

EVOLUȚIA MECANISMELOR

Iulian MALCOCI, dr., conf. univ.,
Universitatea Tehnică a Moldovei
Departamentul „Bazele Proiectării Mașinilor”

Abstract: *In this paper are presented historical data on the evolution of mechanisms along the time.*

Key words: *TMM to SMM, Mechanism, TMM in historical data.*

1. Începuturile Teoriei Mecanismelor și Mașinilor

Mecanismele și mașinile au reținut atenție de la începuturile Tehnologiei Inginerești, acestea fiind studiate și proiectate cu activitate prosperă și rezultate specifice. Însă TMM a atins o maturitate ca disciplină independentă numai în secolul XIX.

Se afirmă de obicei că activitatea TMM a fost începută cu fondarea Școlii Politehnice din Paris în 1794, la care formarea inginerilor industriali a fost o țintă specifică cu un învățământ specific.

Necesitatea unei Universități Tehnice a apărut odată cu nevoia de ingineri educați complet pentru dezvoltarea Revoluției Industriale. Astfel, programa analitică anterioară de la Universități sau Școli Militare nu a fost considerată orientată satisfăcător spre formarea inginerilor pentru mediile industriale în dezvoltare.

Această nouă viziune de instruire a fost considerată la nivel diferit, dar pretutindeni în lume este documentat în multe acte de Universități, ca de exemplu în Brazilia cum este schițat de Oliveira (1999). Într-adevăr această nevoie de formare a inginerilor pentru activitatea civilă fost simțită din plin de Renașterea timpurie, atunci acei experți în proiectare erau formați la „bottega” unui „maestro”, așa cum explică Ceccarelli (1998).

Cele mai simple mecanisme (cu pârghii, cu roți dințate ș.a.) au fost cunoscute de demult; treptat decurgea procesul cercetării, perfecționării și introducerii lor în practică în scopul ușurării muncii omului, ridicării productivității muncii etc.

Se cunoaște faptul că Leonardo da Vinci (1452—1519), personalitate remarcabilă din epoca Renașterii, a elaborat proiectele construcțiilor mecanismelor unor războaie de țesut, mașini de tipar și

de prelucrare a lemnului. El a încercat să determine pe cale experimentală coeficientul de frecare. Doctorul și matematicianul italian D. Cardan (1501—1576) a studiat mișcarea mecanismelor ceasornicelor și morilor. Savanții francezi G. Amonton (1663—1705) și Ch. Coulomb (1736—1806) primii au propus formulele pentru determinarea forței de frecare în stare de repaus și la alunecare.

Remarcabilul matematician mecanic L. Euler (1707—1783), elvețian de origine, treizeci de ani a trăit și a activat în Rusia, profesor, iar apoi membru activ al Academiei de Științe din Petersburg, autorul a 850 de lucrări științifice, a soluționat o serie de probleme privind cinematica corpului solid, a cercetat oscilațiile și stabilitatea corpurilor elastice, a studiat problemele mecanicii practice, a cercetat în special diferite profiluri de dinți ai roților dințate și a ajuns la concluzia că profilul de perspectivă este cel evolutiv.

Cunoscutul mecanic și inventator rus I. I. Polzunov (1728—1766) a elaborat pentru prima dată proiectul mecanismului motorului cu aburi cu doi cilindri (pe care, cu părere de rău, n-a putut să-l realizeze), a construit un regulator automat de alimentare cu apă și aburi și alte mecanisme. Renumitul mecanic I. I. Kulibin (1735—1818) a creat renumitele ceasornice în forma de ou, care reprezentau un mecanism cu acțiune automată foarte complicat pentru acele vremuri.

În legătură cu dezvoltarea construcției de mașini ca ramura a industriei a apărut necesitatea elaborării unor metode științifice generale de cercetare și proiectare a mecanismelor care intră în componența mașinilor. Aceste metode au contribuit la crearea unor mașini mai perfecționate pentru epoca lor, care execută la nivel înalt anumite funcții. Se știe că construcția de mașini ca ramură a industriei s-a constituit încă în secolul XVIII, iar în secolul XIX ea a început să se dezvolte rapid, mai ales în Anglia și S.U.A.

Ca știință, teoria mecanismelor și mașinilor, numită „Mecanica aplicată”, a început să se constituie la începutul secolului XIX, bazându-se în special pe metodele analizei structurale, cinematice și dinamice a mecanismelor. Și numai de la mijlocul secolului XIX în teoria mecanismelor și mașinilor au început să se dezvolte metodele generale de sinteză a mecanismelor.

Renumitul savant, matematician și mecanic rus, academicianul P.L. Cebîșev (1821 —1894) a publicat 15 lucrări în domeniul structurii și sintezei mecanismelor cu pârghii. Pe baza metodelor elaborate el a inventat și a construit peste 40 de mecanisme noi, care execută traiectoria dată, stoparea

unor elemente la mișcarea altora ș.a. Formula structurală a mecanismelor plane se numește formula lui Cebîșev.

