

OBSAH

1.	Úvod	12
1.1.	Rozdělení elektrotechnologie a její obsah	12
1.2.	Stavba hmoty	13
1.2.1.	Elementární částice	13
1.2.2.	Atom, Bohrov model atomu, kvantová čísla	13
1.2.3.	Energie elektronu	17
1.2.4.	Molekuly a vazby mezi atomy	20
1.2.5.	Skupenství látek	21
1.2.6.	Pásový energetický model	21
1.3.	Hlediska pro třídění materiálů	22
1.4.	Druhy materiálů	23
1.5.	Vlastnosti materiálů a jejich hodnocení	26
1.6.	Vliv prostředí na vlastnosti materiálu	27
	Otázky ke kapitole 1	28
2.	Vodivé materiály	29
2.1.	Teorie vodivosti kovů	29
2.2.	Struktura kovů	31
2.2.1.	Krystalová mřížka	32
2.2.2.	Poruchy v krystalové mřížce	33
2.3.	Základní vlastnosti vodivých materiálů	34
2.3.1.	Elektrický odpor	34
2.3.2.	Závislost elektrického odporu na teplotě	35
2.3.3.	Termoelektrické vlastnosti	36
2.3.4.	Teplotní roztažnost	36
2.3.5.	Tepelná vodivost	36
2.3.6.	Mechanické vlastnosti	37
2.3.7.	Vliv struktury na elektrické a mechanické vlastnosti	37
2.3.8.	Magnetické vlastnosti	39
2.4.	Charakteristické vlastnosti vodivých materiálů	40
2.4.1.	Měrný odpor	41
2.4.2.	Teplotní součinitel odporu	41
2.4.3.	Termoelektrické napětí	41
2.4.4.	Hustota	42
2.4.5.	Teplota tání	43
2.4.6.	Měrné teplo	44
2.4.7.	Měrná tepelná vodivost	45
2.4.8.	Teplotní součinitel délkové roztažnosti	47
2.4.9.	Modul pružnosti	48
2.4.10.	Mez pružnosti, kluzu a pevnosti	48
2.4.11.	Tažnost	49
	Otázky k článkům 2.1 až 2.4.	49
2.5.	Druhy vodivých materiálů, jejich vlastnosti a použití	49
2.5.1.	Vodivé materiály podle skupenství a druhu nosičů elektrického náboje	49
2.5.2.	Základní elektrovodné materiály	50
	Elektrovodná měď	50
	Bronzy	54

	Mosazi	55
	Elektrovodný hliník	56
	Slitiny hliníku	59
	Záměna mědi hliníkem	60
2.5.3.	Lehké kovy	61
	Hořčík	61
	Berylium	61
2.5.4.	Kovy s nízkou teplotou tání	62
	Zinek	62
	Kadmium	62
	Rtuť	62
	Galium	62
	Indium	62
	Cín	62
	Olovo	64
	Vizmut	64
	Antimon	64
2.5.5.	Kovy se střední teplotou tání	64
	Kobalt	64
	Nikl	64
	Železo	66
2.5.6.	Kovy s vysokou teplotou tání	66
	Wolfram	66
	Molybden	67
	Tantal	67
	Niob	67
	Titan	67
	Zirkon	68
2.5.7.	Ušlechtilé kovy	68
	Zlato	68
	Stříbro	68
	Platina	68
	Paládium	70
	Rhodium	70
	Iridium	70
	Osmium	70
	Ruthenium	70
2.5.8.	Kovy alkalických zemin	70
	Baryum	70
	Vápník	70
	Stroncium	70
2.5.9.	Alkalické kovy	71
	Lithium	71
	Sodík	71
	Draslík	71
	Cesium	71
	Rubidium	71
2.5.10.	Odporové materiály	72
	Odporové materiály pro měřicí techniku	72
	Odporové materiály pro elektrotopelná zařízení	75
	Nekovové odporové materiály	77
	Otázky k článku 2.5	77
2.6.	Vodivé materiály pro zvláštní účely	78
2.6.1.	Materiály pro kontakty	78
2.6.2.	Kovy pro tavné vodiče pojistek	83
2.6.3.	Kovy a slitiny pro dvojkovové materiály	83

