

# O B S A H

Předmluva . . . . .	9
I. ČÁST	
Theorie pružin, pružnic a svazků pružnic . . . . .	11
1. Roztřídění pružin, pružnic a svazků pružnic . . . . .	11
2. Výpočet pružin namáhaných na kroucení . . . . .	11
2.1. Výpočet šroubových tlačných pružin . . . . .	11
a) Roztřídění šroubových tlačných pružin . . . . .	11
b) Šroubové tlačné válcové pružiny, z drátů kruhových průřezů . . . . .	12
c) Síly a momenty průřezů . . . . .	13
d) Výpočet šroubových tlačných válcových pružin, kruhových neproměnných průřezů a rovnoměrného stoupání . . . . .	13
e) Přibližný výpočet šroubových tlačných válcových pružin, z drátů kruhových průřezů . . . . .	15
f) Přesný výpočet šroubových tlačných válcových pružin, z drátů kruhových průřezů . . . . .	19
g) Přibližný výpočet šroubových tlačných válcových pružin, z drátů čtyřhranných průřezů . . . . .	23
h) Přesný výpočet šroubových tlačných válcových pružin, z drátů čtyřhranných průřezů . . . . .	29
i) Výpočet sady šroubových tlačných válcových pružin . . . . .	36
2.2. Výpočet šroubových tažných pružin . . . . .	46
a) Šroubové tažné pružiny . . . . .	46
b) Výpočet šroubových, tažných válcových pružin . . . . .	48
2.3. Kmitání šroubových pružin vzhledem k ose vinutí a vzhledem k vlastní hmotě pružiny . . . . .	50
a) Vlnění . . . . .	51
b) Nucený pohyb jednoho konce šroubové pružiny podle sinusoidy . . . . .	54
2.4. Bezpečnost šroubových pružin proti bočnímu vyhnutí . . . . .	60
2.5. Výpočet šroubových pružin vinutých do tvaru komolého kužele . . . . .	64
a) Pružiny z drátů kruhových průřezů nebo z plochých ocelí obdélníkových průřezů, vinuté do tvaru komolého kužele . . . . .	64
b) Základní vzorce . . . . .	65
c) Vzorce pro kruhové průřezy . . . . .	65
d) Vzorce pro pravoúhlé průřezy . . . . .	66
e) Vliv $H_0$ — linie . . . . .	69
f) Pružiny z tyčí obdélníkových průřezů, jež mají po celé délce stejné rozměry, s $H_0$ — linií danou přímkou . . . . .	70
g) Pružiny z tyčí obdélníkových průřezů, s linií závislosti $P/f$ probíhající v přímce . . . . .	76
h) Pružiny z tyčí obdélníkových průřezů, s linií závislosti $P/f$ probíhající ve značně zakřivené křivce . . . . .	77
2.6. Výpočet zkrutných tyčí . . . . .	81
a) Zkrutné tyče . . . . .	81
b) Výpočet namáhání a nakroucení . . . . .	82
2.7. Výpočet šroubových pružin vinutých z několikapramenných lan . . . . .	86
3. Výpočet pružin namáhaných na ohyb . . . . .	100
3.1. Pružiny namáhané na ohyb . . . . .	100

