

Obsah

PŘEDMLUVA	12
1. ÚVOD	15
2. KLASIFIKACE MATERIÁLŮ	17
3. VLASTNOSTI HLAVNÍCH DRUHŮ KONSTRUKČNÍCH MATERIÁLŮ	19
4. VLIV OKOLNÍHO PROSTŘEDÍ NA MATERIÁLY	23
4.1. Korozní agresivita přírodní atmosféry	25
4.1.1. Vliv korozních činitelů na kovy	26
4.1.2. Vliv korozních činitelů na sklo a keramiku	28
4.1.3. Vliv korozních činitelů na plasty	28
4.2. Korozní agresivita mikroklímatu na materiály	28
4.2.1. Specifické koroze elektronických zařízení	29
4.3. Trvalá ochrana materiálů vůči korozi	31
4.4. Dočasná ochrana materiálů vůči atmosférické korozi	31
5. ZDRAVOTNÍ A BEZPEČNOSTNÍ RIZIKA PŘI ZPRACOVÁNÍ MATERIÁLŮ	34
5.1. Působení materiálů na lidský organismus	34
5.2. Hranice zdravotních rizik při zpracování materiálů	35
5.3. Bezpečnostní rizika při práci s hořlavými kapalinami	35
5.4. Organoleptické (čichové) vlastnosti látek	36
5.5. Odhad zdravotních rizik při výběru materiálů	36
6. PLYNY A SMĚSI PLYNŮ	38
6.01. Skladování a transport plynů	39
6.02. Čištění plynů od stop kyslíku, vody a prachových částic	41
6.03. Manipulace s vysoce čistými plyny a směsmi plynů	42
6.1. Vzduch	43
6.1.1. Stlačený vzduch	43
6.1.2. Úprava vzduchu pro čistá (bezprašná, hermetizovaná) pracoviště	44
6.1.3. Druhy čistých pracovišť	45
6.1.4. Režim práce v čistých pracovištích	46
6.1.5. Vlastnosti vzduchu v okolí čistých pracovišť	46
6.1.6. Hygienické a zdravotní aspekty při práci v čistých pracovištích	47
6.2. Vodík	47
6.3. Dusík	50
6.3.1. Vlastnosti dusíkového formovacího plynu	51
6.3.2. Použití dusíku a dusíkového formovacího plynu v elektronice	51
6.4. Kyslík	53
6.5. Vzácné neboli inertní plyny	54
6.5.1. Použití vzácných plynů v elektronice	56
6.5.2. Zjišťování netěsnosti heliovým hledačem	56
6.5.3. Neon	57
6.5.4. Argon	57
6.5.5. Krypton a xenon	58
6.5.6. Manipulace se vzácnými plyny	59
6.6. Plyny a směsi plynů vysoké čistoty pro speciální použití	60
6.6.1. Plyny pro leptání	62

6.6.2.	Plyny pro dotování	63
6.6.3.	Plyny, směsi plynů a nízkovroucí kapaliny pro vytváření vrstev	64
6.6.4.	Plyny pro iontovou implantaci	65
6.7.	Bezpečnostní a zdravotní hlediska při dopravě, skladování a manipulaci s plyny a směsmi plynů	66
6.7.1.	Bezpečnostní hlediska při práci s tlakovými lahvemi	67
6.7.2.	Bezpečnostní hlediska při práci s kapalnými plyny	67
6.7.3.	Bezpečnostní hlediska při práci s plyny z rozvodů	67
6.7.4.	Zdravotní a bezpečnostní hlediska při práci s neutrálními plyny	68
6.7.5.	Zdravotní a bezpečnostní hlediska při práci s vodíkem	68
6.7.6.	Zdravotní a bezpečnostní hlediska při práci s kyslíkem	68
6.7.7.	Zdravotní a bezpečnostní hlediska při práci se vzácnými plyny	69
6.7.8.	Zdravotní a bezpečnostní hlediska při práci se směsmi plynů	69
