

OBSAH

	Přehled použitých značek, veličin a jednotek	11
	Předmluva	15
A	FYZIKÁLNÍ ZÁKLADY	17
1	Ultrazvukové vlny	17
1.1	Základní pojmy	17
1.1.1	Harmonické kmitání	17
1.1.2	Tvary vln	19
1.1.3	Akustický tlak	20
1.1.4	Ultrazvukové impulsy	21
1.1.5	Druh vln	24
1.2	Rychlost šíření ultrazvuku	26
1.2.1	Tuhé látky	26
1.2.2	Kapaliny	30
1.3	Odraz a lom rovinné vlny – geometrické šíření	30
1.3.1	Kolmý dopad na rozhraní	30
1.3.2	Stojaté vlny	33
1.3.3	Průchod vrstvou	35
1.3.4	Šikmý dopad na rozhraní	38
1.3.4.1	Lom vln	38
1.3.4.2	Odraz a průchod vln	41
1.4	Geometrická fokusace	45
1.4.1	Ultrazvukové čočky	45
1.4.2	Zrcadla	47
1.5	Útlum ultrazvuku	49
1.5.1	Základní vztahy	49
1.5.2	Útlum v tuhých látkách	50
1.5.3	Útlum v kapalinách	54
1.6	Vlnové vyzarování zdrojů	55
1.6.1	Rovinná deska	55
1.6.1.1	Blízké pole	55
1.6.1.2	Vzdálené pole	65
1.6.2	Fokusující zdroj	70
1.7	Odraz ultrazvukových impulsů	73
1.7.1	Odraz od nekonečné roviny	73
1.7.2	Kruhový odrážec	75
1.7.3	Odraz od koule	78
1.7.4	Odraz od válce a od pásu	79
1.7.5	Vliv orientace rovinného odrážече	80

2	Elektroakustické měniče	84
2.1	Piezoelektrické měniče	84
2.1.1	Piezoelektrické vlastnosti	84
2.1.2	Piezoelektrické materiály	86
2.1.3	Náhradní obvod	90
2.1.4	Přenos impulsů	93
2.2	Magnetostrikční měniče	98
2.3	Elektrodynamické měniče	99
2.4	Elektrostatické měniče	101
2.5	Termomechanické měniče	101
2.6	Optické měniče	102
B	METODY A ZAŘÍZENÍ	104
3	Přehled metod a zařízení	104
3.1	Metoda průchodová	104
3.2	Metoda odrazová	105
3.2.1	Metoda impulsová	105
3.2.2	Metoda rezonanční	107
3.3	Ultrazvuková spektrometrie	107
3.4	Ultrazvuková holografie	112
3.5	Akustická emise	116
3.6	Metoda impedanční	118
3.7	Význam metod zkoušení	119
4	Elektronika impulsových přístrojů	122
4.1	Impulsový defektoskop	122
4.2	Parametry impulsových přístrojů	125
4.3	Obvody impulsových přístrojů	127
4.3.1	Synchronizátor	127
4.3.2	Generátor	129
4.3.3	Zesilovač	134
4.3.3.1	Lineární zesilovač	134
4.3.3.2	Logaritmický zesilovač	140
4.3.3.3	Koncový zesilovač	141
4.4	Vyrovnání vlivu vzdálenosti	142
4.5	Způsoby zobrazení	145
4.5.1	Zobrazení A	145
4.5.2	Zobrazení B	146
4.5.3	Zobrazení C	147
4.6	Zpracování a záznam výsledků zkoušení	148
4.6.1	Přídavná zařízení analogová	148
4.6.1.1	Signalizační monitor	148
4.6.1.2	Proporcionální a řídicí monitor	151
4.6.1.3	Záznamová zařízení	152
4.6.2	Přídavná zařízení číslicová	152
4.6.2.1	Monitory pro dobu průchodu	152
4.6.2.2	Tloušťkoměry	154
4.6.3	Číslicové zpracování a záznam dat	156
4.7	Zařízení pro spektrometrii	157