3.2. Výpočet se střední linií vinutí v rovině, t. j. spirálových (hodinových) . . . . .	101
a) Výpočet pružin se střední linií vinutí ve tvaru Archimedovy spirály . . . . .	104
b) Normální napětí v ohybu . . . . .	106
c) Místa nejvyšších namáhání . . . . .	106
d) Přibližné výpočty . . . . .	108
3.3. Výpočet pružin se střední linií vinutí v prostoru, t. j. šroubových (zkrutných) . . . . .	115
3.4. Závěr k výpočtům pružin namáhaných na ohyb . . . . .	117
a) Platnost odvozených vzorců . . . . .	117
b) Měření úhlů nakroucení a rozdělení napětí . . . . .	118
c) Pružiny navíjené v rovině . . . . .	118
d) Pružiny navíjené v prostoru . . . . .	119
4. Výpočet pružnic a svazků pružnic namáhaných na ohyb . . . . .	121
4.1. Výpočet jednotlivých pružnic . . . . .	121
a) Jednotlivé pružnice . . . . .	121
b) Výpočet pružnic obdélníkového průřezu, jednostranně pevně vetknuté . . . . .	121
c) Výpočet pružnice obdélníkového průřezu, upnuté na obou koncích . . . . .	126
d) Výpočet pružnice trojúhelníkového tvaru . . . . .	127
e) Výpočet pružnice lichoběžníkového tvaru . . . . .	130
f) Všeobecný přehled tvarů pružnic . . . . .	136
g) Příklady výpočtů pružnic . . . . .	138
4.2. Výpočet svazků pružnic — kontrolní . . . . .	145
a) Svazky pružnic . . . . .	145
b) Vliv konstrukce svazků pružnic na výpočet . . . . .	145
c) Výpočty prohnutí . . . . .	147
1. Výpočet přibližného prohnutí u složených svazků pružnic, z pružnic trojúhelníkového tvaru o stejné tloušťce „h“ . . . . .	147
2. Výpočet přibližného prohnutí „f“ svazků pružnic . . . . .	147
3. Výpočet skutečného prohnutí „f <sub>0</sub> “ svazků pružnic . . . . .	147
d) Výpočty svazků pružnic se zřetelem na základní tvar pružnic . . . . .	149
1. Svazek pružnic ze základního tvaru dvojitého rovnoramenného trojúhelníka . . . . .	149
2. Svazek pružnic ze základního tvaru dvojitého rovnoramenného lichoběžníka . . . . .	150
3. Svazek pružnic ze základního tvaru dvojitého rovnoramenného lichoběžníka — rozdílná provedení . . . . .	151
4. Svazek pružnic s pružnicemi různé tloušťky, ze základního tvaru dvojitého rovnoramenného lichoběžníka . . . . .	152
5. Svazek pružnic s pružnicemi libovolné tloušťky a libovolného tvaru . . . . .	153
e) Vliv tření mezi pružnicemi na linii závislosti $P/f$ . . . . .	154
f) Vliv rychlosti najiždění vozidla na překážky, při zatěžování svazku pružnic, na linii závislosti $P/f$ . . . . .	156
g) Vliv nalisovaných opasků na linii závislosti $P/f$ . . . . .	157
h) Linie závislosti $P/f$ zjištěné zkouškami a jejich srovnání s výpočty svazku pružnic . . . . .	157
i) Zatížení působící na závěsná oka svazku pružnic pod úhlem . . . . .	166
k) Příklady pro výpočet přibližných prohnutí u svazku pružnic, na jejichž závěsná oka působí zatížení pod úhlem . . . . .	174
l) Nestejnoramenné svazky pružnic . . . . .	182
m) Předpětí ve svazku pružnic . . . . .	183
n) Rozdělení normálních napětí v ohybu vlivem předpětí . . . . .	184
o) Výpočet svazku pružnic se zřetelem na tvar konců pružnic . . . . .	191
p) Změny velikostí sil na koncích pružnic při jejich stažení ve svazek . . . . .	191
q) Výpočet velikostí normálních napětí v ohybu vlivem předpětí . . . . .	192
r) Výpočet velikostí sil přenášených konci pružnic . . . . .	194
s) Výpočet momentových ploch a normálních napětí v ohybu u jednotlivých pružnic . . . . .	195