	Dvojkovy ohybové	83
	Dvojkovové vodiče	86
	Dvojkovové kontakty.	86
2.6.4.	Kovové materiály pro zátavy do skla	86
2.6.5.	Pájky.	87
2.6.6.	Technický uhlík	88
	Otázky k článku 2.6	91
3.	Polovodiče	92
3.1.	Teorie vodivosti polovodičů	92
3.2.	Přechod PN a jeho ventilový účinek	95
3.3.	Injekce menšinových nosičů přes přechod PN	96
3.4.	Fyzikální vlastnosti polovodičových materiálů	97
3.4.1.	Koncentrace nosičů	97
3.4.2.	Pohyblivost nosičů	97
3.4.3.	Měrná vodivost polovodiče	98
3.4.4.	Doba života menšinových nosičů	98
3.4.5.	Difúzní délka menšinových nosičů	98
3.4.6.	Hallův jev, Hallova konstanta	99
3.5.	Vliv vnějších činitelů na vlastnosti polovodiče	100
3.5.1.	Vliv teploty	100
3.5.2.	Vliv ozáření	100
4.	Polovodičové materiály a součástky	102
4.1.	Zpracování křemíku a germania	104
4.1.1.	Výroba a chemické čištění	104
4.1.2.	Fyzikální čištění	104
4.1.3.	Výroba monokrystalů	106
4.1.4.	Výroba a úpravy polovodičových desek	107
4.2.	Vytváření přechodů PN	108
4.3.	Vytváření kontaktů	110
4.4.	Konečné úpravy a pouzdření	111
4.5.	Základní polovodičové součástky	112
4.5.1.	Diody	112
4.5.2.	Přehled metod používaných při výrobě tranzistorů	114
4.5.3.	Součástky založené na fotoelektrických jevech	119
4.5.4.	Některé další polovodičové součástky	121
4.6.	Mikroelektronika	124
4.6.1.	Součástí elektronických obvodů a jejich spolehlivost	124
4.6.2.	Moduly a mikromoduly	126
4.6.3.	Vrstvové integrované obvody	127
4.6.4.	Integrované obvody hybridní	128
4.6.5.	Monolitické integrované obvody	128
	Otázky ke kapitolám 3 a 4	130
5.	Izolanty	131
5.1.	Teorie vodivosti izolantů	132
5.2.	Struktura izolantů	132
5.3.	Základní vlastnosti izolantů	133
5.3.1.	Polarizace dielektrika	133
5.3.2.	Jevy související s polarizací	136
5.3.3.	Permitivita izolantu	136
5.3.4.	Dielektrické ztráty	138
5.3.5.	Elektrický průraz dielektrika	139
5.3.6.	Elektrická vodivost izolantu	141
5.3.7.	Tepelné vlastnosti	141
5.3.8.	Mechanické vlastnosti.	143

5.3.9.	Vliv vlhkosti na izolant	143
5.4.	Charakteristické vlastnosti izolanů	143
5.4.1.	Poměrná permitivita	143
5.4.2.	Činitel dielektrických ztrát	143
5.4.3.	Elektrická pevnost	144
5.4.4.	Měrný vnitřní a měrný povrchový odpor	144
5.4.5.	Měrné teplo	144
5.4.6.	Měrná tepelná vodivost	144
5.4.7.	Měrná teplotní vodivost	144
5.4.8.	Teplotní součinitel délkové roztažnosti	144
5.4.9.	Odolnost za tepla podle Martense a podle Vicata	145
5.4.10.	Pevnost v tahu a v tlaku	145
5.4.11.	Tvrdość	146
5.4.12.	Viskozita	146
5.4.13.	Navlhavost a nasákavost	146
5.4.14.	Další charakteristické vlastnosti	146
5.5.	Zkoušky izolanů	147
	Otázky ke kapitole 5	148
6.	Anorganické izolanť	149
6.1.	Struktura anorganických izolanů	149
6.2.	Slída	149
6.2.1.	Druhy a vlastnosti slídy	149
6.2.2.	Druhy slídových izolanů	151
6.3.	Azbest	152
6.3.1.	Druhy a vlastnosti azbestu	152
6.3.2.	Druhy azbestových izolanů	153
6.4.	Keramika	154
6.4.1.	Výroba keramických materiálů a jejich zpracování	154
6.4.2.	Třídění keramických materiálů	156
6.4.3.	Druhy keramických materiálů pro elektrotechniku	160
6.5.	Sklo	166
6.5.1.	Výroba skla a jeho zpracování	166
6.5.2.	Vlastnosti skla	166
6.5.3.	Použití skla	169
6.5.4.	Druhy skel pro elektrotechniku	169
	Otázky ke kapitole 6	170
7.	Organické izolanť	172
7.1.	Úvod	172
7.1.1.	Hlediska pro třídění organických izolanů	172
7.1.2.	Struktura organických izolanů	173
7.1.3.	Vznik makromolekulárních látek	175
7.1.4.	Vliv struktury na vlastnosti organických izolanů	176
7.1.5.	Suroviny pro výrobu organických izolanů	178
7.1.6.	Syntetické organické izolanť	179
	Otázky k článku 7.1	179
7.2.	Reaktoplasty	179
7.2.1.	Fenoplasty	180
7.2.2.	Aminoplasty	183
7.2.3.	Epoxidy	187
7.2.4.	Reaktoplasty na bázi polyesterů	191
	Otázky k článku 7.2	192
7.3.	Termoplasty	192
7.3.1.	Polysterén	192
7.3.2.	Polymetylmetakrylát a jeho kopolymery	201