7.	KAPALNÉ CHEMIKÁLIE	71
7.1.	Voda v elektronice	71
7.1.1.	Druhy nečistot v přírodní vodě	72
7.1.2.	Úprava vody měniči iontů	75
7.1.3.	Úprava vody reverzní osmózou	78
7.1.4.	Potlačení obsahu mikroorganismů a mikrofiltrace zvláště čisté vody	79
7.1.5.	Zásady pro přípravu nejčistší vody pro elektronické účely a základní kritéria na její čistotu	80
7.2.	Odmašťovací a rozpouštěcí kapaliny	81
7.2.1.	Druhy odmašťovacích činidel	82
7.3.	Přírodní oleje	87
7.3.1.	Minerální oleje	87
7.3.2.	Rostlinné oleje	90
7.3.3.	Živočišné oleje	90
7.4.	Syntetické izolační kapaliny	91
7.4.1.	Chlorované aromatické uhlovodíky	91
7.4.2.	Sílikonové oleje	91
7.5.	Světločlitlivé roztoky	92
7.5.1.	Vlastnosti negativních světločlitlivých roztoků	93
7.5.2.	Vlastnosti pozitivních světločlitlivých roztoků	93
7.5.3.	Světločlitlivé roztoky pro plošné spoje	94
7.5.4.	Světločlitlivé roztoky pro leptání struktur do kovových pásů a fólií	94
7.5.5.	Světločlitlivé roztoky pro výrobu reprodukčních masek a pro fotolitografické procesy na polovodičových plátcích	95
7.5.6.	Rezisty pro nejmenší rozměry leptaných struktur	95
7.5.7.	Polyimidové fotorezisty	96
7.6.	Kapalné krystaly	96
7.6.1.	Druhy mezofází kapalných krystalů	98
7.6.2.	Vlastnosti kapalných krystalů	99
7.6.3.	Druhy směsí kapalných krystalů	101
7.7.	Vysoce čisté chemikálie s potlačeným obsahem heterogenních částic	101
7.7.1.	Mikrofiltrace kapalin	104
7.8.	Zdravotní a bezpečnostní rizika při práci s kapalnými chemikáliemi	105
8.	TUHÉ ANORGANICKÉ LÁTKY	108
8.1.	Minerály a technické kameny	108
8.1.1.	Křemen	108
8.1.2.	Slída a výrobky ze slídy	111
8.1.3.	Azbest a azbestové výrobky	113
8.1.4.	Přírodní a umělý, monokrystalický a polykrystalický diamant	115
8.1.5.	Safir	119
8.1.6.	Technický uhlík, tuha, elektrografit	120
8.2.	Anorganická skla	129
8.2.1.	Tavení skla	130
8.2.2.	Výroba skleněných dílů hutním způsobem	130
8.2.3.	Výroba skleněných polotovarů zušlechtěním hutních polotovarů	131
8.2.4.	Tepelné vlastnosti skel	132
8.2.5.	Odolnost skel vůči náhlým změnám teplot (tepelná odolnost)	134
8.2.6.	Elektrické vlastnosti skel	134

8.2.7.	Vakuové vlastnosti skel	135
8.2.8.	Princip stavování skel navzájem a s jinými materiály	136
8.2.9.	Druhy skel pro elektroniku	139
8.2.10.	Zátavová skla	139
8.2.11.	Skla pro přijímací, vysílací a speciální elektronky	140
8.2.12.	Skla pro černobílé a barevné obrazovky	142
8.2.13.	Sklo pro výrobu polovodičových součástek	144
8.2.14.	Skelné pájky	145
8.2.15.	Spékaná skla	148
8.2.16.	Skelné krystalické látky	149
8.2.17.	Skleněné průchodky	150
8.2.18.	Skleněné hedvábí	152
8.2.19.	Skleněné tkaniny	152
8.2.20.	Skleněné akusticko-izolační rohože	153
8.3.	Křemenné sklo	153
