

OBSAH

Predslov	6
1. Základy technológie tvárnenia	8
1.1. Rozdelenie technológie tvárnenia	9
1.1.1. Rozdelenie tvárnenia podľa teploty	9
1.1.2. Rozdelenie tvárnenia podľa tepelného efektu	14
1.1.3. Rozdelenie tvárnenia podľa stupňa dosiahnuteľnej deformácie	14
1.1.4. Rozdelenie tvárnenia podľa základných prác a operácií	14
Použitá literatúra	16
2. Simulácia technologických procesov	17
2.1. Simulačné modely	18
2.2. Simulačný softvér pre tvárnenie	20
Použitá literatúra	22
3. Metóda konečných prvkov (MKP)	23
3.1. Základne rovnice teórie pružnosti	23
3.1.1. Vektor posunutia	23
3.1.2. Tenzor deformácie a Cauchyho geometrické rovnice	23
3.1.3. Tenzor napätí	24
3.1.4. Konštitučné rovnice materiálu	24
3.1.5. Okrajové podmienky	26
3.1.6. Konštitučné rovnice materiálu	27
3.2. Spôsoby matematickej formulácie	28
3.2.1. Diferenciálne rovnice rovnováhy	29
3.2.2. Princíp virtuálnych prác	29
3.3. Metóda konečných prvkov v lineárnej mechanike kontinua	30
3.3.1. Odvodenie základných vzťahov MKP	30
3.4. Nelineárne úlohy mechaniky	34
3.4.1. Odvodenie základných vzťahov MKP	34
3.4.2. Newton - Raphsonova metóda	35
Použitá literatúra	36

4. Numerická simulácia procesov plošného tvárnenia	37
4.1. Vytvorenie geometrie nástroja (CAD model).....	38
4.2. Materiálové údaje pre numerickú simuláciu plošného tvárnenia.....	38
4.2.1. Mechanické vlastnosti plechu	40
4.2.2. Podmienka plasticity	40
4.2.3. Krivka spevnenia	43
4.2.4. Model deformačného spevňovania	44
4.2.5. Krivka medzných deformácií materiálu - FLC krivka.....	45
4.3. Parametre procesu lisovania	46
4.4. Posúdenie tvárniteľnosti výlisku v programe Autoform.....	47
4.4.1. Import CAD modelu	48
4.4.2. Generovanie obrysu výlisku	50
4.4.3. Špecifikovanie procesných podmienok	52
4.4.4. Vyhodnotenie simulácie.....	53
4.5. Simulácia lisovania na mieru zváraného prístrihu (tailored blanks).....	56
4.5.1. Import CAD modelu a jeho úprava.....	56
4.5.2. Definovanie polotovaru Tailored Blank	57
4.5.3. Definovanie procesných podmienok.....	58
4.5.4. Spustenie výpočtu simulácie.....	62
4.5.5. Hodnotenie tvárniteľnosti výlisku.....	62
4.5.6. Optimalizácia tvaru výlisku	64
4.6. Simulácia lisovania B-stĺpika karosérie osobného automobilu	65
4.6.1. Import CAD modelu, jeho úprava a vytvorenie pridržiavača.....	65
4.6.2. Nastavenie typu simulácie	76
4.6.3. Import polotovaru, vytvorenie ťažníka a ťažnice	77
4.6.4. Definovanie brzdnych rebier.....	77
4.6.5. Definovanie operácií strihanie, lemovanie.....	79
4.6.6. Definovanie operácie odpruženie.....	82
4.6.7. Výpočet simulácie a vyhodnotenie výsledkov odpruženia.....	83
4.7. Nastavenie vlastnej úlohy simulácie v programe Autoform.....	84
Použitá literatúra:.....	90
5. Numerická simulácia procesov objemového tvárnenia.....	91
5.1. Rozdelenie objemového tvárnenia.....	91
5.2. Teplota pri objemovom tvárnení.....	91

5.3. Pretvárná pevnosť, pretvárný odpor.....	92
5.4. Materiály pre objemové tvárnenie a ich charakteristiky.....	95
5.4.1. Materiály pre tvárnenie za studena, poloohrevu (pretlačovanie).....	95
5.4.2. Materiály pre tvárnenie za tepla (kovanie, valcovanie).....	96
5.4.3. Termofyzikálne vlastnosti materiálov pre tvárnenie za tepla	98
5.5. Simulačný software Simufact.forming	99
5.6. Simulačný software QForm 3D	105
5.7. Simulačný software DEFORM	111
5.7.1. Možnosti programového systému DEFORM	111
5.7.2. Odporúčaný postup simulácie v programe Deform	113
5.7.3. Časti programu Deform	114
5.7.4. Nastavenie parametrov simulácie - Simulation Controls.....	114
5.7.5. Zadanie materiálových dát - Material Data.....	119
5.7.6. Vlastnosti objektov procesu	129
5.7.7. Určenie vzájomnej polohy objektov	145
5.7.8. Určenie interakcie (vzájomného pôsobenia) objektov.....	147
5.7.9. Vytvorenie databázového súboru.....	149
5.7.10. Spustenie riešenia simulácie - Processor.....	150
5.7.11. Post-processor programového systému Deform	150
Použitá literatúra.....	155