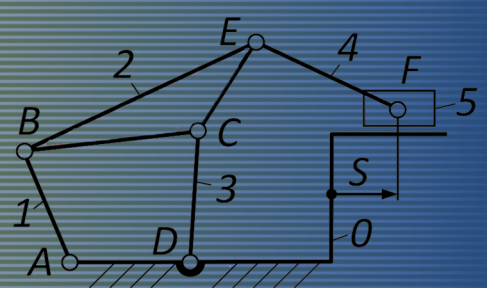
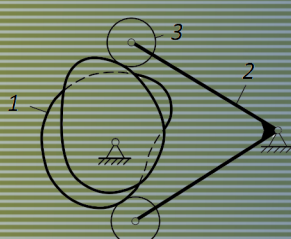
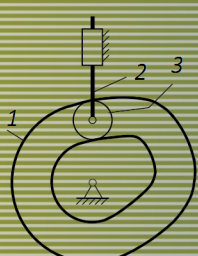
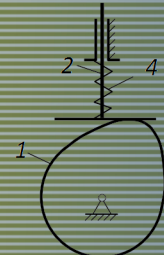
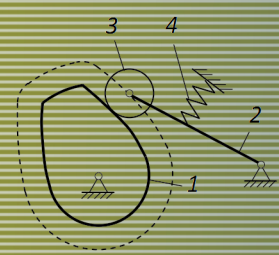
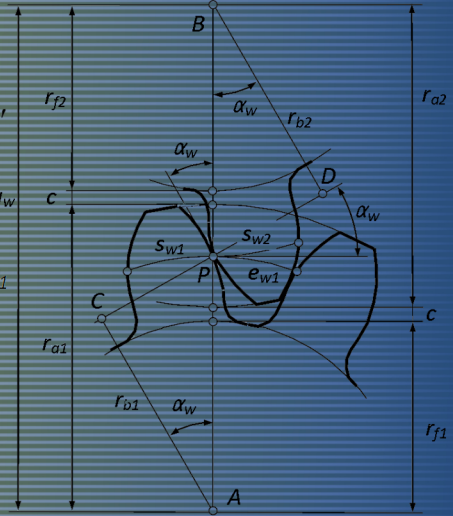
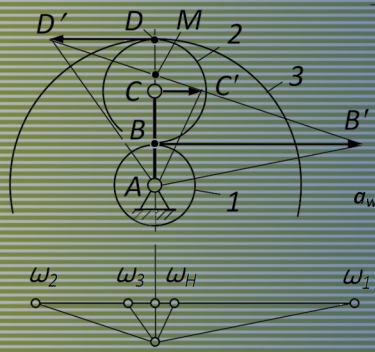
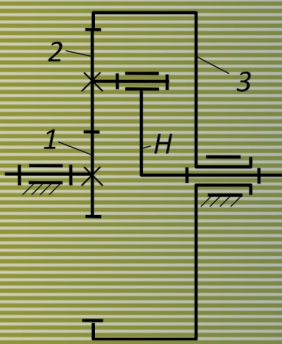


K. V. Frolov

Teoria Mecanismelor și Mașinilor



Chișinău
Editura "Tehnica"

K. V. FROLOV

**TEORIA
MECANISMELOR
ȘI
MAȘINILOR**

**Universitatea Tehnică a Moldovei
Editura "Tehnica"
2013**

CZU 621.7

F 92

Cursul de TMM este împărțit în 2 părți, în care sunt descrise probleme cu care se confruntă disciplina Teoriei Mecanismelor și Mașinilor. În prima parte (Cap. 1-10) sunt descrise metodele generale de determinare a caracteristicilor cinematice și dinamice ale mecanismelor, mașinilor și sistemelor de mașini (agregatelor), calculul mecanismelor cu considerarea elasticității elementelor componente, frecării și uzurii cuplelor cinematice, vibrații și apărarea împotriva lor; în partea a II-a (Cap.11-17) – metodele de proiectare a celor mai întâlnite mecanisme. Metodele de calcul folosite în manualul dat sau bazat în primul rând pe metodele grafo-analitice și cele analitice de determinare a parametrilor elementelor mecanismului.

Redactor științific: dr.ing.prof. **Merticaru Vasile**

Traducători: **Dulgheru Valeriu**

Oprea Anatol

Cernica Ion

Malcoci Iulian

Sochireanu Anatol

Coperta: **Guțu Marin**

Descrierea CIP a Camerei Naționale a Cărții

Frolov, K. V.

Teoria Mecanismelor și Mașinilor / K. V. Frolov. – Ch.: UTM, 2013, - 528 p.