8.3.1.	Výroba trubic a tyčí z čirého křemenného skla	154
8.3.2.	Výroba polotovarů z neprůhledného křemenného skla	155
8.3.3.	Výroba syntetického křemenného skla	155
8.3.4.	Vlastnosti křemenného skla	156
8.3.5.	Využití křemenného skla	159
8.3.6.	Vlákna pro optické vlnovody	160
8.3.7.	Vata z křemenného skla	162
8.4.	Keramika pro elektroniku	162
8.4.1.	Vlastnosti keramik	164
8.4.2.	Křemičitá keramika	167
8.4.3.	Titaničitá keramika	168
8.4.4.	Keramické materiály pro kondenzátory	169
8.4.5.	Jednokomponentová keramika	170
8.4.6.	Spojování keramiky s ostatními materiály	176
8.4.7.	Keramická pouzdra pro mikroelektronické součástky	178
8.4.8.	Mikrovlnná keramika	180
8.5.	Luminiscenční látky (luminofory)	180
8.5.1.	Vlastnosti luminoforů	181
8.5.2.	Druhy luminoforů pro elektroniku	184
8.6.	Zdravotní rizika při práci s anorganickými látkami	186
9.	PŘÍRODNÍ ORGANICKÉ MIKROMOLEKULÁRNÍ A MAKRO- MOLEKULÁRNÍ LÁTKY	189
9.1.	Vosky	189
9.1.1.	Organické vosky	189
9.1.2.	Anorganické vosky (parafinické)	190
9.2.	Přírodní pryskyřice	191
9.3.	Vláknité látky	192
9.3.1.	Přírodní organická vlákna	192
9.3.2.	Syntetická organická vlákna	193
9.3.3.	Papíry a lepenky	193
9.3.4.	Kondenzátorové papíry	196
9.3.5.	Lakované papíry	198
9.3.6.	Elektrotechnické lepenky	198
9.3.7.	Polyamidový papír	199
9.3.8.	Skleněný papír	199
9.3.9.	Papíry a lepenky vyráběné z anorganických přírodních materiálů	200
9.4.	Vrstvené izolanty	200
9.4.1.	Vrstvené izolanty pro desky plošných spojů	201
10.	MAKROMOLEKULÁRNÍ LÁTKY, PLASTY	204
10.1.	Vlastnosti plastů	205
10.1.1.	Fyzikální a mechanické vlastnosti	205
10.1.2.	Tepelné vlastnosti	206
10.1.3.	Elektrické vlastnosti	207
10.1.4.	Chemické vlastnosti	208
10.1.5.	Odolnost plastů vůči kapalným médii	208
10.1.6.	Odolnost plastů vůči záření	210

10.1.7.	Zpracování plastů na polotovary	210
10.2.	Označování plastů zkratkami	211
10.3.	Plnidla plastů	213
10.4.	Nadouvané plasty	213
10.5.	Plastomery	214
10.5.1.	Polyolefiny	215
10.5.2.	Fluoroplasty	217
10.5.3.	Polystyrén (PS)	220
10.5.4.	Vinylové polymery (polyvinyl)	221
10.5.5.	Polyestery	223
10.5.6.	Polyakrylátý (PAC)	224
10.5.7.	Polykarbonáty (PC)	224
10.5.8.	Polyétery	226
10.5.9.	Polyacetály (polyformaldehydy)	226
10.5.10.	Polysulfony	226
10.5.11.	Polymery obsahující dusík	227
10.6.	Celulózové plasty	231
10.7.	Teplem tvrditelné pryskyřice	232
10.7.1.	Fenoplasty (PF)	234
10.7.2.	Aminoplasty	235
10.7.3.	Epoxidy (EP)	235
10.7.4.	Diallylfthaláty (PDAP)	236
10.7.5.	Nenasycené polyestery	237
10.8.	Elastomery	237
10.9.	Silikony (polysiloxany)	240
10.9.1.	Silikonové kaučuky a pryže	242
10.9.2.	Silikonové pryskyřice	244
10.9.3.	Silikonové laky	244
10.9.4.	Silikonové oleje a vazelíny	244
