

1.	ÚVOD	11
2.	TEPLOTNÍ STUPNICE	14
2.1.	Absolutní termodynamická stupnice	14
2.1.1.	Absolutní teploměr s lineární stupnicí nezávislou na druhu pracovní látky	14
2.1.2.	Absolutní teploměr s lineární stupnicí jako výsledkem lineární závislosti fyzikálního parametru pracovní látky na teplotě	15
2.1.3.	Jiné absolutní teploměry	15
2.2.	Národní praktické teplotní stupnice	16
2.3.	Mezinárodní praktická teplotní stupnice MPTS-68	17
2.3.1.	Definice stupnice MPTS-68 v teplotním rozsahu 13,81 až 273,15 K	17
2.4.	Základní pojmy a definice	19
3.	ODPOROVÉ KOVOVÉ SNÍMAČE NÍZKÝCH TEPLOT	21
3.1.	Požadavky kladené na kovy pro výrobu odporových snímačů nízkých teplot	21
3.2.	Snímače s čistými kovy	22
3.2.1.	Snímače platinové	22
3.2.1.1.	Přednosti a nedostatky platiny	22
3.2.1.2.	Měrný odpor platiny při nízkých teplotách	22
3.2.1.3.	Vliv zbytkového měrného odporu na vlastnosti platinových snímačů nízkých teplot	24
3.2.1.4.	Konstrukční úpravy platinových snímačů nízkých teplot	24
3.2.1.5.	Interpolační vztahy platinových snímačů nízkých teplot	34
3.2.1.6.	Citlivost platinových snímačů nízkých teplot na magnetické pole	36
3.2.1.7.	Vlastnosti platinových snímačů při teplotách pod 10 K	37
3.2.2.	Snímače niklové	38
3.2.3.	Snímače měděné	39
3.3.	Snímače slitinové	40
3.3.1.	Snímače rhodium-železné	40
3.4.	Snímače složené	42
3.4.1.	Snímače nikl-manganinové	42
4.	ODPOROVÉ NEKOVOVÉ SNÍMAČE NÍZKÝCH TEPLOT	45
4.1.	Snímače uhlíkové	45
4.1.1.	Snímače hmotové	45
4.1.1.1.	Hlavní druhy hmotových snímačů	45
4.1.1.2.	Konstrukční provedení a termometrické vlastnosti hmotových snímačů	46
4.1.1.3.	Dlouhodobá stálost odporu hmotových snímačů	49
4.1.1.4.	Interpolační vztahy hmotových snímačů	49
4.1.1.5.	Citlivost hmotových snímačů na magnetické pole	51
4.1.1.6.	Provozní vlastnosti hmotových snímačů	55
4.1.2.	Snímače zvláštní	56

