

## OBSAH

1	Úvod.....	3
1.1	Obecně o přetvoření.....	3
2	Zkouška tahem.....	4
3	Napětí a napjatost.....	7
3.1	Silové účinky na těleso, napětí.....	7
3.2	Analýza napjatosti.....	10
3.3	Hlavní napětí.....	12
3.4	Deviátor napětí.....	15
3.5	Zobecněné napětí.....	16
4	Přetvoření tělesa.....	16
4.1	Vektor posuvu, poměrné deformace.....	16
4.2	Analýza deformace.....	18
4.2.1	Zobecněná deformace.....	19
4.3	Rychlost deformace.....	20
4.4	Přirozená deformace.....	20
4.5	Poměrná změna objemu.....	21
4.6	Homogenní, prostá a monotónní deformace.....	22
5	Pracovní diagram.....	23
5.1	Okamžitá deformace.....	25
5.2	Analýza pracovního diagramu.....	26
5.3	Statická izotermická plastická deformace.....	27
5.4	Aproximace pracovního diagramu.....	29
5.4.1	Pružně plastický a tuho-plastický materiál bez zpevnění.....	29
5.4.2	Pružně plastický materiál s lineárním zpevněním.....	30
5.4.3	Materiál s obecným zpevněním.....	31
6	Hustota deformační energie.....	32
6.1	Definice hustoty deformační energie.....	32
6.2	Hustota deformační energie v pružném stavu, jednoosá napjatost.....	33
6.3	Hustota deformační energie v pružném stavu při prostorové napjatosti..	34
6.3.1	Hustota deformační energie na změnu objemu.....	35
6.3.2	Hustota deformační energie na změnu tvaru.....	36
6.4	Druckerův postulát stability.....	36
7	Podmínky plasticity.....	38
7.1	Funkce a plocha zatěžování.....	38
7.2	Kriteria zatěžování.....	41
7.3	Obecný tvar počáteční podmínky plasticity.....	42
7.4	Trescova podmínka plasticity.....	45
7.5	Energetická podmínka plasticity.....	47
7.6	Porovnání obou podmínek plasticity.....	48
7.7	Mezní křivky v deviátorové rovině.....	49
7.8	Okamžité, následné podmínky plasticity.....	50
7.8.1	Ideálně pružně plastický materiál.....	51
7.8.2	Izotropní zpevnění.....	51

7.8.3	Kinematické zpevnění .....	52
7.8.4	Izotropně kinematické zpevnění .....	54
8	Fyzikální rovnice pro pružně plastický stav .....	54
8.1	Druckerova podmínka stability při obecné napjatosti a směr vektoru rychlosti plastické deformace .....	55
8.2	Teorie plasticity .....	57
8.2.1	Deformační teorie.....	57
8.2.1.1	Teorie malých pružně plastických deformací.....	57
8.2.1.2	Henckyova – Nádaiova teorie .....	61
8.2.2	Teorie plastického tečení .....	62
8.3	Porovnání obou teorií plasticity pro případ prostého zatěžování .....	65
9	Matematický model okrajových úloh v plastickém stavu .....	66
9.1	Diferenciální rovnice rovnováhy .....	66
9.2	Kinematické rovnice .....	68
9.3	Fyzikální rovnice .....	68
9.4	Okrajové podmínky .....	68
9.4.1	Statické okrajové podmínky .....	68
9.4.2	Geometrické okrajové podmínky .....	68
9.4.3	Smíšené okrajové podmínky.....	68
10	Rotačně symetrické úlohy .....	69
10.1	Tenký rotující kotouč konstantní tloušťky .....	69
10.1.1	Rotující kotouč v pružném stavu .....	69
10.1.2	Rotující kotouč v plastickém stavu .....	70
10.1.3	Určení zbytkových napětí po zastavení kotouče.....	72
10.2	Silnostěnná válcová nádoba .....	72
10.2.1	Silnostěnná válcová nádoba v pružném stavu .....	72
10.2.2	Plastický stav silnostěnné válcové nádoby .....	74
10.3	Pružně plastický stav u rotačně symetrických úloh .....	75
11	Rovinná plastická deformace .....	76
11.1	Analýza deformace .....	76
11.2	Analýza napjatosti .....	77
11.3	Kluzové čáry .....	78
11.4	Plastický stav .....	79
11.5	Výpočet složek napětí .....	80
11.6	Některé důležité vlastnosti kluzových čar .....	84
11.7	Nejjednodušší pole kluzových čar .....	87
11.7.1	Pole tvořené dvěma soustavami ortogonálních přímek.....	87
11.7.2	Pole kluzových čar tvořené soustavou soustředných kružnic a radiálních přímek .....	88
11.8	Okrajové podmínky .....	89
11.8.1	Nezatížený povrch.....	89
11.8.2	Zatížený povrch bez tření .....	90
11.8.3	Zatížený povrch se třením .....	90
12	Pružně plastický potenciál .....	91

13 Metoda konečných prvků .....	94
13.1 Metoda konečných prvků – deformační varianta .....	94
13.1.1 Analýza prvku v lineárně pružném stavu .....	95
14 Analýza pružně plastického stavu .....	99
14.1 Iterační metoda s postupnou změnou tuhosti prvků.....	99
14.2 Přírůstkové metody .....	101
14.2.1 Metoda postupné změny tuhosti .....	101
14.2.1.1 Zpřesnění výpočtu metodou středního bodu.....	102
14.2.2 Výpočet matic tuhosti.....	103
14.3 Metoda počáteční deformace .....	103
14.4 Metoda počátečních napětí.....	106
15 Membránová analogie krutu.....	108
15.1 Prandtlova analogie krutu.....	108
15.2 Nádaiova analogie krutu.....	110
15.2.1 Pružně plastický stav.....	111
15.2.2 Modelování plastického stavu pomocí sypkých materiálů .....	112
16 Příklady .....	113
17 Literatura .....	139