10.9.5.	Silikonové tmely lepidla	245
10.9.6.	Silikonové oleje pro přípravu vysokého vakua	245
10.9.7.	Elektricky vodivé silikonové kaučuky	246
10.10.	Kompaundy, zalévací a impregnační látky	247
10.11.	Pryskyřice pro pouzdření elektronických součástek	248
10.11.1.	Technologie pouzdření elektronických součástek do plastů	249
10.11.2.	Vlastnosti pryskyřic pro nízkotlaké přetlačovací pouzdření mikroelektronických součástek lisováním	251
10.11.3.	Vlastnosti práškových pryskyřic pro vířivé spékání	253
10.11.4.	Pryskyřice pro zakapávání a zalévání	254
10.11.5.	Vlastnosti pryskyřic pro nízkotlaké přetlačovací pouzdření optoelektronických součástek lisováním	255
10.12.	Plasty pro hermetizaci elektronických zařízení	255
10.13.	Fólie z plastů	257
10.13.1.	Fólie jako dielektrikum v kondenzátorech	257
10.13.2.	Samolepicí pásky a fólie	258
10.13.3.	Membránové spínače	259
10.14.	Laky a emaily	259
10.14.1.	Druhy laků podle chemického složení	260
10.14.2.	Použití laků v elektronice	263
10.15.	Lepidla	265
10.15.1.	Lepení v elektronice	265
10.15.2.	Druhy lepidel a tmelů používaných v elektronice	266
10.16.	Elektricky vodivé a lepidlo pro podlahoviny hermetizovaných pracovišť	270
10.17.	Bezpečnostní a zdravotní rizika při zpracování a používání plastů	271
10.17.1.	Zdravotní rizika při použití plastů a při manipulaci s nimi	272
11.	NEŽELEZNÉ KOVY A JEJICH SLITINY	275
11.1.	Měď a její slitiny	279
11.1.1.	Vlastnosti mědi	280
11.1.2.	Druhy čistých mědí	282
11.1.3.	Slitiny mědi	282
11.1.4.	Lakované dráty	286
11.1.5.	Měděné dráty s povlakem cínu nebo jeho slitin	286

11.1.6.	Měděné fólie pro plošné spoje	288
11.1.7.	Výroba měděných drátů pro rozvod elektrické energie metodou Deep Forming (DF)	290
11.1.8.	Příprava nejjemnějších měděných drátů se skleněnou izolací technologií bez průvlaků	291
11.2.	Hliník a jeho slitiny	292
11.2.1.	Vlastnosti hliníku	293
11.2.2.	Druhy hliníku vysoké čistoty	293
11.2.3.	Dráty a mikrodráty z hliníku a jeho slitin	294
11.2.4.	Hliníkové fólie pro elektrolytické kondenzátory	295
11.3.	Nikl a jeho slitiny	296
11.4.	Ušlechtilé kovy	302
11.4.1.	Zlato	304
11.4.2.	Stříbro	309
11.4.3.	Platina	310
11.4.4.	Paládium	311
11.4.5.	Rhodium	312
11.4.6.	Ruthenium	312
11.4.7.	Iridium	312
11.4.8.	Osmium	313
11.5.	Kovy s vysokým bodem tání	313
11.5.1.	Výroba kovů s vysokým bodem tání	315
11.5.2.	Wolfram	316
11.5.3.	Spojování wolframu navzájem a s ostatními materiály	320
11.5.4.	Molybden	320
11.5.5.	Spojování molybdenu navzájem a s ostatními materiály	321
11.5.6.	Tantal	322
11.5.7.	Niob	323
11.5.8.	Rhenium	323
11.6.	Rtuť	324
11.7.	Plátované kovy a dvojkovy	325
11.7.1.	Tepelné dvojkovy	326
