

# OBSAH

	PŘEDMLUVA . . . . .	11
1.	ÚVOD . . . . .	13
1.1.	Počátky využívání elektrotechnických materiálů . . . . .	13
1.2.	Elektrotechnické materiály a elektronika . . . . .	13
2.	ZÁKLADNÍ VLASTNOSTI MATERIÁLŮ . . . . .	15
2.1.	Struktura materiálů . . . . .	15
2.1.1.	Struktura pevných látek . . . . .	16
2.2.	Ovlivňování vlastností materiálů . . . . .	20
2.3.	Druhy elektrotechnických materiálů . . . . .	21
2.4.	Charakteristické vlastnosti materiálů . . . . .	21
2.4.1.	Skupenství látek . . . . .	24
2.5.	Kontrolní otázky a úkoly . . . . .	26
3.	TECHNICKÉ SLITINY ŽELEZA . . . . .	27
3.1.	Rozdělení technických slitin železa . . . . .	27
3.2.	Přehled výroby surového železa . . . . .	27
3.2.1.	Surovinové zdroje . . . . .	27
3.2.2.	Úprava rud . . . . .	27
3.2.3.	Výroba surového železa ve vysoké peci . . . . .	29
3.3.	Přehled výroby oceli. Podstata zkujňování . . . . .	31
3.3.1.	Výroba oceli v konvertoru . . . . .	31
3.3.2.	Výroba oceli v martinské peci . . . . .	32
3.3.3.	Výroba oceli v elektrických pecích . . . . .	33
3.4.	Rozdělení ocelí podle složení a použití . . . . .	35
3.5.	Označování ocelí podle ČSN . . . . .	36
3.6.	Litina, její druhy a označování . . . . .	37
3.7.	Struktura železa . . . . .	38
3.7.1.	Rovnovážený diagram dvou kovů navzájem dokonale rozpustných . . . . .	39
3.7.2.	Rovnovážený diagram dvou kovů v pevné fázi vzájemně nerozpustných . . . . .	40
3.7.3.	Rovnovážený diagram metastabilní soustavy železo – karbid železa . . . . .	40
3.8.	Tepelné zpracování oceli . . . . .	41
3.8.1.	Žihání . . . . .	42
3.8.2.	Kalení . . . . .	42
3.8.3.	Popouštění . . . . .	45
3.8.4.	Cementování . . . . .	46



3.8.5.	Nitridování . . . . .	48
3.9.	Kontrolní otázky a úkoly . . . . .	48
4.	<b>VLASTNOSTI VODIVÝCH MATERIÁLŮ . . . . .</b>	<b>50</b>
4.1.	Mechanické vlastnosti kovů a slitin . . . . .	50
4.2.	Vodivost vodivých materiálů . . . . .	51
4.2.1.	Vodivost kovů . . . . .	51
4.2.2.	Závislost elektrického odporu na teplotě . . . . .	53
4.2.3.	Supravodivost . . . . .	54
4.2.4.	Hypervodivost . . . . .	57
4.3.	Přehled dalších vlastností kovů a slitin . . . . .	57
4.3.1.	Tepelné vlastnosti a tepelné veličiny . . . . .	57
4.3.2.	Termoelektrické vlastnosti . . . . .	59
4.3.3.	Magnetické vlastnosti . . . . .	59
4.3.4.	Chemické vlastnosti . . . . .	59
4.4.	Zkoušky vodivých materiálů . . . . .	60
4.5.	Kontrolní otázky a úkoly . . . . .	61
5.	<b>VODIVÉ MATERIÁLY POUŽÍVANÉ V ELEKTROTECHNICE . . . . .</b>	<b>62</b>
5.1.	Požadavky kladené na vodivé materiály . . . . .	62
5.2.	Rozdělení vodivých materiálů pro elektrotechniku . . . . .	62
5.2.1.	Elektrovodná měď – ECu . . . . .	63
5.2.2.	Slitiny mědi . . . . .	65
5.2.3.	Elektrovodný hliník – EAl . . . . .	67
5.2.4.	Slitiny hliníku . . . . .	70
5.3.	Ostatní kovy a jejich slitiny používané v elektrotechnice . . . . .	71
5.3.1.	Kovy s nízkým bodem tání . . . . .	71
5.3.2.	Kovy se středním bodem tání . . . . .	72
5.3.3.	Kovy s vysokým bodem tání . . . . .	72
5.3.4.	Ušlechtilé kovy . . . . .	74
5.3.5.	Kovy alkalických zemin . . . . .	75
5.3.6.	Alkalické kovy . . . . .	75
5.4.	Využití kovů a slitin v elektrotechnice . . . . .	76
5.4.1.	Materiály na elektrické kontakty . . . . .	76
5.4.2.	Odporové materiály . . . . .	79
5.4.3.	Kovy a slitiny na výrobu dvojkovů . . . . .	81
5.4.4.	Kovy a slitiny na termoelektrické články . . . . .	84
5.4.5.	Kovy na tavné vodiče pojistek . . . . .	85
5.4.6.	Kovy a slitiny na pájky . . . . .	86
5.5.	Elektrotechnický uhlík . . . . .	87
5.6.	Nekovové odporové materiály . . . . .	91
5.7.	Kontrolní otázky a úkoly . . . . .	91
6.	<b>MATERIÁLY NA MAGNETICKÉ OBVODY . . . . .</b>	<b>93</b>
6.1.	Rozdělení materiálů podle magnetických vlastností . . . . .	93
6.2.	Fyzikální podstata magnetických jevů . . . . .	95