Savantul german F. Grasshoff (1826—1893) a elaborat formularea matematică a condiției de rotație a elementului mecanismului plan cu pârghii, care este necesară la sinteza acestuia. Matematicienii englezi D. Silvestr (1814—1897) și S. Roberts (1827—1913) au elaborat teoria mecanismelor cu pârghii destinate transformării curbelor (pantografe).

I.A. Vișnegradski (1831 — 1895), unul din fondatorii teoriei reglării automate, a construit o serie de mașini și mecanisme (prese automate, elevatoare, regulatorul pompei) și, fiind profesor la institutul tehnologic din Petersburg, a creat o școală științifică de construire a mașinilor.

Metodele de sinteză a mecanismelor cu roți dințate, folosite pe larg în diferite mașini, se deosebesc prin caracterul lor complicat. Mulți savanți au lucrat în acest domeniu. Geometrul francez T. Olivier (1793—1858) a fundamentat metoda sintezei suprafețelor conjugate în angrenajele plane și spațiale cu ajutorul suprafeței exterioare. Savantul englez R. Willis (1800—1875) a demonstrat teorema principală a angrenajului plan și a propus metoda analitică de cercetare a mecanismelor planetare cu roți dințate.

Savantul german în studiul mașinilor F. Reuleaux (1829—1905) a elaborat metoda grafică de sinteză a profilurilor conjugate, cunoscută în prezent ca „metoda normalelor”. Reuleaux este de asemenea autorul lucrărilor în domeniul structurii și cinematicii mecanismelor. Savantul rus H.I. Gohman (1851—1916) unul dintre primii a publicat lucrări privind teoria analitică a angrenajului.

O contribuție importantă în domeniul dinamicii mașinilor a adus prin lucrările sale „părintele aviației rusești” N. E. Jukovski (1847—1921). El a fost nu numai fondatorul aerodinamicii contemporane, ci și autorul unei serii de lucrări în domeniul mecanicii aplicate și teoriei reglării funcționării mașinilor.

La dezvoltarea mecanicii mașinilor au contribuit lucrările lui N. P. Petrov (1836—1920), care a pus bazele teoriei hidrodinamice de lubrifiere, V. P. Goriacikin (1868—1935), care a elaborat bazele teoretice de calcul și construcție a mașinilor agricole, complexitatea calculului constând în faptul că mecanismele de execuție ale acestora trebuie să reproducă mișcările mâinii omului.

Savantul rus L.V. Assur (1878—1920) a descoperit legitatea generală în structura mecanismelor plane complexe, care se folosește și astăzi la analiza și sinteza lor. Tot el a elaborat metoda „punctelor speciale” pentru analiza cinematică a mecanismelor cu pârghii complicate. A. P. Malîșev (1879—1962) a propus teoria analizei structurale și sintezei mecanismelor plane complexe și spațiale.

O contribuție substanțială în constituirea mecanicii mașinilor ca teorie integrală a construcției de mașini a adus I. I. Artobolevski (1905—1977), organizatorul școlii ruse în teoria mecanismelor și mașinilor. El a publicat numeroase lucrări în domeniul structurii, cinematicii și sintezei mecanismelor, dinamicii mașinilor și teoriei mașinilor-automate, precum și manuale, ce se bucură de apreciere unanimă.

2. Din istoria mașinilor și mecanismelor

Semnificația TMM poate fi clarificată ca și înțeles al topicului (subiectului) peste timp ca fiind printre puținele definiții ale unor autori importanți ca cei care urmează a fi prezentați succint:

- *Marco Pollione Vitruvius* (a trăit în primul secol Î. C.) în lucrarea *De Architectura*, tradusă și publicată de Fra Ciocondo (1151), dă următoarea definiție a mașinii: „Mașina este o combinație de materiale și componente care au capacitatea de mișcare a greutateților”.

- *Galileo Galilei* în 1593 definește mașina astfel: „O mașină este un mijloc prin care o greutate dată poate fi transportată la o locație dată prin folosirea unei forțe”.

- *Jacob Leupold* în 1724 tratează descrierea mașinilor și mecanismelor referindu-se la „scopul lor de modificare a mișcării mai degrabă prin chiar construcția mașinăriei”.

- *Jose Maria de Lanz* și *Augustin de Betancourt* în 1808 menționează că: „Fiind de acord cu domnul Monge, noi considerăm ca elemente de mașini decât dispozitivele care pot schimba direcția mișcărilor... cele mai complicate mașini sunt numai combinații ale acestora capabile de mișcări simple”.

- *Robert Willis* în 1841 menționează: „Am folosit termenul de Mecanisme ca fiind aplicat la combinații de mașinării numai atunci când este considerat ca guvernând relațiile de mișcare. Mașinăria este un modificador de forță”.

- *Franz Reuleaux* în 1875 definește mașina astfel: „O mașină este o combinație de corpuri capabile de a rezista la deformație, astfel aranjate ca prin constrângere (mecanică) forțele din natură să producă efectul prescris ca răspuns la mișcările de intrare prescrise”.