11.7.2.	Kontaktní (dotykové) dvojkovy	328
11.7.3.	Plátované pásy pro elektrovakuové účely	329
11.8.	Materiály pro kontakty	330
11.8.1.	Kontaktní (dotykové) materiály na bázi stříbra	333
11.8.2.	Kontaktní (dotykové) materiály na bázi zlata	334
11.8.3.	Kontaktní (dotykové) materiály na bázi platinových kovů	335
11.8.4.	Kovy a slitiny pro nosné části kontaktů	336
11.8.5.	Kaučukové kontakty	337
11.9.	Kovy a slitiny kovů pro pájené spoje	338
11.9.1.	Soustava mědi a cínu a jeho slitin	338
11.9.2.	Soustava slitin mědi a cínu	340
11.9.3.	Soustava slitin železa se zlatem	340
11.9.4.	Soustava slitin železa se stříbrem	341
11.9.5.	Soustava slitin železa s cínem nebo slitinou PbSn60	341
11.10.	Kovy a slitiny s definovaným teplotním součinitelem délkové roztažnosti	342
11.10.1.	Platina a platinový plášťový drát	344
11.10.2.	Měď jako zátavový kov	345
11.10.3.	Molybden a wolfram jako zátavové kovy	346
11.10.4.	Měděný plášťový drát	346
11.10.5.	Slitiny FeNiCo	347
11.10.6.	Slitiny FeNiCr	348
11.10.7.	Slitiny FeCr	348
11.11.	Kovy a sloučeniny vzácných zemin	348
11.12.	Velmi čisté kovy	352
11.13.	Pájky a materiály pro pájení	354
11.13.1.	Speciální měkké pájky	355
11.13.2.	Měkké pájky pro strojní pájení	355
11.13.3.	Tavidla pro měkké pájení	357
11.13.4.	Trubičkové pájky	360
11.13.5.	Pájkové pasty	360
11.13.6.	Speciální tvrdé pájky	360

11.13.7.	Paladiové pájky	361
11.13.8.	Zlaté pájky	361
11.13.9.	Tvrdé pájky s vysokou a velmi vysokou pájecí teplotou	363
12.	PLÁTOVANÉ VRSTVENÉ IZOLANTY NA PLOŠNÉ SPOJE	366
12.1.	Vlastnosti vrstvených plošných spojů	367
12.2.	Plošné spoje s homogenním izolantem	368
12.2.1.	Ohebné plošné spoje	369
13.	SPECIÁLNÍ OCELI	370
13.1.	Pásky z nízkouhlíkatých ocelí s úzkými tolerancemi na tloušťku	370
13.2.	Nemagnetické ušlechtilé oceli	371
13.3.	Oceli s drobnou třískou	373
14.	ODPOROVÉ KOVY A SLITINY	375
14.1.	Slitiny pro drátové rezistory	375
14.1.1.	Slitiny s velkým teplotním součinitelem odporu	379
14.2.	Slitiny pro žhavicí tělesa	379
14.2.1.	Odporové materiály pro velmi vysoké teploty	380
14.3.	Vlastnosti slitiny NiCr	381
15.	MATERIÁLY PRO VYTVÁŘENÍ VODIVÝCH A IZOLAČNÍCH POVLAKŮ	382
15.1.	Materiály pro napařování a naprašování	382
15.1.1.	Targety (katody) pro naprašování	385
15.1.2.	Targety na bázi hliníku a jeho slitin	385
15.1.3.	Targety na bázi chrómu	385
15.2.	Suspenze k nanášení povlaků s elektrickými, tepelnými a magnetickými vlastnostmi	386
15.2.1.	Vodivé laky	386
15.2.2.	Vypalovací vodivé pasty	387
15.2.3.	Odporové pasty pro tlustovrstvou technologii	390
15.2.4.	Izolační a dielektrické pasty	391
15.2.5.	Tepelně vodivé pasty s velkým elektrickým odporem	391
16.	MATERIÁLY PRO VYSOKÉ A VELMI VYSOKÉ TEPLoty	393
