



UNIVERZITET U BIHAĆU
TEHNIČKI FAKULTET BIHAĆ
C E N T - CENTAR NOVIH
TEHNOLOGIJA

MILAN JURKOVIĆ

STROJEVI ZA PLASTIČNO DEFORMISANJE

EDINA KARABEGOVIĆ, MEHMED MAHMIĆ

Implemented by



financed by



SADRŽAJ

1. UVOD U STROJEVE ZA PLASTIČNO DEFORMISANJE	1
1.1. Stanje i tendencije razvoja obradnih strojeva za deformisanje	1
1.2. Tehničko-tehnološke prednosti strojeva za deformisanje	2
1.3. Klasifikacija strojeva za deformisanje.....	3
1.4. Osnovne tehničko-tehnološke karakteristike strojeva za deformisanje	5
2. MODELI STROJEVA ZA DEFORMISANJE.....	7
2.1. Osnovni modeli strojeva.....	7
2.2. Karakteristične veličine strojeva za deformisanje.....	8
3. MEHANIČKE PRESE	9
3.1. Osnovni elementi i princip rada	9
3.2. Osnovne karakteristike prese.....	11
3.3. Klasifikacija mehaničkih presa.....	11
3.4. Kinematske osobine pogonskog mehanizma mehaničke prese.....	13
3.4.1. Put, brzina i ubrzanje pogonskog mehanizma prese	15
3.4.1.1. Put pritiskača.....	15
3.4.1.2. Brzina pritiskača	17
3.4.1.3. Ubrzanje pritiskača-alata.....	19
3.5. Analiza statickog i dinamičkog opterećenja krivajnog mehanizma – proračun nominalne sile i momenta	21
3.5.1. Sile na krivajnom mehanizmu prese	21
3.5.2. Moment na krivajnom vratilu mehanizma prese.....	22
3.5.3. Nominalni kut i nominalna sila.....	24
3.5.4. Dijagram dozvoljenog momenta i sile	25
3.5.5. Inercijalne sile i redukcija masa krivajnog mehanizma	26
3.6. Energetski proračun prese	30
3.6.1. Utrošena energija za pogon prese	30
3.6.2. Pogon mehanizma prese u neopterećenom stanju.....	30
3.6.3. Rad trenja u krivajnom mehanizmu	31
3.6.4. Rad trenja u ležištu zamajca.....	32
3.6.5. Rad praznog hoda.....	32
3.6.6. Rad pogonskog mehanizma prese	33
3.6.6.1. Efektni (korisni) rad	33
3.6.6.2. Rad utrošen na trenje u članovima krivajnog mehanizma	34
3.6.6.3. Rad utrošen za elastičnu deformaciju prese i alata	34
3.6.7. Proračun snage elektromotora i momenta inercije zamajca.....	34
3.6.7.1. Moment inercije zamajca	35
3.6.7.2. Snaga pogonskog elektromotora	36
3.6.8. Stepen iskorištenja pogonskog mehanizma prese	37
3.6.9. Stepen iskorištenja krivajnog mehanizma.....	37
3.7. Konstruktivni elementi prese.....	39
3.7.1. Noseća struktura prese	39

3.7.2. Zatvorena noseća struktura	39
3.7.3. Otvorena noseća struktura.....	40
3.7.4. Krivajno vratilo	42
3.7.4.1. Stepen sigurnosti krivajnog vratila	43
3.7.4.2. Stepen sigurnosti krivajnog vratila ovisan o vrsti prenosa	45
3.7.5. Krivajna poluga.....	47
3.7.6. Pritiskač i vodice	48
3.7.7. Spojnica prese	50
3.7.7.1. Krute spojnice	51
3.7.8. Balansni uređaj.....	52
3.8. Osiguranje prese od preopterećenja.....	53
3.8.1. Uvjeti i vrste osiguranja prese	53
3.8.2. Sredstva zaštite od preopterećenja-osigurači	54
3.8.2.1. Osigurači u obliku klina.....	54
3.8.2.2. Osigurači s lomljivom pločom.....	55
3.8.2.3. Frikcioni osigurač	56
3.8.2.4. Hidro-pneumatsko osiguranje prese.....	57
3.9. Upravljački sistem prese.....	57
3.9.1. Upravljanje presom	57
3.9.2. Funkcije upravljanja.....	58
3.9.3. Električno opremanje prese.....	58
3.9.3.1. Sistem za korištenje i vizualizaciju	58
3.9.3.2. Dijelovi eklektičnog upravljanja	59
3.9.3.3. Prednosti centralnog upravljanja.....	59
3.9.4. CNC upravljanje	60
3.9.5. Upravljanje procesom	61
3.10.Eksperimentalna identifikacija pri ispitivanju presa	63
3.10.1. Ispitivanje prese	63
3.10.2. Eksperimentalna oprema.....	63
3.10.3. Metode mjerena pomoću mjernih traka	63
3.10.4. Postupak identifikacije stanja naprezanja	64
3.10.4.1. Mjerna oprema	64
3.10.4.2. Postupak mjerena	65
3.10.4.3. Analiza rezultata	66
3.10.5. Ispitivanje statičke stabilnosti	67
3.10.5.1. Izračunavanje krutosti i kuta otvaranja noseće strukture	68
3.10.6. Modeli za numeričke metode proračuna	70

4. PRESE SA ZAVOJNIM VRETEMOM72

4.1. Kinematske karakteristike presa sa zavojnim vretenom	73
4.2. Proračun prese sa zavojnim vretenom.....	75
4.3. Stupanj iskorištenja prjenosa energije kod frikcionalih presa.....	81
4.4. Konstruktivni oblici presa sa zavojnim vretenom.....	85
4.5. Osiguranje prese od preopterećenja	86

