povlaku	74
6.1.5.	Šupiny	76
6.1.6.	Strupovitost	76
6.1.7.	Svářková ocel	77
6.1.8.	Pěna	79
6.2.	Odstín	79
6.2.1.	Zinkový květ	80
6.2.2.	Spálený zinek	80
6.2.3.	Nehomogenní složení podkladové oceli	82
6.2.4.	Kombinace různých substrátů	83
6.2.5.	Mramorování	83
6.2.6.	Patina	84
6.2.7.	Tepelně ovlivněná oblast svaru	85
6.2.8.	Ulpěný popel	85
6.3.	Povlak na ploše páleného řezu	86
6.3.1.	Plocha páleného řezu	89
6.3.2.	Hrana přiléhající k ploše páleného řezu	90

7.	Zkoušky povlaků žárového zinku a hodnocení jejich kvality	91
7.1.	Přejímka zakázky zhotovitelem povlaku	91
7.2.	Management řízení jakosti	91
7.3.	Přejímací zkoušky při splnění zakázky	92
7.4.	Měření a hodnocení tloušťky povlaku	92
7.4.1.	Metoda gravimetrická	92
7.4.2.	Metoda mikroskopická	92
7.4.3.	Metoda coulometrická	93
7.4.4.	Metoda magnetická přilnavostní	94
7.4.5.	Měření tloušťky povlaku elektromagnetickou metodou [51]	94
7.4.6.	Faktory ovlivňující přesnost měření tloušťky povlaku magnetickou metodou	94
7.4.7.	Kalibrace přístroje	95
7.4.8.	Terminologie	95
7.4.9.	Kontrolní vzorek	96
7.4.10.	Oblasti měření	97
7.4.11.	Tloušťka povlaku	98
7.4.12.	Hodnocení výsledků měření	99
7.5.	Zkoušky přilnavosti povlaku	100
7.6.	Koroze zinku	100
7.7.	Vady povlaku a ověření dosažitelného standardu kvality	103
7.7.1.	Přeložky a šupiny	104
7.7.2.	Nedostatečné moření	105
7.7.3.	Povrchově kontaminovaný substrát	108
7.7.4.	Kontaktní místo po zavěšovacím prostředku	108
7.7.5.	Popis dílce	110
7.7.6.	Montážní svary	111
7.8.	Delaminace povlaků žárového zinku	111
7.8.1.	Vysoký obsah křemíku	112
7.8.2.	Obsah křemíku v Sandelinově oblasti	114
7.8.3.	Primární delaminace	116
7.8.4.	Delaminace na plochách pálených řezů	118
7.8.5.	Souvislá vrstva hematitu	119
7.8.6.	Puchýře	121
7.8.7.	Plošná delaminace nad fází ζ	122
7.9.	Opravy vad povlaku žárového zinku	123
7.9.1.	Žárové stříkání	123
7.9.2.	Opravy nátěrovou hmotou s obsahem zinkového prachu nebo zinkových mikrolamel	124
7.9.3.	Zinkový sprej	127
7.9.4.	Jiné metody opravy vad	128

8.	Životnost povlaků žárového zinku	129
8.1.	Protikorozní účinky zinku	129
8.2.	Korozní agresivita atmosfér	132
8.3.	Duplexní systémy	134
9.	Zásady správné konstrukce pro žárové zinkování	138
9.1.	Drenážní otvory	139
9.2.	Proměnné teplotní napětí při žárovém zinkování	142
9.3.	Zinkovně musí být umožněno zavěšení součásti	143
9.4.	Kovově čistý povrch	144
9.5.	Svary	145
9.6.	Otvory pro čepy a šrouby	145
9.7.	Prostorové dílce	148
9.8.	Přeplátované spoje	149
9.9.	Uzavřené dutiny	150
9.10.	Nesouměrné součásti	151
9.11.	Depozice nečistot	152
9.12.	Pohyblivé sestavy	153
10.	Bezpečnost žárově zinkovaných ocelových konstrukcí	154
10.1.	Vady způsobené vodíkem [32] (viz též kap. 3.6.3.)	154
10.1.1.	Vodíková křehkost	154
10.1.2.	Vodíková koroze	155
10.2.	Popouštěcí křehkost	155
10.3.	Deformace a deformační zpevnění	156
10.4.	Precipitační vytvrzování	156
10.5.	Svary	157
10.6.	Nevhodná nebo nekvalitně provedená konstrukce	157
10.7.	Teplotní napjatost vyvolaná termikou žárového zinkování	158
10.8.	Trhliny vzniklé za asistence tekutého kovu (LMAC)	158
10.8.1.	Bimetalický efekt na prizmatickém nosníku	161
10.8.2.	Postupné prohřívání	164
10.8.3.	Nerovnoměrný ohřev rámové konstrukce	165
10.8.4.	Rychlost prohřívání a rozpínání oceli ponořené do tekutého kovu	165
10.8.5.	Třífázový model nukleace trhlin LMAC	168
10.8.6.	Trhliny s původem ve svaru	172
10.8.7.	Vliv cínu na riziko LMAC	173

11.	Normalizace	175
11.1.	Základní normy pro žárové zinkování ponorem	175
11.2.	Technické normy související s žárovým zinkováním	176
11.3.	Zkoušky	176
11.4.	Korozní agresivita atmosféry	178
11.5.	Ostatní vybrané normy a předpisy	179
11.6.	Systemy managementu	179
12.	Legislativa	180
12.1.	Posuzování vlivů na životní prostředí	180
12.2.	Integrovaná prevence	180
12.3.	Referenční dokumenty o nejlepších dostupných technikách	180
12.4.	Odpady	181
12.5.	Ovzduší	181
13.	Žárové zinkování a životní prostředí	182
13.1.	Odmašťovací roztoky	182
13.2.	Mořicí roztoky	183
13.3.	Stripování	183
13.4.	Zinkový popel	183
13.5.	Stěr	183
13.6.	Pevné odpady z čištění plynu	184
13.7.	Tvrký zinek	184
13.8.	Emise HCL	185
13.9.	Rekuperace tepla	185
13.10.	Nízká spotřeba vody	185
14.	Udržitelný rozvoj	186
15.	Literatura	191
16.	Rejstřík	195
17.	Inzerce	201