4.1.3.	Snímače sklouhlikové	57
4.2.	Snímače termistorové	60
4.2.1.	Konstrukční provedení a termometrické vlastnosti termistorových snímačů	60
4.2.2.	Dlouhodobá stálost odporu termistorových snímačů	64
4.2.3.	Citlivost termistorových snímačů na magnetické pole	64
4.3.	Snímače germaniové	66
4.3.1.	Hlavní druhy germaniových snímačů	66
4.3.2.	Konstrukční provedení a termometrické vlastnosti germaniových snímačů	67
4.3.3.	Dlouhodobá stálost odporu germaniových snímačů	72
4.3.4.	Interpolací vztahy germaniových snímačů	73
4.3.5.	Citlivost germaniových snímačů na magnetické pole	77
4.4.	Snímače křemíkové	80
4.5.	Snímače galium-arsenidové	81
4.5.1.	Hlavní druhy galium-arsenidových snímačů	81
4.5.2.	Odporové galium-arsenidové snímače	81
4.5.3.	Diodové galium-arsenidové snímače	84
4.6.	Vzájemné porovnání termometrických vlastností odporových snímačů nízkých teplot	87
5.	KAPACITNÍ SNÍMAČE NÍZKÝCH TEPLŮT	91
5.1.	Snímače sklokeramické	91
6.	INDUKČNÍ SNÍMAČE NÍZKÝCH TEPLŮT	95
6.1.	Snímače feritové	95
6.2.	Snímače slitinové	97
7.	TERMŮELEKTRICKÉ SNÍMAČE NÍZKÝCH TEPLŮT	98
7.1.	Obecné vlastnosti termoelektrických snímačů nízkých teplot	98
7.2.	Kovy pro termoelektrické snímače nízkých teplot	98
7.2.1.	Vlastnosti mědi a stříbro-zlata jako kovů pro termoelektrické snímače nízkých teplot	99
7.2.2.	Vlastnosti zlato-železa jako kovu pro termoelektrické snímače nízkých teplot	100
7.3.	Termometrické vlastnosti termoelektrických snímačů nízkých teplot	101
7.4.	Citlivost termoelektrických snímačů nízkých teplot na magnetické pole	104
7.5.	Teplotní vodivost a měrný odpor vodičů termoelektrických snímačů nízkých teplot	107
7.6.	Nehomogenity vodičů termoelektrických snímačů nízkých teplot	109
7.6.1.	Vliv nehomogenit vodičů na vlastnosti termoelektrických snímačů nízkých teplot	109
7.6.2.	Zjišťování přirozených nehomogenit vodičů termoelektrických snímačů nízkých teplot	110
7.6.3.	Zmenšení vlivu přirozených nehomogenit vodičů termoelektrických snímačů nízkých teplot na přesnost měření	113
7.7.	Zdroje stálé teploty srovnávacích spojů termoelektrických snímačů nízkých teplot	116
7.7.1.	Přirozené zdroje stálé teploty	116
7.7.2.	Umělé zdroje stálé teploty	117
8.	CEJCHOVÁNÍ ELEKTRICKÝCH SNÍMAČŮ NÍZKÝCH TEPLŮT	118
8.1.	Používané stupnice	118

8.2.	Cejchování snímačů nízkých teplot v pevných bodech stupnice MPTS-68 izotermickou a adiabatickou soupravou	119
8.3.	Cejchování snímačů nízkých teplot podle germaniového etalonového snímače izotermickou soupravou	121
8.3.1.	Sestava soupravy	122
8.4.	Cejchování snímačů nízkých teplot podle platinového etalonového snímače adiabatickou soupravou	124
8.4.1.	Sestava soupravy	125
9.	INSTALACE ELEKTRICKÝCH SNÍMAČŮ NÍZKÝCH TEPLIT	128
9.1.	Hlavní příčiny vadné instalace snímačů	128
9.2.	Uložení snímačů a tepelné spojení snímačů s měřeným objektem	128
9.3.	Tepelné kotvení elektrických přívodů snímačů	130
9.4.	Ohřev snímačů Jouleovým teplem	133
10.	VYHODNOCOVAČÍ OBVODY A PŘÍSTROJE ODPOROVÝCH SNÍMAČŮ NÍZKÝCH TEPLIT	136
10.1.	Obecné požadavky kladené na vyhodnocovací obvody odporových snímačů nízkých teplot	136
10.2.	Napájení vyhodnocovacích obvodů odporových snímačů nízkých teplot	137
10.3.	Srovnávací obvody pro odporové snímače nízkých teplot	138
10.4.	Wheatstoneův můstek pro odporové snímače nízkých teplot	140
10.5.	Kelvinův můstek pro odporové snímače nízkých teplot	146
10.5.1.	Střídavý Kelvinův můstek s odporovým děličem	147
10.5.2.	Střídavý Kelvinův můstek s indukčním děličem	150
10.5.3.	Hybridní Kelvinův můstek	154
10.6.	Číselnicové vyhodnocovací obvody pro odporové snímače nízkých teplot	158
10.7.	Vyhodnocovací obvody diodových snímačů nízkých teplot	162
11.	VYHODNOCOVAČÍ OBVODY A PŘÍSTROJE TERMoeLEKTRICKÝCH SNÍMAČŮ NÍZKÝCH TEPLIT	164
11.1.	Obecné požadavky kladené na vyhodnocovací obvody termoelektrických snímačů nízkých teplot	164
11.2.	Základní vlastnosti vyhodnocovacích obvodů termoelektrických snímačů nízkých teplot	165
11.3.	Zjišťování rušivého termoelektrického napětí	169
	ZÁVĚR	170
	LITERATURA	171