5. HIDRAULIČNE PRESE.....87

5.1. Osnovni elementi prese i princip rada	87
--	----

5.2. Čisto hidraulična presa	88
5.3. Hidraulična presa s multiplikatorom	91
5.3.2. Elektro hidraulične prese.....	92
5.3.2.1. Elektro hidraulične prese sa direktnim pumpnim pogonom	92
5.3.2.2. Elektro – hidraulične prese s pogonskim aparatom	93
5.3. Hidraulične prese prema vrsti pogona.....	94
5.4.1. Prese prema tehničko-tehnološkim karakteristikama	96
5.3.2. Konstrukcijska struktura pogona hidrauličnih presa.....	97
5.4.3. Varijantna rješenja hidrauličnog pogona i snaga hidrauličnog agregata	98
5.4. Proračun osnovnih elemenata prese	101
5.5.1. Proračun naprezanja u stjenki cilindra prese i optimizacija utroška materijala.....	102
5.5.1.1. Dozvoljeno naprezanje u stjenki cilindra.....	104
5.5.1.2. Analiza stanja naprezanja u stjenki cilindra.....	104
5.5.1.3. Proračun optimalnog promjera cilindra	105
5.6. Pumpa u pogonskom sistemu hidraulične prese.....	106
5.7. Hidraulične prese za savijanje	106
5.7.1. Režim rada prese	107
5.7.1.1. Brzina kretanja nosača gornjeg alata	108
5.7.1.2. Radni pritisak potreban za oblikovanje.....	108
5.7.2. Analiza vremena u proizvodnji profila	109
5.7.3. Programsко upravljanje (NC, CNC)	110
5.7.3.1. Hidraulična dubina udara preko CNC- upravljanja	112
5.7.4. Prese za savijanje (mehaničke i hidraulične)	113
6. STROJEVI ZA KOVANJE.....	114
6.1. Karakteristike i klasifikacija.....	114
6.2. Učinak kovanja kod čekića jednake energije	117
6.3. Stupanj iskorištenja energije udara.....	118
6.3.1. Sudar masa čekića	119
6.4. Konstruktivni oblici čekića.....	123
7. STROJEVI ZA VALJANJE.....	125
7.1. Osnovi, karakteristike i klasifikacija	125
7.2. Proizvodne linija za valjanje	132
7.3. Specijalni sistemi za valjanje.....	134
7.4. Elektromotorni pogoni obradnih sistema za valjanje	135
7.5. Konstrukcija obradnih sistema za valjanje	136
7.5.1. Osnovni elementi stroja za valjanje	136
7.5.2. Proračun radnog valjka	136
7.5.3. Valjački sistemi s više obradnih modula.....	137
7.5.4. Konstruktivni oblici strojeva za valjanje	138
7.5.5. Noseća struktura.....	139
7.6. Dinamika procesa valjanja	140
7.6.1. Momenti i snaga valjanja	140
7.6.2. Moment trenja	141
7.6.3. Moment praznog hoda	141

7.6.4. Moment pogonskog motora sa nepromjenljivom brzinom valjanja	141
7.7. Energija i deformacioni rad valjanja	142
7.7.1. Postojeće stanje u projektiranju i eksploraciji kontinuiranih valjačkih linija.....	143
7.7.2. Uvjeti ravnomernog opterećenja obradnih modula.....	143
7.8. Upravljanje obradnih sistema za valjanje.....	145
7.8.1. Osnovne potrebe razvoja sistema upravljanja.....	145
7.8.2. Tehnološki moduli proizvodne linije	145
7.8.3. CNC fleksibilni sistemi za valjanje profila	146
7.8.4. Adaptivno upravljanje FPS za valjanje profila visoke tačnosti	149
7.9. Eksperimentalno ispitivanje sistema za valjanje	153
7.9.1. Određivanje sila i deformacija zatvorenog okvira valjačkog stroja.....	153
7.9.1.1. Mjerenje sile valjanja	154
7.9.1.2. Merenje sila i deformacija zatvorenog okvira.....	155
7.9.1.3. Blok shema mjernog sistema	155
8. OBRADNI SISTEMI ZA VUČENJE I PROFILA I ŽICE	160
8.1. Osnovi princip vučenja-provlačenja.....	160
8.2. Sila vučenja.....	160
8.3. Optimalni kut matrice	163
8.4. Deformacioni rad vučenja	163
8.5. Konstrukcija strojeva za vučenje.....	164
8.5.1. Klasifikacija strojeva za vučenje.....	164
8.6. Eksperimentalna analiza procesa vučenja	165
8.6.1. Eksperimentalna analiza sile vučenja	165
9. SPECIJALNI STROJEVI ZA SAVIJANJE I IZRADU PROFILA.....	167
9.1. Klasifikacija strojeva	167
9.2. Strojevi za kružno savijanje pomoću valjaka	168
9.2.1. Strojevi za kružno savijanje limova	169
9.2.2. Strojevi za kružno savijanje profila na valjcima.....	172
9.3. Strojevi za izradu tankostjenih profila – profiliranje limova ili traka pomoću valjaka.....	173
10. PRESE ZA FINO RAZDVAJANJE	175
11. STROJEVI ZA ROTACIONO IZVLAČENJE I ISTISKIVANJE.....	179
11.1. Osnovi rada stroja za rotaciono izvlačenje	179
11.2. Geometrija postupka i vrste izvlačenja	179
11.3. Sila i deformacioni rad	180
11.4. Eksperimentalno mjerenje sila izvlačenja	181
11.5. Rezultati mjerenja i dijagrami sila.....	181
11.6. Model sile izvlačenja	183

LITERATURA	184
------------------	-----