6.2.1.	Feromagnetismus . . . . .	97
6.2.2.	Struktura a vlastnosti feromagnetických látek . . . . .	100
6.2.3.	Materiálové charakteristiky feromagnetických materiálů . . . . .	106
6.2.4.	Vliv struktury na materiálové charakteristiky magnetických materiálů . . . . .	108
6.3.	Magneticky měkké materiály . . . . .	109
6.3.1.	Magneticky měkké materiály pro stejnosměrné magnetování . . . . .	109
6.3.2.	Magneticky měkké materiály pro nízkofrekvenční obvody . . . . .	110
6.3.3.	Magneticky měkké materiály pro vysokofrekvenční obvody . . . . .	115
6.3.4.	Materiály se speciálními magnetickými vlastnostmi . . . . .	121
6.3.5.	Nemagnetické oceli . . . . .	124
6.4.	Magneticky tvrdé materiály . . . . .	124
6.5.	Magneticky tvrdé ferity . . . . .	128
6.6.	Magnetování trvalých magnetů . . . . .	128
6.7.	Kontrolní otázky a úkoly . . . . .	128
7.	<b>ELEKTROLYTY</b> . . . . .	130
7.1.	Elektrolyty do galvanických článků . . . . .	130
7.2.	Elektrolyty do akumulátorů . . . . .	131
7.3.	Elektrolyty do kapalinových spouštěčů a do kondenzátorů . . . . .	132
7.4.	Kontrolní otázky a úkoly . . . . .	132
8.	<b>POLOVODIČE</b> . . . . .	133
8.1.	Teorie vodivosti polovodivých krystalických materiálů . . . . .	134
8.1.1.	Pásová teorie pevných látek . . . . .	134
8.1.2.	Vodivost polovodičů . . . . .	137
8.1.3.	Přechod PN . . . . .	141
8.2.	Polovodivé materiály . . . . .	143
8.2.1.	Germanium . . . . .	143
8.2.2.	Křemík . . . . .	144
8.2.3.	Selen . . . . .	145
8.2.4.	Intermetalické polovodivé sloučeniny . . . . .	145
8.2.5.	Polovodivé oxidy, karbidy a sulfidy . . . . .	146
8.3.	Fyzikální způsoby čištění (rafinace) polovodičů . . . . .	146
8.3.1.	Metoda směrového tuhnutí . . . . .	146
8.3.2.	Metoda pásmového tavení . . . . .	148
8.4.	Výroba monokrystalů křemíku . . . . .	150
8.5.	Mechanické zpracování polovodičových monokrystalů . . . . .	151
8.6.	Vytváření přechodů PN . . . . .	152
8.7.	Vytváření kontaktů . . . . .	159
8.8.	Zapouzdření součástky . . . . .	160
8.9.	Přehled výroby polovodičových součástek . . . . .	160
8.9.1.	Diody . . . . .	160
8.9.2.	Tranzistory . . . . .	162
8.9.3.	Tyristory . . . . .	166
8.10.	Mikroelektronika . . . . .	167



