

OBSAH

Použité značky a základní vzorce	9
Úvod	15
Problém vzpěrné únosnosti kovových konstrukcí	15
I. CENTRICKY TLAČENÉ PRUTY	21
1. Ideální pruty	21
1.1. Rovinný vzpěr	21
1.1.1. Vzpěr v pružném oboru	21
a) Teorie malých deformací — Eulerovo řešení	21
Eulerovská stabilita	23
b) Teorie velkých deformací — Lagrangeovo řešení	26
c) Vliv deformace smykem na velikost kritické síly	31
1.1.2. Vzpěr v nepružném oboru	32
a) Řešení Engesserovo-Kármánovo	32
b) Shanleyův jev	37
c) Schwarzova-Rankineova formule — Tetmajerovy zkoušky	47
1.2. Prostorový vzpěr	49
1.2.1. Vzpěr v pružném oboru — Vlasovova teorie	50
Přibližné řešení pro běžné jednoose symetrické průřezy	56
Pruty ztužené proti deplanaci	62
Tenkostěnné pruty uzavřeného průřezu	68
1.2.2. Vzpěr v nepružném oboru	70
Analogie Engesserovy-Kármánovy teorie	70
Analogie Engesserovy-Shanleyovy teorie	75
2. Skutečné pruty	77
2.1. Vliv nahodilých odchylek	77
2.1.1. Odchytky geometrického tvaru	77
Excentricita břemene	78
Počáteční zakřivení podle sinusovky	80
Obecné počáteční zakřivení	81
Prostorové zakřivení	84
2.1.2. Vlastní pnutí	86
2.1.3. Vliv nahodilých odchylek podle Dutheila — Nehomogenita materiálu ..	94
2.2. Zkoušky vzpěrné pevnosti	96
2.2.1. Zkoušky laboratorních prutů	97

2.2.2. Zkoušky skutečných prutů	103
2.2.3. Ekvivalentní počáteční excentricita	107
2.3. Návrh a posouzení centricky tlačeného prutu	112
2.3.1. Normativní vzpěrná pevnost — Součinitel vzpěrnosti	112
2.3.2. Naše a zahraniční předpisy	117
II. EXCENTRICKY TLAČENÉ PRUTY	121
1. Prut souměrného průřezu excentricky tlačený v rovině souměrnosti	121
1.1. Rovinný vzpěr ideálního kloubově uloženého prutu	121
1.1.1. Vzpěr v pružném oboru — Vzpěrná pevnost	121
a) Prut tlačený se stejnými excentricitami na obou koncích — Součinitel vzpěrnosti za excentrického tlaku	121
b) Prut tlačený s různými excentricitami na obou koncích	123
α) Ekvivalentní délka	125
β) Ekvivalentní excentricita	127
1.1.2. Vzpěr v nepružném oboru — Vzpěrná únosnost	129
a) Pruty z ideální oceli — Ježkovo řešení	130
Přibližné řešení	135
Obecný vzorec	138
b) Pruty ze skutečné oceli — Řešení Chwallovo	140
c) Pruty z materiálu s lineárním zpevněním	147
d) Metoda ekvivalentního pružného prutu pro libovolný materiál; metoda pružného jádra pro ideální ocel	148
e) Prut tlačený s různými excentricitami na obou koncích	156
f) Součinitelé plastické rezervy excentricky tlačeného prutu	157
g) Vliv vlastních pnutí na vzpěrnou únosnost excentricky tlačeného prutu	163
1.2. Rovinný vzpěr ideálního částečně vetknutého prutu	170
1.2.1. Vzpěr v pružném oboru — Vzpěrná pevnost	170
1.2.2. Vzpěr v nepružném oboru — Vzpěrná únosnost	173
a) Snížení tuhosti prutu a vetknutí	173
b) Přesné a přibližné řešení	180
c) Řešení vzpěrné únosnosti s pomocí plastické poddajnosti vetknutí	182
1.3. Prostorový vzpěr ideálního prutu	184
1.3.1. Vzpěr v pružném oboru	186
a) Kritické napětí tuhého prutu ($J_x/J_y = \infty$) — Vlasovovo řešení	186
Prut tlačený se stejnými excentricitami na obou koncích	186
Prut podélně podepřený	189
Interakční závislost	190
Prut tlačený s různými excentricitami na obou koncích	194
b) Kritické napětí ohnutého prutu	195
1.3.2. Vzpěr v nepružném oboru	198
1.4. Návrh a posouzení excentricky tlačeného prutu	205
1.4.1. Vzpěrná pevnost a únosnost skutečného prutu	205
1.4.2. Interakční závislosti pro vzpěrnou pevnost, vzpěrnou únosnost a kritické zatížení	208