7.3.3.	Polyamidy	204
7.3.4.	Lineární polyuretany	205
7.3.5.	Polyformaldehyd a jeho kopolymery	206
7.3.6.	Polykarbonáty	206
7.3.7.	Nasyčené (lineární) polyestery	207
7.3.8.	Polyolefiny	208
7.3.9.	Fluoroplasty	209
7.3.10.	Polyvinylchlorid	210
7.3.11.	Polyvinylalkohol, polyvinylacetáty, polyvinylidenchlorid	211
7.3.12.	Termoplasty na bázi přírodních makromolekulárních látek	212
7.3.13.	Nové technické termoplasty	213
	Otázky k článku 7.3	214
7.4.	Elastomery	215
7.4.1.	Přírodní kaučuk	215
7.4.2.	Syntetické kaučuky	216
7.4.3.	Termoplastické kaučuky	217
7.4.4.	Přyz jako technický materiál	218
7.4.5.	Zpracování elastomerů	219
	Otázky k článku 7.4	219
7.5.	Organické izolanty na bázi přírodních makromolekulárních látek a z nich vyrobených materiálů	219
7.5.1.	Dřevo a celulóza	219
7.5.2.	Papír a lepenka	219
7.5.3.	Přírodní vlákna	221
7.5.4.	Tkaniny	221
7.5.5.	Vrstvené tvrzené papíry a tvrzené tkaniny	222
7.5.6.	Přírodní pryskyřice	224
7.5.7.	Přírodní vosky a kompaundy	224
7.5.8.	Bitumeny	228
	Otázky k článku 7.5	228
7.6.	Zpracování plastů na konstrukční části	228
7.6.1.	Lisování desek	229
7.6.2.	Lisování tvarových výlisků	229
7.6.3.	Přetlačování	234
7.6.4.	Vstřikování	234
7.6.5.	Vytlačování	237
7.6.6.	Výfukování fólií	237
7.6.7.	Výfukování nádob	238
7.6.8.	Natírání a lití	239
7.6.9.	Nanášení plastů	239
7.6.10.	Odlévání	240
7.6.11.	Lehčené plasty	241
7.6.12.	Válcování	243
7.6.13.	Ruční a strojní opracování plastů	243
7.6.14.	Spojování součástí z plastů	244
7.6.15.	Povrchové úpravy součástí z plastů	246
	Otázky k článku 7.6	247
7.7.	Laky	248
7.7.1.	Laky z přírodních pryskyřic	249
7.7.2.	Olejové laky	249
7.7.3.	Syntetické laky	249
7.7.4.	Druhy nátěrových látek vyráběné v ČSSR	251
	Otázky k článku 7.7	252
8.	Kapalné izolanty	253
8.1.	Vlastností kapalných izolantů	253

