

## OBSAH

Předmluva	3
Úvod	3
<b>11. SLOŽENÁ NAMÁHÁNÍ</b>	<b>5</b>
11.1 Úvod	5
11.2 Prostorový ohyb	5
11.3 Ohyb a tah-tlak	8
11.3.1 Kombinace rovinného ohybu a tahu-tlaku	8
11.3.2 Kombinace prostorového ohybu a tahu-tlaku	9
11.3.3 Jádro průřezu	11
11.4 Ohyb a kroucení	12
11.5 Tah a kroucení	15
11.6 Ohyb a smyk	16
11.6.1 Obdélníkový průřez	16
11.6.2 Kruhový průřez	18
<b>12. KŘÍVÉ PRUTY, LOMENÉ NOSNÍKY</b>	<b>19</b>
12.1 Slabě zakřivené pruty	19
12.1.1 Změna zakřivení	19
12.1.2 Staticky určité křivé pruty	20
12.1.3 Staticky neurčité křivé pruty	22
12.1.4 Uzavřené křivé pruty - vnitřní statická neurčitost	25
12.2 Silně zakřivené pruty	26
12.2.1 Stanovení normálových napětí od ohybu v průřezu silně zakřiveného prutu	26
12.2.2 Příklady výpočtu polohy neutrální osy	29
12.2.3 Grafický způsob určení poloměru neutrální plochy	30
12.2.4 Podmínka pevnosti křivých prutů	30
12.2.5 Deformace silně zakřivených prutů	31
<b>13. PRUŽINY</b>	<b>33</b>
13.1 Kroucené pružiny	34
13.2 Válcová šroubová pružina s kruhovým průřezem drátu	34
13.3 Kuželová šroubová pružina s kruhovým průřezem drátu	36
13.4 Ohýbané pružiny	38
<b>14. STABILITA PRUTŮ</b>	<b>40</b>
14.1 Elastická stabilita	40
14.2 Vzpěr přímých tyčí	40
14.3 Tvar Eulerova vzorce pro pruty s různým uložením	42
14.4 Kritické napětí	45
14.5 Výpočet kritického napětí v oblasti pro $\lambda < \lambda_m$	46
14.6 Dimenzování prutů namáhaných na vzpěr	47
14.7 Energetické metody	47
14.8 Kombinace ohybu a vzpěru	50
<b>15. ZÁKLADY MEMBRÁNOVÉ TEORIE ROTAČNĚ SYMETRICKÝCH TENKOSTĚNNÝCH NÁDOB</b>	<b>54</b>
15.1 Laplaceův vzorec pro tenkostěnné nádoby	54
15.2 Postup při výpočtu napětí v prvku tenkostěnné nádoby	56
15.3 Oblasti použití membránové (bezmomentové) teorie	57
15.4 Některé případy použití Laplaceova vzorce	58
15.4.1 Kulová nádoba	58
15.4.2 Kuželová nádoba	58
15.4.3 Kruhový prstěnek - anuloid	59

<b>16.</b>	<b>MATEMATICKÁ TEORIE PRUŽNOSTI</b>	<b>60</b>
16.1.	Geometrie polohových změn v bodě tělesa	60
16.1.1	Deformace v bodě tělesa a její závislost na posuvech	60
16.1.2	Tenzor deformace	65
16.1.3	Spojitosť tělesa - podmínky kompatibility	66
16.1.4	Geometrickodeformační vztahy v křivočarých ortogonálních souřadnicích	68
16.1.4.1	Geometrickodeformační vztahy ve válcovém souřadném systému	68
16.1.4.2	Geometrickodeformační vztahy ve sférickém souřadném systému	70
16.1.5	Rovinný stav	71
16.1.5.1	Polární souřadný systém	71
16.2	Statické rovnice rovnováhy	72
16.1.1	Statické rovnice rovnováhy v kartézských souřadnicích	72
16.2.2	Statické rovnice rovnováhy v křivočarých souřadnicích	74
16.2.3	Rovinný stav	77
16.3	Fyzikální rovnice	77
16.3.1	Zobecněný Hookeův zákon	77
16.3.2	Fyzikální rovnice pro izotropní materiály	79
16.3.3	Uvážení vlivu teploty	82
16.3.4	Hookeův zákon pro rovinný stav napjatosti	83
16.3.5	Hookeův zákon pro rovinnou deformaci	85
16.4	Základní metody řešení úloh pružnosti	86
16.4.1	Okrajové podmínky	87
16.4.1.1	Statické okrajové podmínky	87
16.4.1.2	Geometrické okrajové podmínky	88
16.4.2	Postupy řešení úloh teorie pružnosti	89
16.4.3	Řešení prostřednictvím složek posunutí	89
16.4.4	Řešení prostřednictvím složek tenzoru napětí	90
16.4.5	Funkce napětí	93
16.5	Rovinný stav namáhání	93
16.5.1	Funkce napětí pro rovinnou úlohu	97
16.5.2	Analýza tvarů Airyho funkce pro rovinnou úlohu	98
<b>17.</b>	<b>SILNOSTĚNNÉ VÁLCOVÉ NÁDOBY</b>	<b>102</b>
17.1	Úvod	102
17.2	Stanovení hlavních napětí ve stěně silnostěnné nádoby	102
17.3	Řešení nádoby s okrajovými podmínkami	105
17.3.1	Válec s vrtáním malého průměru	106
17.3.2	Plný válec	106
17.3.3	Otvor v desce nekonečných rozměrů	107
17.4	Podmínky pevnosti	107
17.5	Přetvoření pláště nádoby	109
17.6	Nalisované nádoby	110
17.6.1	Dvouplášťová nádoba	110
17.6.1.1	Zatížený stav	111
17.6.1.2	Grafické řešení pevnostní podmínky	111
17.6.1.3	Odlehčený stav nádoby	112
17.6.2	Obecné řešení víceplášťové nádoby	114
17.6.2.1	Řešení pomocí Mohrovy hypotézy	114
17.6.2.2	Řešení pomocí Guestovy hypotézy	116
17.6.3	Stanovení přesahu na poloměru $r_i$ mezi pláští $i$ a $i-1$	118
17.6.3.1	Dvouplášťová nádoba	119
<b>18.</b>	<b>ROTUJÍCÍ KOTOUČE</b>	<b>120</b>
18.1	Rotující kotouč stálé tloušťky	120
18.2	Řešení kotouče s okrajovými podmínkami	123
18.2.1	Kotouč se zatížením na vnitřním a vnějším okraji	123
18.2.2	Volný kotouč s otvorem	124
18.2.3	Volný kotouč s velmi malým otvorem	125
18.2.4	Kotouč bez otvoru - plný kotouč	125
18.3	Deformace kotouče stálé tloušťky	126
18.4	Kotouč stálé pevnosti	127