ISBN 978-9975-45-172-7

300 ex.

CZU 621.7

F 92

© Editura "Vysshiaia shkola", 1987

© Traducere din l. rusă de V. Dulgheru, A. Oprea,
I. Cernica, Iu. Malcoci, A. Sochireanu, 2013

P R E F A Ț Ă

Prezenta lucrare este destinată în calitate de manual studenților școlilor tehnice superioare. Cursul de teorie a mecanismelor și mașinilor expus în manual s-a constituit pe baza experienței de predare a disciplinei la școala tehnică superioară "*N.A. Bauman*" din Moscova în decursul multor decenii. În manualul acesta sunt luate în considerație schimbările calitative în pregătirea inginerilor în perioada revoluției tehnico-științifice, care au solicitat o prelucrare serioasă a cursului tradițional atât în ce privește conținutul, cât și metodică de predare.

Cursul "*Teoria mecanismelor și mașinilor*" se bazează pe pregătirea mecanică și matematică a studenților, asigurată cu disciplinele precedente: "*Matematica superioară*", "*Mecanica teoretică*", "*Limbajele algoritmice și programarea*".

Fiind baza științifică a disciplinelor speciale de proiectare a mașinilor cu destinație ramurală, acesta formulează următoarele sarcini:

- însușirea de către studenți a metodelor generale de cercetare și proiectare a mecanismelor, mașinilor și aparatelor;

- familiarizarea studenților cu principiile generale de realizare a mișcării cu ajutorul mecanismelor, interacțiunea mecanismelor în mașină, care condiționează proprietățile cinematice și dinamice ale sistemului mecanic;

- abordarea sistematică de către studenți a proiectării mașinilor și mecanismelor, stabilirea parametrilor optimi ai mecanismelor pentru condițiile de lucru date;

- formarea deprinderilor de elaborare a algoritmilor și programelor de calcul ale parametrilor la calculator, efectuarea calculului concret;

- formarea deprinderilor de utilizare a aparatelor de măsură pentru determinarea parametrilor cinematici și dinamici ai mașinilor și mecanismelor.

Manualul a fost scris de colectivul catedrei "*Teoria mecanismelor și mașinilor*" de la școala tehnică superioară "*N.A. Bauman*" din Moscova sub conducerea și redacția generală a academicianului K.V. Frolov. Cap. 1, 10 sunt scrise de K.V. Frolov; cap. 3, 12, 16, 17, 18, § 2.6, 2.7, 7.1, 14.1 — de S.A. Popov; cap. 4, 9, § 7.2 — de A.K. Mushatov, cap. 8, 11, § 2.1 — 2.5 — de D.M. Lukiciov, § 14.2 — de N.E. Remezova; § 15.1 — 15.4 — de V.A. Nikonorov; § 15.5 — de N.A. Skvortzova; cap. 5 —

de A.K. Mushatov și V.M. Akopean; cap. 6 — de A.C. Mushatov, A.A. Savelova și G.N. Petrov; cap. 13 — de N.A. Skvortzova și A.K. Mushatov, introducerea și încheierea — de K.V. Frolov și D.M. Lukiciov.

Autorii exprimă adâncă recunoștință întregului colectiv de colaboratori ai catedrei "*Teoria mecanismelor și mașinilor*" de la școala tehnică superioară "*N.A. Bauman*" din Moscova pentru ajutorul acordat, precum și recenzițiilor pentru lucrul lor asupra manuscrisului și obiecțiile critice și doleanțele privind îmbunătățirea manualului, rugăm să fie trimise la adresa: 101430, Moscova, GSP — 4, str. Neglinnaya, 29/14, editura "*Vysshaya shkola*".)

