

prof. Ing. Juraj RUSNÁK, CSc.
doc. Ing. Milan KADNÁR, PhD.

ČASTI STROJOV

Nitra 2024

Názov: Časti strojov

Autor: **prof. Ing. Juraj Rusnák, CSc. doc. Ing. Milan Kadnár, PhD.**

Slovenská poľnohospodárska univerzita v Nitre
Technická fakulta, Ústav konštruovania a strojárskych technológií

Recenzenti: doc. Ing. Ján Svoreň, CSc.
Technická univerzita vo Zvolene
prof. Ing. Zdenko Tkáč, PhD.
Slovenská poľnohospodárska univerzita v Nitre

Schválila rektorka Slovenskej poľnohospodárskej univerzity v Nitre dňa 23. 10. 2024
ako vysokoškolskú učebnicu pre študentov SPU v Nitre.

ISBN 978-80-552-2797-9

ÚVOD

Súčiastka stroja je samostatný konštrukčný prvok, ktorý sa po vyrobení 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 mechanizmu.

Mechanizmus umožňuje pohyb súčiastky alebo skupín súčiastok po dopredu 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 exploatácie je dokonalé poznanie súčiastkovej základne a ich konštrukcie.

Izolované štúdium problematiky jednotlivých častí strojov by nebolo účelné, preto si predložená vysokoškolská učebnica 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 Časti 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 časti 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

OBSAH

ÚVOD

Zoznam najviac používaných znakov a označení

1 VŠEOBECNÉ HEADISKÁ PRI VÝPOČTE A NAVRHOVANÍ STROJOVÝCH SÚČIASTOK	7
1.1 Využitie teoreticko-aplikačných disciplín pri dimenzovaní strojových súčiastok	7
1.2 Základné pevnostné podmienky	7
1.3 Dimenzovanie na únavu	9
2 SPOJOVACIE PRVKY	14
2.1 Skrutkové spoje	14
2.1.1 Základné pojmy	14
2.1.2 Silové pomery v skrutkovom spoji	14
2.1.3 Poistenie skrutiek a matic	18
2.1.4 Špecifikácia skrutkových spojov	21
2.1.5 Skrutkové spoje bez predpätia	21
2.1.6 Skrutkové spoje s predpätím	22
2.1.6.1 Deformácia a silové pomery	22
2.1.6.2 Podmienky tesnosti a preťažiteľnosti skrutkového spoja	24
2.1.6.3 Predpätý skrutkový spoj pri premenlivom zaťažení	25
2.1.6.4 Určovanie deformačných konštánt	25
2.1.6.5 Metódy zväčšovania deformačnej konštanty skrutky c_s	27
2.1.7 Pevnostná kontrola závitů	29
3 ČAPOVÉ A KOLÍKOVÉ SPOJE	33
3.1 Spojovacie čapy – svorníky	33
3.2 Spojovacie kolíky	35
3.3 Žliabkové spoje	38
3.3.1 Žliabkový spoj perom	39
3.3.2 Žliabkový spoj žliabkovým hriadeľom a nábojom	40
4 ZVERNÉ SPOJE	43
4.1 Zverné spoje s valcovou stykovou plochou	43
4.2 Zverné spoje s kužeľovou stykovou plochou	45
4.3 Zverné spoje pomocou zverných upínacích krúžkov	46
5 HRIADELE A OSI	48
5.1 Osi	48
5.1.1 Pevne uložená os	48
5.1.2 Otočne uložená os	49
5.2 Hriadele	49
5.2.1 Dimenzovanie hriadeľov na krútenie	50
5.2.2 Dimenzovanie hriadeľov na ohyb a krútenie	50
6 LOŽISKÁ	51
6.1 Valivé ložiská	51
6.1.1 Vôľa a presnosť valivých ložísk	52
6.1.2 Druhy poškodenia valivých ložísk	53
6.1.3 Životnosť a trvanlivosť valivých ložísk	53
6.1.4 Statická únosnosť valivých ložísk	57
7 ÚVOD K PREVODOVÝM MECHANIZMOM	57
7.1 Klasifikácia mechanických prevodov	58
7.2 Základné charakteristiky prevodov	61
7.3 Viacstupňové prevody	65

8	TRECIE PREVODY	66
8.1	Charakteristika a všeobecné údaje	66
8.2	Princíp prenosu	66
8.3	Klasifikácia	67
8.4	Rýchlostné a sklzové pomery v trecích prevodoch	68
8.4.1	Pružný sklz	68
8.4.2	Geometrický sklz	70
9	REMEŇOVÉ PREVODY	71
9.1	Charakteristika a všeobecné údaje	71
9.2	Klasifikácia	71
9.3	Silové pomery v klinovom remeňovom prevode	73
9.4	Namáhanie remeňa	78
9.5	Sklz v remeňovom prevode	79
9.6	Návrh remeňového prevodu s klinovými remeňmi	80
9.7	Závislosť medzi súčiniteľom trenia medzi plochým a klinovým remeňom	80
9.8	Ozubené remene	81
10	REŤAZOVÉ PREVODY	81
10.1	Druhy reťazí a ich použitie	81
10.2	Reťazové prevody – teoretický úvod	84
10.3	Reťazové kolesá pre puzdrové reťaze	85
10.4	Výpočet reťazových prevodov	86
10.4.1	Voľba druhu reťaze	86
10.5	Kinematické a dynamické pomery v reťazovom prevode	87
11	OZUBENÉ PREVODY	89
11.1	Charakteristika a klasifikácia ozubených prevodov	89
11.2	Základné pojmy	90
11.3	Základný zákon ozubenia	91
11.4	Geometria evolventy	93
11.5	Kolesá so šikmými zubami	94
11.6	Zmena osovej vzdialenosti zmenou uhlu β	95
11.7	Uhol záberu v čelnej a normálovej rovine	96
11.8	Silové pomery pri šikmozubom súkolesí	96
11.9	Korekcia ozubenia	97
11.10	Systémy korekcií ozubení	98
11.11	Uhol záberu pred a po korekcii	98
11.12	Minimálna korekcia $X_{\min}$	100
11.13	Kritérium podrezania zubov – minimálny počet zubov	101
12	KUŽELOVÉ SÚKOLESIA	102
12.1	Geometrické parametre kužeľového kolesa	103
	LITERATÚRA	106

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'	- koeficient trenia na šikmej rovine
f_c	- koeficient čapového trenia
γ	- uhol stúpania závitů
φ'	- trecí uhol ostrého závitů
ε	- pomerné predĺženie
k	- súčiniteľ bezpečnosti
a	- osová vzdialenosť
m_n	- normálový modul
m_t	- čelný modul
p	- rozstup
β	- uhol sklonu boka zuba

ČASTI STROJOV

prof. Ing. Juraj Rusnák, CSc.

doc. Ing. Milan Kadnár, PhD.

Vydala: Slovenská poľnohospodárska univerzita v Nitre

Vydanie: tretie nezmenené

Náklad: 150 ks

Rok vydania: 2024

Jazyková korektúra: Ing. Katarína Drábiková

AH-VH: 5,38-5,55

Neprešlo grafickou úpravou vo Vydavateľstve SPU v Nitre

ISBN 978-80-552-2797-9

Táto publikácia bola vytlačená na ekologickom papieri.

