

Juraj RUSNÁK • Milan KADNÁR • Miroslav BOŠANSKÝ

KONŠTRUKČNÉ PRVKY STROJOV

Nitra 2017

Názov: Konštrukčné prvky strojov

Autori: prof. Ing. Juraj RUSNÁK, CSc.
Slovenská poľnohospodárska univerzita v Nitre
Katedra konštruovania strojov

doc. Ing. Milan KADNÁR, PhD.
Slovenská poľnohospodárska univerzita v Nitre
Katedra konštruovania strojov

prof. Ing. Miroslav BOŠANSKÝ, CSc.
Slovenská technická univerzita v Bratislave
Ústav dopravnej techniky a konštruovania

Recenzenti: prof. Ing. Ernest GONDÁR, CSc.
Slovenská technická univerzita v Bratislave
Ústav technológií a materiálov

doc. Ing. Rudolf OPÁTH, CSc.
Slovenská poľnohospodárska univerzita v Nitre
Katedra zariadení stavieb a bezpečnosti techniky

Schválil rektor slovenskej poľnohospodárskej univerzity dňa 19. 4. 2017
ako vysokoškolskú učebnicu pre študentov SPU v Nitre.

ISBN 978-80-552-1674-4

Obsah

Obsah.....	3
Zoznam najviac používaných znakov a označení.....	6
Úvod.....	7
1 Všeobecné hľadiská pri výpočte a navrhovaní konštrukčných prvkov strojov	9
1.1 Využitie teoreticko-aplikačných disciplín pri dimenzovaní strojových súčiastok.....	9
1.2 Základné pevnostné podmienky	9
1.3 Dimenzovanie na únavu	11
2 Spojovacie prvky	16
2.1 Skrutkové spoje	16
2.1.1 Základné pojmy.....	16
2.1.2 Silové pomery v skrutkovom spoji.....	16
2.1.4 Špecifikácia skrutkových spojov	23
2.1.5 Skrutkové spoje bez predpätia.....	24
2.1.6 Skrutkové spoje s predpäťm	24
2.1.6.2 Podmienka tesnosti a preťažiteľnosti skrutkového spoja.....	26
2.1.7 Pevnostná kontrola závitů	31
2.2 Kolíkové a čapové spoje	35
2.2.1 Spojovacie čapy – svorníky.....	35
2.2.2 Spojovacie kolíky	37
2.3 Žliabkové spoje	40
2.3.1 Žliabkový spoj perom.....	41
2.3.2 Žliabkový spoj žliabkovým hriadeľom a nábojom	42
3 Pružiny	46
3.1 Použitie a fyzikálna podstata.....	46
3.2 Dimenzovanie vybraných druhov pružín	49
4 Hriadele a osi	55
4.1 Osi	55
4.1.1 Pevne uložená os	55
4.1.2 Otočne uložená os	56
4.2 Hriadele	56
4.2.1 Dimenzovanie hriadeľov na krútenie	57
4.2.2 Dimenzovanie hriadeľov na ohyb a krútenie	57
5 Ložiská.....	58
5.1 Valivé ložiská	58
5.1.1 Vôľa a presnosť valivých ložísk.....	58
5.1.2 Druhy poškodenia valivých ložísk	59
5.1.3 Životnosť a trvanlivosť valivých ložísk	60
5.1.4 Statická únosnosť valivých ložísk.....	63

6 Hriadeľové spojky	65
6.1 Rozdelenie spojok	65
6.2 Určenie veľkosti spojky, výpočtový krútiaci moment	65
6.3 Mechanické nevýsuvné spojky	67
6.3.1 Spojky pevné	67
6.3.2 Dilatačné a výkyvné spojky	68
6.3.3 Spojky pružné	70
6.4 Mechanické výsuvné spojky	74
6.5 Zvláštne spojky (špeciálne)	79
6.6 Elektromagnetické spojky	83
6.7 Hydrodynamická spojka	84
7 Úvod k prevodovým mechanizmom	85
7.1 Klasifikácia mechanických prevodov – rozdelenie	85
7.2 Základné charakteristiky prevodov	88
7.3 Viacstupňové prevody	92
8 Trecie prevody	94
8.1 Charakteristika a všeobecné údaje	94
8.2 Princíp prenosu	94
8.3 Klasifikácia	95
8.4 Rýchlostné a sklzové pomery v trecích prevodoch	95
8.4.1 Pružný sklz	95
8.4.2 Geometrický sklz	97
9 Remeňové prevody	98
9.1 Charakteristika a všeobecné údaje	98
9.2 Klasifikácia	98
9.3 Silové pomery v klinovom remeňovom prevode	100
9.4 Namáhanie remeňa	105
9.5 Sklzy v remeňovom prevode	106
9.6 Návrh remeňového prevodu s klinovými remeňmi	107
9.7 Závislosť medzi súčiniteľom trenia medzi plochým a klinovým remeňom	107
9.8 Ozubené remene	108
10 Reťazové prevody	109
10.1 Druhy reťazí a ich použitie	109
10.2 Reťazové prevody – teoretický úvod	111
10.3 Reťazové kolesá pre puzdrové reťaze	113
10.4 Výpočet reťazových prevodov	114
10.4.1 Voľba druhu reťaze	114
10.5 Kinematické a dynamické pomery v reťazovom prevode	115
11 Ozubené prevody	117
11.1 Charakteristika a klasifikácia ozubených prevodov	117
11.2 Základné pojmy	118

