

Obsah

1	ÚVOD	9
2	ZÁKLADNÍ POJMY Z OBORU MĚŘENÍ TEPLOT	13
2.1	Teplota	15
2.2	Teplotní stupnice	15
2.3	Senzor teploty	19
2.4	Statické vlastnosti senzorů teploty	20
2.4.1	Nejistoty měření	20
2.5	Dynamické vlastnosti senzorů teploty	29
2.5.1	Přechodové charakteristiky senzorů teploty	30
3	KOVOVÉ ODPOROVÉ SENZORY TEPLoty	35
3.1	Odporové platinové snímače teploty	38
3.2	Odporové niklové snímače teploty	43
3.3	Odporové měděné snímače teploty	43
3.4	Měřicí obvody pro kovové odporové snímače teploty	44
3.4.1	Vliv měřicího proudu	44
3.4.2	Vliv odporu vedení	45
3.4.3	Linearizace statické charakteristiky kovového odporového snímače teploty	48
3.5	Konstrukce odporových kovových snímačů teploty	50
4	POLOVODIČOVÉ ODPOROVÉ SENZORY TEPLoty... ..	55
4.1.	Termistory	57
4.2	Negastory (NTC termistory)	59
4.2.1	Teplotní závislost odporu termistoru	60
4.2.2	Linearizace statické charakteristiky termistoru	62
4.2.3	Zatěžovací konstanta	64
4.2.4	Nejistota měření teploty s termistorem	68
4.3	Pozistory (PTC termistory)	69
4.4	Polovodičové monokrystalické senzory teploty	70

4.4.1	Monokrystalické Si senzory	70
4.4.2	Senzor SiC	74
5	MONOLITICKÉ PN SENZORY TEPLoty	77
5.1	Diodové PN senzory teploty	79
5.2	Tranzistorové PN senzory teploty	81
5.3	Monolitické (integrované) PN senzory teploty	82
6	TERMoeLEKTRICKÉ ČLÁNKY	87
6.1	Seebeckův jev	89
6.2	Typy termoelektrických článků	92
6.3	Názvosloví termoelektrických článků a souvisejících částí měřicího řetězce	95
6.4	Termoelektrická pravidla	96
6.5	Vliv kolísání srovnávací teploty a způsoby kompenzace vzniklé systematické odchylky	98
6.6	Potlačení vlivu rušení při měření termoelektrickým článkem ..	101
6.7	Diferenční a sériové zapojení termoelektrických článků	103
6.8	Linearizace charakteristik	103
6.9	Konstrukce termoelektrických snímačů teploty	105
6.9.1	Drátové termoelektrické články	105
6.9.2	Plášťové termoelektrické články	107
6.9.3	Speciální termoelektrické snímače	108
7	DILATAČNÍ TEPLoměRY	111
7.1	Tyčové teploměry	113
7.2	Bimetalické teploměry	113
7.3	Bimateriálová (dvojmateriálová) čidla	117
7.4	Skleněné teploměry	117
7.5	Kapalinové tlakové teploměry	120
7.6	Parní tlakové teploměry	121
7.7	Plynové tlakové teploměry	122
8	SPECIÁLNÍ DOTYKOVÉ SENZORY TEPLoty	125
8.1	Akustické teploměry	127
8.3	Krystalové teploměry	129

8.3	Šumové teploměry	130
8.4	Magnetické teploměry	131
8.5	Optické vláknové senzory teploty	132
9	INDIKÁTORY TEPLoty	139
9.1	Keramické žároměrky	141
9.2	Tavné indikátory teploty	142
9.3	Barevné indikátory teploty	143
10	ZABUDOVÁNÍ DOTYKOVÝCH TEPLOMĚRŮ	147
10.1	Měření teploty v tekutinách	149
10.2	Měření teploty tuhých těles	151
10.3	Měření povrchové teploty tuhých těles	152
11	BEZDOTYKOVÉ MĚŘENÍ TEPLoty	155
11.1	Úvod	157
11.2	Základní veličiny pro bezdotykové měření teplot (pyrometrii) ..	158
11.3	Černé těleso, černý zářič	163
11.4	Zákony záření (zákony jsou uvedeny pro černé těleso)	164
11.5	Senzory (detektory) pro bezdotykové měření teplot	168
11.5.1	Základní parametry detektorů záření	168
11.6	Senzory (detektory) tepelného záření	169
11.6.1	Tepelné detektory infračerveného záření	169
11.6.2	Kvantové detektory infračerveného záření	175
11.7	Pyrometry	180
11.7.1	Úhrnné pyrometry (pyrometry na celkové záření)	180
11.7.2	Monochromatické pyrometry	181
11.7.3	Pásmové pyrometry	182
11.7.4	Poměrové pyrometry	183
11.7.5	Vícepásmové pyrometry	184
11.7.6	Pyrometry s automatickou korekcí emisivity	184
11.7.7	Pyrometry s optickými vlnovody v infračervené oblasti	185
11.8	Snímání teplotních polí (termografie)	186
11.9	Termovize	186
11.10	Nejistoty a chyby metod bezdotykového měření teploty	190

11.10.1	Nejistoty měření teploty způsobené zdrojem nejistoty ve stanovení emisivity	190
11.10.2	Chyba metody způsobená nerespektováním prostupnosti atmosféry a zářivého toku okolního prostředí	192
11.10.3	Chyba metody způsobená zanedbáním vzájemného zářivého toku	193
11.10.4	Chyba metody způsobená nedodržením velikosti měřené plochy dle technických podmínek výrobce	195

PŘÍLOHY 197

I	Hodnoty měřicího odporu Pt100	198
IA	Specifikace Pt senzorů firmy Hayashi Denko (Japonsko)	200
II	Hodnoty měřicího odporu Ni1000	202
III	Termoelektrické články	203
IV	Hodnoty spektrálních emisivit	224
V	Orientační hodnoty tepelné vodivosti	226

REJSTRÍK 225

PREZENTACE FIREM 225

Sdružení Energy Consulting

– Měření a vyhodnocování staveb pomocí infrakamery	231
--	-----

TMVSS

– Termovizní kamery a bezkontaktní teploměry firmy FLIR	232
– Bezkontaktní měření teploty infračervenými kamerami	233

TURCK

– Měření, hlídání a zobrazování teploty v průmyslové automatizaci	234
--	-----

INTRAX – Japonské platinové senzory	235
--	-----

ELCHEMCo

– Teplovodivé materiály	236
– Indikátory teploty a další chemické přípravky pro průmysl	237

BEN – technická literatura

Knihy nakladatelství BEN – technická literatura	238
Adresy prodejen technické literatury	239
Pár slov o nakladatelství	240