18.5	Výpočet uvolňovacích otáček u nalisovaného kotouče na plném hřídeli	128
18.6	Kotouč se skokovou změnou tloušťky	129
<b>19.</b>	<b>KRUHOVÉ DESKY</b>	<b>130</b>
19.1	Úvod	130
19.2	Kruhové desky střední tloušťky (Kirchhoffovy desky)	131
19.3	Řešení kruhových desek s okrajovými podmínkami	136
19.3.1	Kruhová deska bez otvoru zatížená měrným radiálním momentem na vnějším okraji	136
19.3.2	Mezikruhová deska zatížená na vnějším i vnitřním okraji měrnými radiálními momenty	138
19.3.3	Kruhová deska vetknutá na vnějším okraji a zatížená rovnoměrným spojitým zatížením	140
19.3.4	Kruhová deska rovnoměrně zatížená a na vnějším okraji volně podepřená	141
19.3.5	Mezikruhová deska na vnějším obvodu volně podepřená a na vnitřním okraji zatížená rovnoměrně rozloženou silou	142
19.3.6	Složitější okrajové podmínky	144
<b>20.</b>	<b>PROSTÉ KROUCENÍ TYČÍ S NEKRUHOVÝM PRŮŘEZEM</b>	<b>146</b>
20.1	Bernoulli-Navierovy předpoklady	146
20.2	Přetvoření	146
20.3	Stav napjatosti	147
20.4	Rovnice rovnováhy	147
20.5	Výslednice vnitřních sil	149
20.6	Vrchlík napětí	150
20.7	Stanovení krouticího momentu pomocí smykových čar	152
20.8	Stokesova poučka pro kroucení	152
20.9	Elementární Stokesova poučka	153
20.10	Membránová analogie	154
20.11	Kroucení prutu eliptického průřezu	155
20.12	Kroucení prutu obdélníkového průřezu	156
20.13	Kroucení tenkostěnných dutých průřezů	158
20.14	Kroucení tenkostěnných uzavřených průřezů s mezistěnou	160
20.15	Kroucení tenkostěnných otevřených dutých průřezů	161
20.16	Kroucení tenkostěnných tyčí z válcovaných profilů	162
<b>LITERATURA</b>		<b>164</b>
<b>DADATEK A - ŘEŠENÍ SOUSTAVY ROVNIC PRO ROTAČNĚ SYMETRICKÉ ÚLOHY</b>		<b>165</b>
A.1	Společné rovnice	165
A.1.1	Cauchyho geometrickodeformační vztahy	165
A.1.2	Rovnice kompatibility	165
A.1.3	Fyzikální rovnice	165
A.1.4	Rovnice rovnováhy prvku rotačně symetrické úlohy	166
A.2	Řešení ve složkách napětí	166
A.3	Řešení ve složkách deformace	167
A.4	Řešení pomocí posuvu $u$	169
A.5	Řešení nádoby s nerovnoměrným rozdělením teploty	170
<b>OBSAH</b>		<b>171</b>