4.8	Mikroprocesorové přístroje	158
4.9	Přehled vlastností impulsových přístrojů	164
5	Piezoelektrické sondy	167
5.1	Vlastnosti sond	167
5.2	Přímé sondy	168
5.2.1	Sondy jednoduché	168
5.2.2	Sondy pro příčné vlny	176
5.2.3	Sondy s předsádkou	177
5.2.4	Sondy dvojité	179
5.2.5	Sondy nízkofrekvenční	181
5.3	Úhlové sondy	183
5.4	Fokusující sondy	189
5.5	Snímače akustické emise	190
6	Kontrolní a měřicí zařízení	193
6.1	Kontrolní měřky	193
6.2	Měřicí zařízení	199
C	TECHNIKA ZKOUŠENÍ A MĚŘENÍ	202
7	Základy zkoušení	202
7.1	Volba metody	202
7.2	Akustická vazba	204
7.2.1	Vazba kontaktní	204
7.2.2	Vazba mezerová	205
7.2.3	Vazba s předsádkou (imerzní)	207
7.2.4	Vazba na horké povrchy	210
7.3	Nastavení impulsového defektoskopu	211
7.4	Tvar předmětu	212
7.5	Poloha vady	215
7.6	Charakter a orientace vad	216
7.6.1	Echodynamická metoda	216
7.6.2	Metoda tvaru echa	218
7.6.3	Metoda součinitele tvaru	218
7.6.4	Ultrazvuková spektrometrie	219
7.6.5	Metoda okrajového jevu	221
7.6.6	Přímková holografie	221
7.7	Velikost vady při odrazové metodě	223
7.7.1	Odraz od velké odrazové plochy	223
7.7.2	Hodnocení malých vad	225
7.7.2.1	Vyhodnocovací diagram	225
7.7.2.2	Výpočet počítačem	231
7.7.2.3	Ostatní metody hodnocení vad	233
7.8	Rozlišovací schopnost	237
7.9	Rušivé vlivy při odrazové metodě	238
7.10	Optimalizace poměru signál – šum	240
8	Impulsové měření útlumu	242
8.1	Zásady měření	242
8.2	Měření odrazem	244

8.2.1	Kontaktní vazba	244
8.2.2	Vazba přes předsádku	245
8.3	Měření průchodem	247
8.4	Vyhodnocení útlumu z frekvenčního spektra	248
9	Měření rychlosti šíření a tloušťky	251
9.1	Zásady měření	251
9.2	Číslíkové vyhodnocení	254
9.3	Mechanizace měření tloušťky	257
9.4	Goniometrické měření	259
10	Mechanizace a automatizace zkoušení	261
10.1	Zásady mechanizovaného zkoušení	261
10.2	Zpracování a záznam výsledků	263
10.3	Rychlost zkoušení	266
10.4	Přesnost rozlišení vad	268
10.5	Rekonstrukce a vyhodnocení vad počítačem u mnohasondových systémů	269
D	ZKOUŠENÍ POLOTOVARŮ A VÝROBKŮ	273
11	Výkovky	273
11.1	Velké a střední výkovky	273
11.2	Malé výkovky a výlisky	279
12	Plechy	281
12.1	Jemné plechy	281
12.2	Střední a hrubé plechy	284
13	Tyče, sochory a dráty	291
13.1	Tyče	291
13.2	Sochory	296
13.3	Dráty	296
14	Trubky	297
15	Železniční materiál	305
15.1	Kolejnice	305
15.2	Nápravy a kola	309
16	Odlitky	315
17	Svary	319
17.1	Tupé svary	319
17.2	Koutové svary	331
17.3	Bodové svary	333
17.4	Austenitické svary	333
17.5	Austenitické návary	338
18	Jaderná zařízení	341
18.1	Zásady zkoušení	341
18.2	Výrobní zkoušení	342

18.3	Provozní zkoušení	343
18.3.1	Tlaková nádoba	343
18.3.2	Ostatní části primárního okruhu	352
19	Neželezné kovy	355
19.1	Lehké kovy	355
19.2	Ostatní neželezné kovy	355
19.3	Slituté kovy	356
20	Spoje	357
20.1	Ložiskové pánve	357
20.2	Lepené a pájené spoje	358
20.3	Nýtové a šroubové spoje	361
21	Nekovové materiály	363
21.1	Plasty	363
21.2	Pryž	370
21.3	Keramika a sklo	373
21.4	Horniny	375
21.5	Dřevo	378
22	Beton	380
22.1	Způsoby zkoušení	380
22.2	Přístrojová technika	385
23	Využití spektrometrie	388
23.1	Vyhodnocení vad	388
23.2	Zkoušení vrstevnatých materiálů a spojů	394
23.3	Zjišťování vlastností materiálu	395
23.4	Význam ultrazvukové spektrometrie	397
24	Využití akustické emise	398
24.1	Způsoby vyhodnocení	398
24.2	Lokalizace polohy zdroje	401
24.3	Význam akustické emise	403
24.3.1	Zkoušení materiálu	404
24.3.2	Akustická emise při svařování	406
24.3.3	Perspektivní možnosti využití akustické emise	407
25	Využití akustoelasticity	408
25.1	Elastické konstanty	408
25.2	Měření pnutí	409
25.2.1	Základy měření	409
25.2.2	Pnutí šroubů	418
	Literatura	420
	Rejstřík	448