Vzpěrná pevnost	209
Vzpěrná únosnost	211
Kritické zatížení v pružném oboru	212
Kritické zatížení v nepružném oboru	214
Vzpěrná pevnost a vzpěrná únosnost skutečného prutu	215
1.4.3. Naše a zahraniční předpisy	217
1.5. Zkoušky	222
1.5.1. Rovinný vzpěr	222
1.5.2. Prostorový vzpěr	226
2. Prut excentricky tlačенý v obou hlavních rovinách setrvačnosti	232
2.1. Teorie I. řádu a teorie II. řádu tenkostěnných prutů otevřeného průřezu — Vlasovova úloha stability	233
2.2. Prostorový vzpěr v pružném i nepružném oboru	236
Přibližné řešení	238
2.3. Zkoušky	240
2.4. Interakční závislost	242
III. OHÝBANÉ A TLAČENÉ PRUTY	246
1. Rovinný vzpěr ideálního prutu	247
1.1. Vzpěr v pružném oboru — Vzpěrná pevnost	247
1.1.1. Prostě uložený prut zatížený rovnoměrně, osamělou silou a momenty na koncích	247
1.1.2. Rozvoj podle vlastních funkcí	249
1.1.3. Přibližné vzorce pro vzpěrnou pevnost	257
1.2. Vzpěr v nepružném oboru — Vzpěrná únosnost	263
2. Prostorový vzpěr ideálního prutu	266
2.1. Vzpěr v pružném oboru	266
Kritické zatížení tuhého prutu ($EJ_x = \infty$) — Vlasovovo řešení	267
Interakční závislost	268
Kritické zatížení ohnutého prutu	270
2.2. Vzpěr v nepružném oboru	270
3. Návrh a posouzení ohýbaného a tlačенého prutu	271
4. Zkoušky	272
IV. OHÝBANÉ NOSNÍKY	275
1. Nosník jednoose souměrného průřezu zatížený v rovině souměrnosti	275
1.1. Rovinný ohyb ideálního nosníku	275
1.2. Prostorová ztráta stability — Sklopení ideálního nosníku	276
1.2.1. Sklopení nosníku v pružném oboru	277
a) Kritické zatížení tuhého nosníku. — Vlasovova teorie	277
b) Obecné a zjednodušené řešení pro nosníky průřezu I až T	280
Konsola dvojose souměrného průřezu I nebo úzkého obdélníkového	289

c) Nosník zajištěný podélným ztužením proti klopení	290
d) Nosník ztužený proti deplaci a nosník uzavřeného průřezu	293
e) Kritické zatížení ohnutého nosníku	294
1.2.2. Sklopení nosníku v nepružném oboru	296
1.3. Únosnost skutečného nosníku s nahodilými odchylkami	298
1.4. Návrh a posouzení ohybaného nosníku	302
1.4.1. Podmínky bezpečnosti	302
De Vriesovo řešení	304
1.4.2. Naše a zahraniční předpisy	305
1.5. Zkoušky	309
2. Nosník příčně zatížený v obou hlavních rovinách setrvačnosti	313
Interakční vzorec	315
V. ČLENĚNÉ PRUTY	316
1. Členěný prut jako přetržitá soustava	317
1.1. Příhradový prut	317
1.2. Rámový prut	322
2. Členěný prut jako spojitá soustava	329
α) Smyková tuhost příhradového prutu	330
β) Smyková tuhost rámového prutu	331
Náhradní štíhlost členěného prutu	332
3. Návrh a posouzení centricky tlačeného členěného prutu	333
3.1. Vzpěrná pevnost skutečného prutu	333
3.2. Návrh výplňových prutů	338
3.3. Podružné namáhání členěného prutu	340
3.4. Naše a zahraniční předpisy	342
4. Zkoušky	343
Přílohy	439
A. Průřezové veličiny	351
B. Kritické napětí (podle Engessera-Shanleye a Eulera) — Normativní vzpěrná pevnost	358
C. Součinitel γ k výpočtu štíhlosti pásu ohybaných nosníků	362
Literatura	367
Rejstřík	378