Autorii

CUPRINS

Introducere	3
Capitolul 1. Problemele teoriei mecanismelor și mașinilor	7
Partea I. Metodele generale de determinare a parametrilor cinematici și dinamici ai mecanismelor, mașinilor și sistemelor de mașini	17
Capitolul 2. Structura mecanismelor	17
§2.1 Noțiuni de bază	17
§2.2 Clasificarea cuplelor cinematice	20
§2.3 Tipuri de mecanisme și schemele lor structurale	23
§2.4 Formulele structurale ale mecanismelor	31
§2.5 Analiza și sinteza structurală a mecanismelor	33
§2.6 Legături pasive locale în cupla cinematică	41
§2.7 Legături pasive pe contur și sinteza mecanismelor cu structură optimă	50
Capitolul 3. Caracteristicile cinematice ale mecanismului	61
§3.1 Cinematica elementelor conducătoare și conduse	61
§3.2 Planele pozițiilor, vitezelor și accelerațiilor mecanismelor plane cu bare	67
§3.3 Metoda analitică de determinare a funcțiilor cinematice de transmitere	94
§3.4 Utilizarea derivării și integrării grafice și numerice	115
§3.5 Caracteristicile cinematice ale mecanismelor plane cu cuple superioare	124
§3.6 Caracteristicile cinematice ale mecanismelor spațiale	130
Capitolul 4. Cercetarea mișcării agregatului de mașină cu elemente rigide	150
§4.1 Forțe care acționează mașini și caracteristica acestora	150
§4.2 Modelul dinamic al agregatului de mașină	155
§4.3 Reducerea forțelor	157
§4.4 Reducerea maselor	163
§4.5 Ecuația mișcării mecanismului	165
§4.6 Regimul tranzitoriu. Legea variației vitezei mecanismului sollicitat de forțe care depind numai de poziție	169

§4.7 Regimul tranzitoriu. Legea variației vitezei mecanismului sollicitat de forțe care depind numai de viteză.....	172
§4.8 Regimul tranzitoriu. Legea variației vitezei mecanismului, sollicitat de forțe și momente care depind atât de poziție, cât și de poziție	175
§4.9 Regimul staționar. Mișcare neuniformă a mecanismului ..	179
§4.10 Faza de regim. Analiza și sinteza dinamică după metoda lui Mertzalov	182
§4.11 Faza de regim. Analiza și sinteza dinamică cu considerarea influenței vitezei asupra forțelor	189
Capitolul 5. Calculul forțelor în mecanisme	197
§5.1 Metoda generală a calculului forțelor	197
§5.2 Metoda grafică de calcul al forțelor în mecanismele cu bare	203
§5.3 Metoda analitică a calculului forțelor la mecanismul cu bare	209
Capitolul 6. Echilibrarea mecanismelor	221
§6.1 Forțele de dezechilibru ale mecanismelor. Echilibrarea statică	221
§6.2 Echilibrarea dinamică	228
§6.3 Dezechilibrul rotorului și tipurile lui	231
§6.4 Echilibrarea dinamică a rotorului în timpul proiectării	235
§6.5 Echilibrarea statică și dinamică a rotoarelor fabricate	237
Capitolul 7. Frecarea în mecanisme și mașini	246
§7.1 Felurile și caracteristicile frecării exterioare	246
§7.2 Acțiunea forțelor în cuplele cinematice cu considerarea frecării	251
§7.3 Calculul forțelor în mecanisme cu considerarea frecării	257
§7.4 Pierderile de energie prin frecare. Randamentul mecanic	260
Capitolul 8. Calculul uzurii elementelor cuplelor cinematice	266
§8.1 Criterii de apreciere a uzurii	266
§8.2 Calculul uzurii elementelor cuplelor cinematice inferioare și superioare	271

Capitolul 9. Studiul mișcării agregatului de mașină cu considerarea elasticității elementelor	276
§9.1 Modelul dinamic al agregatului de mașină	276
§9.2 Mișcarea de regim al agregatului de mașină	283
§9.3 Studiul elasticității elementelor cinematice	287

Capitolul 10. Vibroactivitatea și protecția mașinilor împotriva vibrațiilor	292
§10.1 Surse de oscilații și obiectivele apărării contra vibrațiilor	292
§10.2 Influența acțiunilor mecanice asupra obiectelor tehnice și a omului	297
§10.3 Analiza acțiunii vibrațiilor	299
§10.4 Metodele de bază ale apărării contra vibrațiilor	303
§10.5 Amortizarea oscilațiilor	304
§10.6 Principii de vibro-izolare. Sisteme de apărare contra vibrațiilor cu un singur grad de libertate	309
§10.7 Amortizarea dinamică a vibrațiilor	313
§10.8 Absorbitori de vibrații cu frecare vâscoasă uscată	316
§10.9 Amortizor cu vibrații prin șoc	328

Partea II. Metodele de proiectare a schemelor mecanismului ...335

Capitolul 11. Sinteza schemelor cinematice ale mecanismelor cu cuple cinematice inferioare. Mecanisme roboților manipulatori	335
§11.1 Condiția existenței manivelei în mecanismul patrulater articulată	335
§11.2 Sinteza mecanismelor cu patru elemente după două poziții	338
§11.3 Sinteza mecanismelor articulate după trei poziții	343
§11.4 Sinteza mecanismelor după viteza medie a elementului și coeficientul de variație a vitezei medii a elementului condus	347
§11.5 Manipulatoare, construcția și domeniile de utilizare	351
§11.6 Indicii tehnici ai manipulatoarelor	355
§11.7 Sistemele de comandă ale manipulatoarelor	362
§11.8 Unele probleme ale dinamicii manipulatoarelor	367