17.	MATERIÁLY PRO NÍZKÉ A VELMI NÍZKÉ TEPLoty	395
18.	MONOKRYSTALY	398
18.1.	Příprava monokrystalů ze stechiometrické taveniny	399
18.2.	Příprava monokrystalů z nestechiometrické taveniny (SSD)	403
18.3.	Příprava monokrystalů z cizí taveniny	403
18.4.	Příprava monokrystalů z vodních roztoků	404
18.5.	Příprava monokrystalů narůstáním roztavených prášků	405
18.6.	Příprava monokrystalů pod bodem tání složek	406
19.	ZDRAVOTNÍ A BEZPEČNOSTNÍ RIZIKA PŘI PRÁCI S NEŽELEZNÝMI KOVY A JEJICH SOLEMI	407
19.1.	Zdravotní a bezpečnostní hlediska při práci s ušlechtilými kovy	408
20.	POLOVODIČE	409
20.1.	Germanium	411
20.2.	Křemík	413
20.2.1.	Příprava vysoce čistého polykrystalického křemíku	413
20.2.2.	Zonální rafinace křemíku a příprava jeho monokrystalů	417
20.3.	Galium	419
20.4.	Arzén zvláštní čistoty (6 N)	420
20.5.	Červený fosfor zvláštní čistoty (6 N)	421
20.6.	Indium	422
20.7.	Příprava a vlastnosti polykrystalického arzenidu galitého (GaAs)	422
20.8.	Příprava a vlastnosti monokrystalického arzenidu galitého (GaAs)	422

20.9.	Příprava a vlastnosti polykrystalického fosfidu galitého (GaP)	424
20.10.	Příprava a vlastnosti monokrystalického fosfidu galitého (GaP)	424
20.11.	Příprava monokrystalů fosfidu india (InP)	425
20.12.	Dělení objemových polovodičových monokrystalů na plátky a úprava jejich povrchu	426
20.13.	Brousící a lešticí materiály	427
20.14.	Zdravotní a bezpečnostní rizika při práci s polovodiči	429
21.	MAGNETICKÉ MATERIÁLY	431
21.1.	Magneticky měkké kovy a slitiny	432
21.1.1.	Magneticky měkké oceli	433
21.1.2.	Slitiny FeCo	434
21.1.3.	Křemíkové oceli	434
21.1.4.	Magneticky měkké slitiny NiFe	436
21.2.	Magneticky tvrdé kovy a slitiny	438
21.2.1.	Slitiny AlNiCo	439
21.2.2.	Slitina FeCrCo	440
21.2.3.	Slitina MnAlC	440
21.2.4.	Mechanicky tvářitelné magneticky tvrdé slitiny	440
21.2.5.	Magneticky tvrdé slitiny na bázi SmCo	441
21.2.6.	Magneticky tvrdé slitiny na bázi NdFeB	441
21.3.	Ferity	442
21.3.1.	Magneticky měkké ferity (MMF)	443
21.3.2.	Magneticky tvrdé ferity (MTF)	446
21.3.3.	Ferity se speciálními vlastnostmi	448
21.4.	Magnetické granáty	450
21.5.	Granáty pro bublinové paměti	450
21.6.	Magnetická kompozita	451
21.7.	Materiály s magnetostrikčními vlastnostmi	451
21.8.	Aktivní povlaky magnetických pásků	452
21.9.	Magneticky měkké amorfní slitiny kovů	452
21.10.	Zdravotní aspekty při použití magnetických materiálů	453
22.	FEROELEKTRICKÉ LÁTKY	455
23.	PIEZOELEKTRICKÉ LÁTKY	456
23.1.	Seignettova sůl	456
23.2.	Keramika s elektrooptickými a piezoelektrickými vlastnostmi	457
23.3.	Piezoelektrické plasty	459
23.4.	Krystaly s elektrooptickými a piezoelektrickými vlastnostmi	460
24.	ELEKTRETOVÉ MATERIÁLY	462