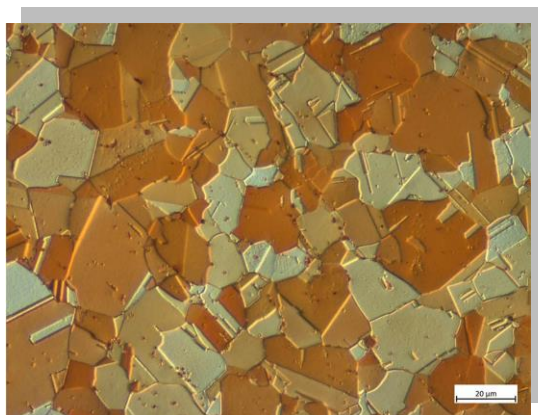


**TECHNICKÁ UNIVERZITA V KOŠICIACH
STROJNÍCKA FAKULTA**



Strojnícka fakulta

ZÁKLADY MATERIÁLOVÉHO INŽINIERSTVA



prof. Ing. Janette BREZINOVÁ, PhD.

prof. Ing. Ján VIŇÁŠ, PhD.

doc. Ing. Dagmar DRAGANOVSKÁ, PhD.

doc. Ing. Anna GUZANOVÁ, PhD.

EDÍCIA ŠTUDIJNEJ LITERATÚRY

Košice 2020

Učebnica „Základy materiálového inžinierstva“ je určená pre študentov strojných fakúlt, ako aj pre študentov ďalších univerzít technického zamerania. Učebnica je vypracovaná v súlade s osnovami predmetov zameraných na oblasť technických materiálov na Strojníckej fakulte TU v Košiciach. Publikácia si kladie za cieľ oboznámiť študentov v koncentrovanej forme s teoretickými poznatkami a postupmi stanovenia materiálových charakteristík a využitia materiálov v strojárstve. Prezentuje základné poznatky z oblasti materiálového inžinierstva. Tematicky je zameraná na vnútornú stavbu kovových materiálov, sumarizuje základné metódy pre stanovenie mechanických vlastností materiálov. Pozornosť je venovaná zliatinám železa, ich kryštalizácii v metastabilnej a stabilnej sústave, podrobne sú popísané ocele a liatiny a ich využitie v technickej praxi. Prezentuje metódy tepelného spracovania, zameriava sa na rozdelenie a charakteristiku neželezných kovov a ich zliatin. Učebnica sumarizuje základné poznatky o polymérnych materiáloch a konštrukčnej keramike. Pri písaní učebnice boli využité aktuálne normy a postupy.

Učebnica bude zároveň slúžiť ako zdroj technických a vedeckých informácií pre vedecko – výskumných pracovníkov a širokú odbornú komunitu. Dovoľujeme si vyjadriť poďakovanie recenzentom publikácie, ktorí svojimi pripomienkami prispeli ku kvalite a odbornej úrovni predkladanej publikácie.

Táto publikácia vznikla rámci riešenia grantového projektu MŠVVaŠ SR KEGA č.001STU-4/2019 a projektov VEGA č.1/0497/20 a č.1/0154/19.

Recenzenti : **prof. Ing. Marián Buršák, PhD.,** Technická univerzita v Košiciach
doc. Dr. Ing. Peter Horňák., Fakulta materiálov, metalurgie a recyklácie,
Technická univerzita v Košiciach

© prof. Ing. Janette Brezinová, PhD.; prof. Ing. Ján Viňáš, PhD.; doc. Ing. Dagmar Draganovská, PhD. ; doc. Ing. Anna Guzanová, PhD.

ISBN: 978-80-553-3745-6

Obsah

1	VNÚTORNÁ STAVBA KOVOVÝCH MATERIÁLOV	9
1.1	Atómy a väzby v kovoch a zliatinách	9
1.2	Kryštalická stavba kovov a zliatin	10
1.2.1	Druhy kryštalografických mriežok	11
1.2.2	Poruchy stavby kryštálov	13
1.2.3	Štruktúra čistých kovov a zliatin	15
1.2.4	Vznik a pohyb dislokácií	17
1.2.5	Difúzia v kovoch a zliatinách	18
1.3	Plastická deformácia materiálov a jej mechanizmy	
1.3.1	Plastická deformácia monokryštálov	
1.3.2	Deformácia polykryštalického materiálu	
1.3.3	Zotavenie a rekryštalizácia	
2	ZÁKLADY SKÚŠOBNÍCTVA MATERIÁLOV	20
2.1	Hodnotenie mechanických vlastností materiálov	23
2.1.1	Statická skúška ťahom	
2.1.2	Statická skúška tlakom	
2.1.3	Statická skúška ohybom	
2.1.4	Skúšky tvrdosti	
2.1.5	Skúšky rázom v ohybe	
2.2	Hodnotenie technologických vlastností materiálov	28
2.2.1	Skúška lámavosti	
2.2.2	Skúška hĺbením podľa ERICHSENA	
2.2.3	Skúška hĺbením podľa ENGELHARDTA	
2.2.4	Skúška lámavosti plechov striedavým ohybom	
2.3	Nedeštruktívne skúšanie materiálov	30
2.3.1	Vizuálna kontrola materiálov (VT)	
2.3.2	Kapilárna metóda (PT)	
2.3.3	Magnetická prášková metóda (MT)	
2.3.4	Ultrazvuková defektoskopia (UT)	
2.3.5	Prežarovacie metódy hodnotenia materiálov (RT)	
2.3.7	Rozsah použitia defektoskopických metód	
2.4	Štruktúrna analýza materiálov	
2.4.1	Makroskopická analýza	
2.4.2	Mikroskopická analýza	
3	Technické zliatiny železa	43
3.1	Sústava železo – uhlík	43
3.1.1	Metastabilný rovnovážny diagram Fe – Fe ₃ C	45
3.1.2	Význam rovnovážnych diagramov Fe – C	49
3.1.3	Sprievodné a zliatinové prvky v oceliach	50

