

Obsah:

1. Úvod. Základní pojmy	7
1.1 Vymezení úlohy nauky o pružnosti a pevnosti v Mechanice	7
1.2 Vnější a vnitřní síly. Napětí	7
1.3 Jednoosá napjatost. Prostý tah nebo tlak. Hookeův zákon. Poissonovo číslo	12
1.4 Tahová a tlaková zkouška materiálů. Základní materiálové konstanty	14
1.5 Další vlastnosti materiálů důležité z hlediska pevnosti součástí	18
1.6 Prostý rovinný smyk	23
2. Tah a tlak prutů. Prutové soustavy	27
2.1 Tah a tlak přímých prutů zatížených v koncových průřezech	27
2.2 Tah a tlak prutů zatížených současně silami v koncových průřezech a silami setrvačného charakteru v prutu	28
2.3 Pruty stálé pevnosti v tahu nebo tlaku	30
2.4 Tuhost/poddajnost prutu. Deformační energie. První věta Castiglianova a její využití pro stanovení deformace prutů	32
2.5 Staticky určité prutové soustavy – výpočet napětí v prutech	35
2.6 Staticky určité prutové soustavy – geometrické stanovení deformací	36
2.7 Bližší odvození 1. věty Castiglianovy. Její využití pro výpočet deformací staticky určité prutové soustavy	37
2.8 Jednou staticky neurčité prutové soustavy. Řešení soustavy deformační metodou	40
2.9 Druhá věta Castiglianova. Její využití pro výpočet staticky neurčitých prutových soustav	42
2.10 Vliv změny teploty prvků staticky neurčitých prutových soustav	44
2.11 Tahová napětí v tenkých válcových tělesech spojitě radiálně zatížených	46
3. Ohyb přímých a nepřímých nosníků staticky určité podepřených	48
3.1 Základní teorie prostého rovinného ohybu přímých nosníků	48
3.2 Přímý nosník na dvou podporách, staticky určitý případ ohybu. Posouvající síla a ohybový moment v nosníku	52

3.3	Vliv posouvajících sil na napětí v přímém nosníku. Středisko smyku	62
3.4	Napjatost při rovinném ohybu přímých nosníků – souhrn	70
3.5	Nosníky stálé pevnosti	72
3.6	Předepínání listových pružin	75
3.7	Průhybová čára přímého nosníku v rovině ohybu	78
3.8	Diferenciální rovnice průhybové čáry při působení ohybových momentů v přímém nosníku	79
3.9	Deformační energie nosníku při prostém ohybu. Využití první Castiglianovy věty pro stanovení deformace nosníku. Mohrovy integrály	85
3.10	Věta o vzájemnosti posuvů	90
3.11	Vliv posouvajících sil na deformaci přímých nosníků	92
3.12	Ohyb přímých nosníků zatížených v rovině nerovnoběžné s jednou hlavní osou průřezu. Ohyb ve dvou rovinách	94
3.13	Ohyb štíhlých nepřímých nosníků namáhaných ohybem v rovině svého zakřivení	96
4.	Ohyb nosníků a rámců staticky neurčitě podepřených	99
4.1	Staticky neurčitě podepřené nosníky a rámy	99
4.2	Silová metoda řešení ohybu staticky neurčitě podepřených nosníků	100
4.3	Momentová metoda řešení ohybu staticky neurčitě podepřených nosníků	103
4.4	Řešení ohybu staticky neurčitě podepřených rovinných rámců	106
5.	Střih	108
6.	Krut přímých nosníků	109
6.1	Obecně o krutu přímých nosníků	109
6.2	Krut hřidelů kruhového průřezu	110
6.3	Deformační energie hřidelů	113
6.4	Základní teorie vinutých pružin z drátů kruhového průřezu	113
6.5	Krut nosníků s kompaktním nekruhovým průřezem	116
6.6	Volný krut tenkostěnných nosníků s otevřeným průřezem	118
6.7	Volný krut tenkostěnných nosníků s uzavřeným průřezem	120