8.10.1.	Stupně rozvoje elektroniky . . . . .	168
8.10.2.	Integrované obvody . . . . .	169
8.11.	Kontrolní otázky a úkoly . . . . .	173
9.	<b>IZOLANTY . . . . .</b>	<b>175</b>
9.1.	Vodivost izolantů . . . . .	175
9.2.	Charakteristické vlastnosti a veličiny izolantů . . . . .	176
9.2.1.	Elektrické vlastnosti izolantů . . . . .	177
9.2.2.	Tepelné vlastnosti izolantů . . . . .	184
9.2.3.	Další vlastnosti izolantů . . . . .	186
9.3.	Anorganické izolanty pevného skupenství . . . . .	187
9.3.1.	Slída . . . . .	187
9.3.2.	Azbest a výrobky z azbestu . . . . .	190
9.3.3.	Keramické materiály pro elektrotechniku . . . . .	190
9.3.4.	Skla pro elektroizolační účely a pro vakuovou techniku . . . . .	198
9.4.	Organické izolanty pevného skupenství vyrobené na bázi přírodních makromolekulárních látek . . . . .	202
9.4.1.	Elektrotechnické papíry . . . . .	202
9.4.2.	Elektroizolační lepenky . . . . .	203
9.4.3.	Přírodní kaučuk . . . . .	204
9.4.4.	Přírodní pryskyřice . . . . .	204
9.4.5.	Bitumeny . . . . .	205
9.4.6.	Přírodní vosky a kompaundy . . . . .	206
9.5.	Syntetické makromolekulární látky – plasty . . . . .	207
9.5.1.	Vznik makromolekulárních látek . . . . .	208
9.5.2.	Struktura makromolekulárních látek . . . . .	209
9.5.3.	Termoplasty . . . . .	211
9.5.4.	Elastomery . . . . .	217
9.5.5.	Reaktoplasty . . . . .	220
9.5.6.	Výrobky a izolační polotovary z reaktoplastů . . . . .	223
9.6.	Kapalné a plynné izolanty . . . . .	225
9.6.1.	Izolační oleje . . . . .	226
9.6.2.	Syntetické kapalné izolanty . . . . .	227
9.6.3.	Elektroizolační laky . . . . .	228
9.6.4.	Plynné izolanty . . . . .	232
9.7.	Kontrolní otázky a úkoly . . . . .	235
10.	<b>POVRCHOVÁ ÚPRAVA KOVŮ A ZAŘÍZENÍ . . . . .</b>	<b>237</b>
10.1.	Koroze kovů a její příčiny . . . . .	237
10.1.1.	Chemická koroze . . . . .	237
10.1.2.	Elektrochemická koroze . . . . .	238
10.1.3.	Koroze bludnými proudy . . . . .	238
10.1.4.	Atmosférická koroze . . . . .	239
10.2.	Ochrana materiálu proti korozi . . . . .	240
10.2.1.	Organické povlaky . . . . .	241



10.2.2.	Chemické pokovování . . . . .	243
10.2.3.	Galvanické pokovování . . . . .	244
10.2.4.	Mechanické způsoby pokovování . . . . .	246
10.3.	Tropikalizace elektrických zařízení . . . . .	246
10.3.1.	Klasifikace klimatu . . . . .	247
10.3.2.	Rozdělení zemského povrchu na klimatické oblasti . . . . .	247
10.4.	Impregnace a další ochrany elektrických zařízení proti klimatickým vlivům . . . . .	248
10.5.	Přehled impregnačních a izolačních látek . . . . .	250
10.5.1.	Impregnační látky . . . . .	251
10.5.2.	Povrchové izolační látky . . . . .	252
10.5.3.	Silikonové elektroizolační látky . . . . .	253
10.6.	Kontrolní otázky a úkoly . . . . .	254
11.	<b>VODIČE A KABELY</b> . . . . .	255
11.1.	Silové vodiče a kabely . . . . .	255
11.1.1.	Přehled holých vodičů používaných v elektrotechnice . . . . .	255
11.1.2.	Výroba izolovaných vodičů . . . . .	257
11.1.3.	Přehled izolovaných vodičů vyráběných v ČSSR . . . . .	261
11.1.4.	Přehled konstrukcí supravodivých vodičů . . . . .	264
11.1.5.	Výroba silových kabelů . . . . .	264
11.1.6.	Kabely pro velmi vysoké napětí . . . . .	270
11.2.	Sdělovací vodiče a kabely . . . . .	273
11.2.1.	Přehled vodičů pro sdělovací techniku . . . . .	273
11.2.2.	Přehled sdělovacích kabelů . . . . .	281
11.3.	Kontrolní otázky a úkoly . . . . .	286
12.	<b>NEJDŮLEŽITĚJŠÍ STAVEBNÍ MATERIÁLY (STAVIVA)</b> . . . . .	287
12.1.	Vápno . . . . .	287
12.2.	Sádra . . . . .	288
12.3.	Cement . . . . .	289
12.4.	Cihlářské výrobky . . . . .	291
12.5.	Pórobeton . . . . .	292
12.6.	Kontrolní otázky a úkoly . . . . .	293
	<b>LITERATURA</b> . . . . .	294