t)	Výpočet a rozdělení normálních napětí v ohybu u pružnic působením vnějších sil . . . . .	198
u)	Rozdělení normálních napětí v ohybu u pružnic podle Castiglianovy metody . . . . .	198
v)	Rozdělení normálních napětí v ohybu u pružnic podle metody o zakřivení pružnic . . . . .	204
x)	Rozdělení normálních napětí v ohybu u svazku pružnic, zjištěné měřením . . . . .	208
4.3.	Výpočet složených svazků pružnic – konstrukční . . . . .	212
a)	Výpočet svazků pružnic pro železniční vozidla . . . . .	212
b)	Výpočet svazků pružnic pro silniční vozidla . . . . .	217
c)	Výpočet svazků pružnic pro silniční vozidla, zesílených přidavnými svazky . . . . .	226
5.	Talířové a kroužkové pružiny . . . . .	238
5.1.	Výpočet talířových pružin (Bellevil) . . . . .	238
a)	Výpočet talířových pružin podle theorie o plášti dutého komolého kužele . . . . .	241
b)	Přibližný výpočet podle Almen a Laszló . . . . .	247
c)	Výpočet podle Grosse . . . . .	249
5.2.	Výpočet kroužkových pružin (pružných kroužků) . . . . .	258
a)	Kroužkové pružiny . . . . .	258
b)	Výpočet tlaků mezi třecími plochami . . . . .	258
c)	Výpočet napětí v průřezu pružného kroužku . . . . .	259
d)	Souvislost mezi pružením a zatížením . . . . .	260
e)	Přetvárná práce a stupeň využití objemu hmoty . . . . .	261
f)	Praktické připomínky . . . . .	262
g)	Měření rozdělení napětí . . . . .	263
6.	Přehled důležitých vzorců pro výpočty . . . . .	267
6.1.	Vzorce pro výpočet šroubových tlačných pružin . . . . .	267
6.2.	Vzorce pro výpočet šroubových tažných pružin . . . . .	269
6.3.	Vzorce pro výpočet kroužkových pružin . . . . .	269
6.4.	Matematické doplňky k vzorcům pro výpočet svazku pružnic . . . . .	271

## II. ČÁST

Konstrukční podrobnosti složených svazků pružnic . . . . .	281
1. Konstrukce svazků pružnic pro železniční vozidla . . . . .	281
2. Konstrukce dvojitých svazků pružnic pro železniční vozidla . . . . .	284
3. Konstrukce svazků pružnic pro železniční vozidla z plochých oceli . . . . .	286
4. Konstrukce svazků pružnic pro silniční vozidla . . . . .	290

## III. ČÁST

Materiál pro výrobu pružin, pružnic a svazků pružnic . . . . .	296
1. Jakosti a používané průřezy materiálu pro výrobu šroubových pružin . . . . .	296
2. Jakosti a používané průřezy materiálu pro výrobu šroubových pružin, vinutých do tvaru komolého kužele . . . . .	309
3. Jakosti materiálu pro výrobu zkrutných tyčí . . . . .	309
4. Jakosti, druhy a používané průřezy materiálu pro výrobu pružin namáhaných na ohyb (hodinových) . . . . .	310
5. Jakosti a používané průřezy materiálu pro výrobu pružin namáhaných na ohyb (zkrutných) . . . . .	314
6. Jakosti a používané průřezy materiálu pro výrobu svazků pružnic pro silniční vozidla . . . . .	314
7. Jakosti a používané průřezy materiálu pro výrobu svazků pružnic pro železniční vozidla . . . . .	317
8. Jakosti a druhy materiálů používané pro výrobu talířových pružin . . . . .	318
9. Jakosti a druhy materiálů používané pro výrobu kroužkových pružin . . . . .	319
10. Zkoušení materiálu pro výrobu pružin, pružnic a svazků pružnic . . . . .	319
10.1. Mez únavy v krutu drátů přirozeně tvrdých jakostí . . . . .	319

10.2. Mez únavy v ohybu u pružnic z plochých pružnicových ocelí . . . . .	328
10.3. Mez únavy v krutu u svazků pružnic . . . . .	336

#### IV. ČÁST

Výroba pružin . . . . .	344
1. Navíjení šroubových pružin z drátů přirozeně tvrdých jakosti . . . . .	344
2. Navíjení šroubových pružin z kalitelných materiálů . . . . .	344
3. Navíjení válcových pružin z drátů čtvercových nebo obdélníkových průřezů . . . . .	346
4. Různé způsoby zhotovení závěsných ok tažných pružin . . . . .	353
5. Výrobní úchytky pružin . . . . .	355
<i>Seznam použitých znalek</i> . . . . .	356
<i>Literatura</i> . . . . .	361