6.8	Stísněný krut tenkostěnných nosníků	123
7.	Tlakové nádoby	129
7.1	Tlakové nádoby – vymezení pojmů	129
7.2	Válcová tenkostěnná nádoba s vnitřním přetlakem	129
7.3	Válcové silnostěnné nádoby s vnějším a vnitřním přetlakem	131
7.4	Princip spojování dvou součástí nalisováním	137
8.	Složená namáhání. Hypotézy pevnosti	140
8.1	Složená namáhání strojních součástí	140
8.2	Rozbor rovinné napjatosti. Mohrova kružnice	142
8.3	Rozbor prostorové napjatosti. Mohrovy kružnice	146
8.4	Stanovení hlavních napětí a maximálních smykových napětí pro typická zatížení součástí	148
8.5	Hypotézy pevnosti	151
8.6	Hypotéza pevnosti „ τ_{max} “ pro houževnaté materiály	151
8.7	Hypotéza pevnosti HMM pro houževnaté materiály	152
8.8	Hypotéza „ σ_{max} “ pro křehké materiály	156
8.9	Mohrova hypotéza pro křehké materiály	157
9.	Dimenzování strojních součástí. Zatěžování strojních součástí	158
9.1	Obecné uvedení	158
9.2	Základní postup při dimenzování součástí	160
10.	Dimenzování součástí kvazistacionárně zatížených	161
10.1	Reálná napětí v součástech. Tvarová pevnost. Součinitelé tvaru. Vliv vrubů na pevnost	161
10.2	Volba dovoleného napětí σ_D . Součinitel bezpečnosti k	165
11.	Dimenzování součástí dynamicky zatížených	167
11.1	Harmonické a kvaziharmonické zatěžování součástí	167
11.2	Pevnost materiálů součástí při jejich kvaziharmonickém průběhu zatěžování. Wöhlerovy křivky	168
11.3	Dimenzování součástí kvaziharmonicky zatížených s konstantním středním napětím v oblasti trvalé pevnosti	172

11.4 Dimenzování v oblasti časované pevnosti k dosažení požadovaného počtu cyklů zatížení. Odhad životnosti součásti dynamicky namáhané nad mez únavy	179
12. Stabilita strojních součástí. Vzpěr štíhlých prutů	185
12.1 Stabilitní problémy strojních součástí	185
12.2 Vzpěr přímých prutů neproměnného průřezu	187
12.3 Eulerovy vztahy pro řešení vzpěru přímých prutů v elastickém rozsahu	187
12.4 Jednoduchý Tetmajerův vztah pro vzpěr nosníků konstantního průřezu se štíhlostí menší než λ_{mez}	190
12.5 Dimenzování prutů namáhaných na tlak – vzpěr	191
13. Princip metody konečných prvků (MKP)	192
13.1 Metoda konečných prvků (MKP)	192
13.2 Ukázka odvození základních vztahů MKP. Příklad rovinné desky složené ze tří trojúhelníkových rovinných prvků	193
13.3 Využití MKP při stanovení pevnostních a pružnostních vlastností strojní součásti	200

Předmluva

Skriptum Pružnost a pevnost je výchozím skriptem pro studium mechaniky poddajných těles. Autoři se ve 13 hlavních kapitolách věnují základním problémům tohoto oboru. Jsou jimi jednotlivá namáhání a jejich kombinace, dimenzování staticky a dynamicky namáhaných součástí včetně řešení stability a osvětlení principů MKP.

Je koncipováno tak, aby poskytl čtenáři teoretické informace a vědomosti, které později využije při jejich aplikaci na řešení konkrétních příkladů v praxi. Některé aplikace jsou zde uvedeny a řešeny.

Skriptum je primárně určeno studentům studijních programů na Ústavu techniky a řízení výroby Univerzity J. E. Purkyně v Ústí nad Labem a to jak pro prezenční, tak i kombinovanou formu studia.