3.1.3.1	Sprievodné prvky a inklúzie	50
3.1.3.2	Zliatinové prvky	52
3.2	Rozdelenie a označovanie technických zliatin Fe, materiálové normy	54
3.2.1	Ocele na tvárnenie	54
3.2.1.1.	Rozdelenie oceli na tvárnenie	54
3.2.1.2	Systémy označovania ocelí	56
3.2.2	Ocele na odliatky	58
3.2.3	Liatiny	59
3.2.3.1	Systém skráteného označovania liatin	59
3.3	Ocele	60
3.3.1	Nelegované ocele obvyklých akostí	60
3.3.2	Ocele akostné a ušľachtilé	61
3.3.2.1	Ocele valcované za studena z hlbokotažných ocelí k tvárneniu za studena STN EN 10130	61
3.3.2.2	Mikrolegované ocele	61
3.3.2.3	Ocele pre oceľové konštrukcie	62
3.3.2.4	Ocele pre tlakové nádoby STN EN 10028	63
3.3.3	Ocele pre výstuž do betónu STN EN 10080	65
3.3.4	Ocele pre koľajnice	65
3.3.5	Automatové ocele, STN EN 10087	65
3.3.6	Ocele k cementovaniu STN EN 10084	65
3.3.7	Ocele k nitridovaniu, STN EN 10084	66
3.3.8	Pružinové ocele, STN EN 10132	67
3.3.9	Ocele k zošľachtovaniu, STN EN 10083	67
3.3.10	Antikorózne a žiaruvzdorné ocele	68
3.3.10.1	Antikorózne ocele STN EN 10088	68
3.3.10.2	Žiaruvzdorné ocele STN EN 10095	71
3.3.11	Nástrojové ocele	72
3.3.11.1	Nelegované nástrojové ocele	73
3.3.11.2	Legované nástrojové ocele pre prácu za studena	73
3.3.11.3	Legované nástrojové ocele pre prácu za tepla	73
3.3.11.4	Rýchlorezné ocele	74
3.3.12	Ocele na valivé ložiská	74
3.3.13	Ocele na odliatky	75
3.3.14	Oteruvzdorné ocele	76
3.3.15	Špeciálne ocele pre automobilový priemysel	
3.4	Liatiny	77
3.4.1	Biela liatina	77
3.4.2	Grafitické liatiny	78
3.4.2.1	Liatina s lupienkovým grafitom STN EN 1561	78
3.4.2.2	Liatina s guľôčkovým grafitom STN EN 1563	80
3.4.2.3	Liatina s vermikulárnym grafitom	81
3.4.2.4	Liatina s vločkovým grafitom – temperovaná liatina	

STN EN 1562	81
3.4.3 Tvrdená liatina	82
3.4.4 Legované druhy liatin	83
4 Tepelné spracovanie ocelí	84
4.1 Fázové premeny pri tepelnom spracovaní	84
4.1.1 Austenitizácia	84
4.1.2 Izotermický rozpad austenitu	85
4.1.3 Anizotermický rozpad austenitu	87
4.1.4 Premeny pri popúšťaní zakalenej ocele	89
4.2 Základné postupy tepelného spracovania	90
4.2.1 Žíhanie	91
4.2.1.1 Žíhanie bez prekryštalizácie	91
4.2.1.2 Žíhanie s prekryštalizáciou	92
4.2.2 Kalenie a popúšťanie	92
4.2.3 Chemicko-tepelné spracovanie	95
4.2.4 Termomechanické spracovanie – TMS	97
5 Zliatiny neželezných kovov	98
5.1 Označovanie neželezných kovov a zliatin podľa STN	99
5.2 Hliník a jeho zliatiny	100
5.3 Horčík a jeho zliatiny	105
5.4 Titán a jeho zliatiny	107
5.5 Meď a jej zliatiny	108
5.6 Nikel a jeho zliatiny	112
5.7 Kobalt a jeho zliatiny	115
5.8 Ostatné neželezné kovy a ich zliatiny	116
5.8.1 Ľahkotaviteľné kovy a ich zliatiny	116
5.8.2 Ťažkotaviteľné kovy a ich zliatiny	117
5.8.3 Drahé kovy a ich zliatiny	118
6 Plasty, ich vlastnosti a spracovanie	120
6.1 Rozdelenie plastov	120
6.2 Štruktúra makromolekulových látok	123
6.3 Vlastnosti polymérov	125
6.4 Termoplasty	128
6.5 Reaktoplasty	129
6.6 Elastoméry	130
7 Konštrukčná keramika a sklo	131
7.1 Všeobecné poznatky	131
7.2 Druhy konštrukčnej keramiky	134
7.2.1 Oxidová keramika	134
7.2.2 Nitridová keramika	135
7.2.3 Keramika na báze karbidu kremíka	138
8 Medzné stavy materiálov	
Literatúra	365