Capitolul 12. Metodele de sinteză a mecanismelor cu cuple superioare	372
§12.1 Teorema fundamentală a angrenării	372

§12.2 Viteza de alunecare a profilurilor conjugate	379
§12.3 Unghiul de presiune la transmiterea mișcării printr-o cuplă superioară	382
§12.4 Metode grafice de sinteză a profilurilor conjugate	384
§12.5 Ecuația fundamentală a angrenării profilurilor sub formă diferențială	386
§12.6 Suprafețe generatoare	389
Capitolul 13. Angrenaje cu roți dințate cilindrice	392
§13.1 Elementele roții dințate	392
§13.2 Elementele și proprietățile angrenajului evolventic	400
§13.3 Pozițiile de bază ale angrenajului tehnologic.	
Angrenajul tehnologic cu cremalieră	402
§13.4 Subțaierea și ascuțirea dintelui	408
§13.5 Angrenaj evolventic	410
§13.6 Indicii de calitate ai angrenajului. Alegerea coeficienților deplasării	414
Capitolul 14. Angrenaje spațiale	421
§14.1 Angrenaje cu roți dințate conice	421
§14.2 Angrenaje hiperboloidale	432
Capitolul 15. Angrenaje multiple	441
§15.1 Angrenaje multiple cu axe fixe	441
§15.2 Mecanisme planetare	446
§15.3 Alegerea schemelor mecanismelor planetare și particularitățile lor cinematice	453
§15.4 Determinarea numărului de dinți pentru roțile dințate din mecanismele planetare	462
§15.5 Angrenaje armonice cu roți dințate	469
Capitolul 16. Mecanisme cu mișcare intermitentă a elementului de ieșire	478
§16.1 Mecanisme cu roți dințate și cu clichet	478
§16.2 Mecanisme cu cruce de Malta	481
§16.3 Mecanisme cu pârghii și cvasistaționare	487
Capitolul 17. Mecanisme cu camă	489
§17.1 Tipurile mecanismelor cu camă și particularitățile lor ...	490
§17.2 Legea mișcării tachtului și alegerea ei	492

§17.3 Unghi de presiune și coeficient de majorare a forțelor exercitate în cuplele cinematice	496
§17.4 Determinarea dimensiunilor mecanismului cu camă în funcție de valoarea admisibilă a unghiului de presiune	499
§17.5 Dimensiunile de gabarit ale camei în funcție de condiția de convexitate a profilului	508
§17.6 Determinarea coordonatelor profilului camelor disc	511
§17.7 Mecanismele cu came cilindrice	518
§17.8 Influența elasticității elementelor mecanismului cu camă asupra legii de mișcare a tchetului și formei profilului camei	519
BIBLIOGRAFIE	523
Cuprins	524

BIBLIOGRAFIE

1. I.I. Artobolevskii. *Teoriya mehanizmov i mashin*. M., 1975.
2. V.A. Gavrilenko și alții. *Teoriya mehanizmov*. M., 1973.
3. V.A. Iudin., L.V. Petrokas. *Teoriya mehanizmov i mashin*. M., 1977.
4. S.N. Kojevnikov. *Teoriya mehanizmov i mashin*. M., 1973.
5. N.I. Livitskii. *Teoriya mehanizmov i mashin*. M., 1979.
6. K.V. Frolov. *Metody sovershenstvovaniia mashin i sovremennye zadaci mashinovedeniia*. M., 1984.
7. L.N. Rešetov. *Samoustanavlivaiushciiesa mehanizmy: Spravocinik*. M., 1979.
8. *Vibratzii v tehnikе: Spravocinik*. În 6 tomuri. M., 1979-1981.
9. *Osnovy balansirovoci noi tehniki*. În 2 tomuri/ Sub redacția V.A. Șcepelinikov. M., 1984.
10. A.S. Pronikov. *Nadiojnosti mashin*. M., 1978.
11. *Trenie, iznashivanie i smazka: Spravocinik*. În 2 tomuri/ Sub redacția V.I. Kragaliiskii și V.V. Alisin. M., 1975.
12. S.A. Potov. *Kursovoe proectirovanie po teorii mehanizmov i mehaniki mashin*. M., 1986.
13. V.A. Gavrilenko. *Osnovy teorii evoliventnoi zubceatoi peredaci*. M., 1969.