11.3 Základný zákon ozubenia.....	119
11.4 Geometria evolventy	121
11.5 Kolesá so šikmými zubami	122
11.6 Zmena osovej vzdialenosti zmenou uhlu β	123
11.7 Uhol záberu v čelnej a normálovej rovine.....	124
11.8 Silové pomery pri šikmom ozubení	124
11.9 Korekcia ozubenia.....	125
11.10 Systémy korekcií súkolesí	125
11.11 Uhol záberu pred a po korekcii	126
11.12 Minimálna korekcia – x_{min}	127
11.13 Kritérium podrezania zubov - minimálny počet zubov	128
12 Kužeľové súkolesia	129
12.1 Geometrické parametre kužeľového kolesa	130
13 Závitkové prevody	133
13.1 Geometrické parametre závitovky.....	136
13.2 Závitkové koleso	138
13.3 Kinematické pomery	139
14 Planétové prevody	140
14.1 Hlavné typy planétových prevodov.....	141
14.2 Kinematické pomery	143
14.3 Planétový diferenciál s kužeľovými kolesami	145
14.4 Podmienky zmontovateľnosti planétových prevodov	145
Literatúra	148

Zoznam najviac používaných znakov a označení

σ_o	– napätie v ohybe
σ_t	– napätie v ťahu
σ_r	– redukované (ekvivalentné) napätie
τ_k	– napätie v krútení
W_o	– prierezový modul pružnosti v ohybe
W_k	– prierezový modul pružnosti v krútení
E	– modul pružnosti v ťahu
G	– modul pružnosti v šmyku
I_P	– polárny moment zotrvačnosti prierezu
S	– prierez
R_E	– medza klzu v ťahu
R_M	– medza pevnosti v ťahu
M_k	– moment v krútení
M_o	– moment v ohybe
M_t	– trecí moment
F	– osová sila
F_N	– normálová sila
F_t	– trecia sila
P	– výkon
p	– merný tlak
p_D	– dovolený merný tlak
A	– práca
L	– trvanlivosť ložiska
C	– dynamická únosnosť ložiska
C_o	– statická únosnosť ložiska
n	– frekvencia otáčok
ω	– uhlová rýchlosť
v	– obvodová rýchlosť
f	– koeficient trenia
f^r	– koeficient trenia na šikmej rovine
$f_{\tilde{e}}$	– koeficient čapového trenia
γ	– uhol stúpania závit
φ'	– trecí uhol ostrého závitu
ε	– pomerné predĺženie
k	– súčiniteľ bezpečnosti
a	– osová vzdialenosť
m_n	– normálový modul
m_t	– čelný modul
p	– rozstup
β	– uhol sklonu boka zuba

ÚVOD

Súčiastka stroja je samostatný konštrukčný prvok, ktorý po vyrobení sa už nedotvára žiadnymi ďalšími montážnymi operáciami a naopak, nedá sa rozoberať na jednoduchšie časti. Súčiastky sú spájané do montážnych jednotiek, alebo montážnych skupín. Takéto skupiny tvoria samostatný funkčný celok – mechanizmus.

Mechanizmus umožňuje pohyb súčiastky alebo skupín súčiastok po vopred určenej dráhe.

Strojom nazývame mechanizmus alebo skupinu mechanizmov určených na vykonávanie potrebnej práce spojenej s procesom pretvárania energie a výrobným procesom.

Rozvoj v aplikovaných podmienkach modernej strojárenskej výroby sa prejavuje v aplikácii zložitejších a výkonnejších strojov. Predpokladom ich správnej ekonomickej exploatacie je dokonalé poznanie súčiastkovej základne a ich konštrukcie.

Izolované štúdium problematiky jednotlivých častí strojov by nebolo účelné, preto si predložená publikácia kladie za cieľ syntézu požiadaviek z hľadiska výpočtových metód, vlastností materiálov, funkčných tvarov, technologickosti, ekonomickosti, životnosti a spoľahlivosti konštrukcie, pri dôslednom využívaní experimentálnych a prevádzkových skúseností. Tým sa vytvárajú základné predpoklady pre umenie vyhodnocovať rôzne varianty tak, aby sa našlo optimálne riešenie.

Vysokoškolská učebnica „Konštrukčné prvky strojov“ je určená pre študentov Technickej fakulty Slovenskej poľnohospodárskej univerzity v Nitre pre všetky študijné programy II. stupňa štúdia a pre odborných pracovníkov v technickej praxi, ktorí sa zaoberajú navrhovaním strojov a strojných zariadení.

Aktívne osvojenie si základov dimenzovania a konštruovania jednotlivých konštrukčných prvkov strojov je predpokladom pre rozvoj všeobecného technického vzdelania. Základným poslaním predmetu „konštrukčné prvky strojov“ je poskytnúť súhrn poznatkov o vybraných strojových prvkoch a mechanizmoch z pohľadu ich dimenzovania a konštruovania.

Predmet nadväzuje, zúročuje a technicky aplikuje vedomosti získané z príbuzných predmetov, čím sa stáva ich technickou nadstavbou a snaží sa rozvíjať logické a algoritmické myslenie študenta, resp. konštruktéra tak, aby videl konečný cieľ svojho snaženia vo výsledku vhodnom pre realizáciu v praxi.

Autori

Juraj Rusnák, Milan Kadnár, Miroslav Bošanský

Konštrukčné prvky strojov

Vydavateľ: Slovenská poľnohospodárska univerzita v Nitre

Náklad: 200 ks

Vydanie: prvé prepracované

Rok vydania: 2017

Počet strán: 148

Tlač: Vydavateľstvo SPU v Nitre

AH – VH: 7,79 – 8,02

ISBN 978-80-552-1674-4