

# Obsah

Předmluva . . . . .	9
1 <i>Princip rentgenografických difrakčních metod</i> . . . . .	11
1.1 Rozptyl rentgenových paprsků na krystalických látkách . . . . .	11
1.2 Difrakční metody používané v rentgenové tenzometrii . . . . .	20
1.2.1 Charakteristika fotografických metod . . . . .	20
1.2.2 Difraktometrická technika . . . . .	20
1.3 Pojem hloubky vnikání rentgenového záření . . . . .	35
1.4 Metody určení polohy difrakčních linií . . . . .	41
Literatura . . . . .	49
2 <i>Klasifikace napětí</i> . . . . .	51
2.1 Definice vložených a zbytkových napětí . . . . .	51
2.2 Příklady vzniku zbytkových napětí v kovových polykrystalických materiálech . . . . .	55
2.2.1 Napětí I. druhu . . . . .	56
2.2.2 Napětí II. druhu . . . . .	61
2.2.3 Napětí III. druhu . . . . .	63
2.2.4 Superpozice různých druhů zbytkových napětí . . . . .	64
Literatura . . . . .	66
3 <i>Metodika měření makroskopických napětí difrakčními metodami</i> . . . . .	67
3.1 Měření makroskopických napětí pomocí monochromatického rentgenového záření . . . . .	67
3.1.1 Přehled vývoje metodiky . . . . .	67
3.1.2 Odvození základních vztahů rentgenové tenzometrie . . . . .	69
3.1.3 Experimentální metody stanovení napětí při lineární závislosti mřížkové deformace na $\sin^2 \psi$ . . . . .	76
3.1.3.1 Analytické vyjádření metod . . . . .	76
3.1.3.2 Metoda kolmého dopadu . . . . .	79
3.1.3.3 Metoda jedné expozice . . . . .	81
3.1.3.4 Metoda dvou expozic . . . . .	88
3.1.3.5 Metoda „ $\sin^2 \psi$ “ . . . . .	90
3.1.4 Interpretace nelineární závislosti mřížkové deformace na $\sin^2 \psi$ . . . . .	93
3.1.4.1 Příčiny nelinearity . . . . .	93
3.1.4.2 Nelinearita průběhu $\varepsilon_{\varphi, \psi}(\sin^2 \psi)$ vyvolaná při dvojosé napjatosti gradientem napětí ve směru povrchové normály . . . . .	98
3.1.4.3 Sklon roviny hlavních napětí k povrchu vzorku . . . . .	104

3.1.4.4	Obecně orientovaný stav trojosé napjatosti v povrchové vrstvě tloušťky srovnatelné s hloubkou vnikání použitého záření . . . . .	107
3.2	Měření napětí technikou energeticky disperzní difraktometrie . . . . .	113
3.3	Princip neutronové tenzometrie . . . . .	115
	Literatura . . . . .	121
4	<i>Faktory ovlivňující tenzometrická měření</i> . . . . .	124
4.1	Přehled nejdůležitějších zdrojů chybného určení makroskopických napětí . . . . .	124
4.2	Měření na hrubozrnných materiálech . . . . .	125
4.2.1	Fotografická registrace difrakčních linií . . . . .	125
4.2.2	Možnosti „vyhlazení“ difrakčních linií na rentgenogramech hrubozrnného materiálu . . . . .	129
4.2.3	Počítačová registrace difrakčních linií . . . . .	130
4.2.4	Měření napětí na materiálech s různými velikostmi krystalků . . . . .	132
4.2.5	Rentgenová tenzometrie monokrystalů . . . . .	133
4.3	Elastická anizotropie . . . . .	133
4.4	Měření napětí na texturovaných materiálech . . . . .	140
4.5	Přednosti a nedostatky rentgenografické tenzometrické metody, přesnost měření . . . . .	145
	Literatura . . . . .	149
5	<i>Současná detekční technika a zařízení k rentgenografické tenzometrické analýze</i> . . . . .	151
5.1	Detektory rentgenového záření . . . . .	151
5.1.1	Plynové počítače . . . . .	152
5.1.2	Scintilační počítače . . . . .	153
5.1.3	Polovodičové detektory . . . . .	154
5.1.4	Polohově citlivé detektory . . . . .	157
5.1.5	Televizní dvojrozměrný detektor . . . . .	159
5.2	Měřicí technika . . . . .	159
5.2.1	Charakteristika současného stavu . . . . .	159
5.2.2	Difraktometry řízené počítačem . . . . .	160
5.2.3	Přenosné přístroje . . . . .	161
5.2.4	Příklady komerčních zařízení pro analýzu makroskopických napětí v provozních podmínkách technické praxe . . . . .	163
5.2.5	Symetrizační clony detektoru . . . . .	167
5.2.6	Možnosti různých difrakčních technik rentgenové tenzometrie . . . . .	167
	Literatura . . . . .	170
6	<i>Příklady aplikací rentgenografických měření makroskopických napětí</i> . . . . .	171
6.1	Parametry měření napětí na vybraných technických materiálech . . . . .	171
6.2	Závislost mřížkové deformace na napětí při jednoosém zatížení vzorku . . . . .	176
6.3	Stanovení průběhu zbytkových napětí v řezu polykrystalických těles . . . . .	178
6.4	Svařovací napětí . . . . .	180
6.5	Napětí tepelná a transformační . . . . .	184
6.6	Deformační zbytková napětí . . . . .	187
6.7	Relaxace zbytkových napětí . . . . .	196
6.8	Analýza napětí v okolí čela únavové trhliny . . . . .	199
6.9	Zbytková napětí v povrchových vrstvách materiálů po různých způsobech jejich mechanického opracování . . . . .	202
6.10	Tepelné chemické zpracování . . . . .	210
6.11	Zbytková napětí v ochranných povlácích . . . . .	217

6.12 Kompozitní materiály, plastické hmoty, pórovité látky . . . . .	220
Literatura . . . . .	226
7 Podstata nedífrakčních tenzometrických metod . . . . .	230
7.1 Mechanické metody . . . . .	231
7.1.1 Stanovení zbytkových napětí u vzorků tvaru desek a hranolů . . . . .	233
7.1.2 Aplikace na rotační tělesa . . . . .	234
7.2 Fyzikální metody . . . . .	236
7.2.1 Akustická metoda . . . . .	236
7.2.2 Metoda difúze vodíku do povrchové vrstvy . . . . .	236
7.2.3 Metoda křehkých laků . . . . .	237
7.2.4 Fotoelasticimetrická metoda . . . . .	237
7.2.5 Relaxační metoda . . . . .	237
7.2.6 Metoda založená na měření mikrotvrdości . . . . .	238
7.2.7 Metoda akustické emise . . . . .	238
7.2.8 Ultrazvuková metoda . . . . .	239
7.2.9 Magnetické metody . . . . .	240
Literatura . . . . .	242
Perspektivy rentgenografické tenzometrické metody . . . . .	243
Rejstřík . . . . .	245