8.2.	Druhy kapalných izolantů	253
8.2.1.	Minerální oleje	253
8.2.2.	Syntetické kapalně izolanty	256
8.2.3.	Rostlinné oleje	257
	Otázky ke kapitole 8	257
9.	Plynné izolanty	258
9.1.	Vlastnosti plynných izolantů	258
9.2.	Druhy plynných izolantů	259
	Otázky ke kapitole 9	260
10.	Magnetické materiály	261
10.1.	Třídění materiálů z hlediska magnetických vlastností	261
10.2.	Materiály diamagnetické, paramagnetické, feromagnetické, antiferomagnetické a ferimagnetické	261
10.3.	Struktura magnetických materiálů	264
10.4.	Základní vlastnosti magnetických materiálů	264
10.4.1.	Porovnání materiálů podle elektrické a magnetické vodivosti	264
10.4.2.	Magnetizační charakteristiky	264
10.4.3.	Křivka prvotní magnetizace	265
10.4.4.	Hysterezní smyčka	266
10.4.5.	Ztráty v magnetickém obvodu	268
10.4.6.	Magnetická anizotropie	269
10.5.	Charakteristické vlastnosti magnetických materiálů	269
10.5.1.	Permeabilita	270
10.5.2.	Koercitivní intenzita	271
10.5.3.	Remanentní indukce	271
10.5.4.	Poměrná remanentní indukce	271
10.5.5.	Činitel pravouhlosti	272
10.5.6.	Měrná energie	272
10.5.7.	Měrné ztráty	273
10.5.8.	Curieův bod	273
10.5.9.	Vliv struktury na magnetické veličiny	273
10.6.	Hlediska pro třídění magnetických materiálů	275
10.7.	Magneticky měkké materiály	275
10.7.1.	Technicky čisté železo	275
10.7.2.	Křemíková ocel	276
	Elektrotechnické plechy válcované zatepla	277
	Pásy pro elektrotechniku válcované zastudena s orientovanou strukturou	277
	Pásy pro elektrotechniku válcované zastudena s neorientovanou strukturou	282
10.7.3.	Slitiny nikl—železo (permalloy)	282
10.7.4.	Magnetické obvody z plechů	288
10.7.5.	Železové materiály	289
10.7.6.	Magneticky měkké ferity	291
10.7.7.	Materiály se speciálními magnetickými vlastnostmi	295
	Materiály s velkou magnetickou indukcí nasycení	296
	Materiály s pravouhlou hysterezní smyčkou	296
	Termokompenzační materiály	297
	Materiály se stálou permeabilitou	297
	Magnetostrikční materiály	297
	Nemagnetické oceli	298
10.8.	Magneticky tvrdé materiály	298
10.8.1.	Martenzitické oceli	298
10.8.2.	Vytvrzovatelné slitiny netvářitelné	299
10.8.3.	Vytvrzovatelné slitiny s dobrou tvárností	302

10.8.4.	Práškové materiály pro trvalé magnety	303
10.8.5.	Magneticky tvrdé ferity	303
10.8.6.	Materiály na bázi vzácných zemin pro trvalé magnety	304
10.8.7.	Magnetování trvalých magnetů	304
	Otázky ke kapitole 10	304
11.	Vodiče a kabely	305
11.1.	Třídění vodičů a kabelů	305
11.2.	Jádra vodičů a kabelů	306
11.2.1.	Materiály pro jádra vodičů a kabelů	306
11.2.2.	Druhy jader vodičů a kabelů	307
11.3.	Vodiče pro holá vedení	309
11.3.1.	Vodiče pro energetická vedení	309
11.3.2.	Vodiče pro sdělovací vedení	310
11.3.3.	Vodiče pro rozvodná zařízení	311
11.3.4.	Vodiče pro trolejová vedení	311
11.4.	Izolované vodiče	311
11.4.1.	Izolace vodičů	311
11.4.2.	Vodiče pro vinutí	313
11.4.3.	Silové vodiče	315
11.4.4.	Sdělovací vodiče	317
11.4.5.	Vodiče pro zvláštní účely	319
11.5.	Silové kabely	319
11.5.1.	Silové kabely s napuštěnou papírovou izolací a kovovým pláštěm	321
11.5.2.	Celoplastové kabely	323
11.5.3.	Kabely s pryžovou izolací a s pláštěm z olova, z chloroprenového kaučuku nebo z polyvinylchloridu	323
11.5.4.	Kabely pro velmi vysoké napětí	324
11.6.	Sdělovací kabely	324
11.6.1.	Souměrné (symetrické) kabely	325
11.6.2.	Souosé (koaxiální) kabely	327
11.7.	Vodiče pro vysokofrekvenční účely	328
11.7.1.	Vysokofrekvenční lanko	328
11.7.2.	Dvouvodičové vedení	328
11.7.3.	Vlnovody	331
11.7.4.	Páskové vedení	332
11.8.	Údaje o vodičích a kabelech	332
	Otázky ke kapitole 11	333
	Rejstřík	334