- *Francesco Masi* în 1897 menționează că: „De aici înainte noi numim: ca mecanism un lanț cinematic care a fost fixat pe unul din componentele lui; ca mașină un mecanism ale cărui componente fac lucru mecanic”.

- *Raoul Bricard* în manualul „Cinematica și Mecanisme” din 1921 definește *mașina* ca „un ansamblu de elemente materiale sau *organe*, prezentând o *mobilitate* relativă, și mijloacele prin care produce un anumit efect, când mașina este alimentată de la o sursă de energie convenabilă”.

„Un *mecanism* este constituit din ansamblul organelor unei mașini, sau numai dintr-o parte a acestor organe, considerate în special pe raportul *legăturilor* lor *cinematice*, adică pe raportul mișcărilor care pot fi cuprinse de unele în raport cu altele”.

„De asemenea, *mecanismele* pot fi considerate ca dispozitive care servesc la transformarea unei mișcări de natură dată într-o mișcare de aceeași natură sau de natură diferită”.

- Richard S. Hartenberg și Jacques Denavit în 1964 subliniază următoarele: „Termenul de mașină este asociat cu utilizarea și transformarea forței și deși mișcarea este variabilă rangul este întâlnit la o mașină, ideea de stăpâni de forță. Mecanismul, pe de altă parte, invocă complet foarte clar ideea de mișcare și în timp ce forțele există, ele sunt relativ mici și neimportante în comparație exploatarea mișcării”.

- Terminologia IFToMM din 1991, avându-l ca inițiator pe Gerhard Bögersach, prezintă următoarele definiții: „Mașina este sistemul mecanic care realizează o sarcină specifică, ca de pildă formarea materialului, precum și transferul și transformarea mișcării și forței”. „Mecanismul este sistemul de corpuri desemnat să schimbe mișcări ale, și forțe pe, unul sau mai multe corpuri în mișcări constrânse ale, și forțe pe, alte corpuri”.

Înțelesul pentru cuvântul „Teorie” necesită în continuare explicație. Cuvântul grec pentru Teorie vine de la verbul corespunzător, al cărui înțeles semantic principal este înrudit atât cu examinarea cât și cu observarea fenomenelor existente. Dar, chiar în limbajul clasic cuvântul teorie include aspectele

practice ale observării ca realitate experimentală a fenomenului, așa că teoria se referă și la practica rezultatelor analizei.

De fapt acest ultim aspect înțeles este cel care a fost inclus în disciplina modernă TMM, deoarece Gaspard Monge (1746-1818) a înființat-o în Școala Politehnică din Paris, Chasles (1886), la începutul secolului XIX (vezi de exemplu cartea lui Lanz și Betancourt din 1808, a cărui text include primele procedee de sinteză).

Între timp, din evaluarea modernă, TMM a fost considerată ca o disciplină care tratează analiza, proiectarea și practica mecanismelor și mașinilor. Aceasta va fi de asemenea în viitor, deoarece noi vom avea întotdeauna dispozitive mecanice legate cu viața și munca ființelor umane.

Aceste dispozitive mecanice trebuie să fie proiectate și îmbunătățite prin cercetările din ingineria mecanică din cauza realității mecanice a mediului unde ființele umane vor trai întotdeauna, deși noile tehnologii vor înlocui unele componente sau vor ușura funcționarea dispozitivelor mecanice.

3. TMM modernă și înființarea IFToMM

Se consideră că perioada modernă a TMM începe cu studiul mișcărilor și mecanismelor tridimensionale pentru aplicațiile practice, abia după primul război mondial. TMM modernă a abordat mișcările și mecanismele 3D multi-mobile. Aceste subiecte au necesitat intensificarea în continuare a cunoașterii și utilizării a noi mijloace pentru dezvoltarea și obținerea de soluții noi.

Dezvoltările pentru mecanizarea industrială au stimulat lumea toată de a coopera la orice nivel. Unul din rezultatele cele mai relevante a fost înființarea IFToMM în 1969, când la Zakopane, în Polonia, cele 13 delegații din Australia, Bulgaria, Germania (RDG și RFG), India, Italia, Polonia, Regatul Unit al Marii Britanii, România, S.U.A., U.R.S.S., Ungaria și Yugoslavia au consemnat prin semnături apariția Federației Internaționale a TMM.

IFToMM a fost înființat ca o Federație, dar se bazează pe activitatea membrilor componenți într-un cadru familial, cu scopul de a facilita cooperarea și schimbul de opinii și rezultatele cercetării în toate domeniile TMM.

Multe personalități au contribuit și unele încă mai contribuie la succesul IFToMM și la activitatea legată de coordonarea Federației IFToMM, în calitatea de președinți, numele acestor personalități fiind: I. I. Artobolevski (1969-1975), Leonard Maundner (1975-1979), Bernard Roth

(1979-1983), Giovanni Bianchi (1983-1991), Adam Morecki (1991-1995), Jorge Angeles (1995-1999), Kenneth Waldron (1999-2007).

4. Concluzii

Principalele aspecte ale activității trecute și viitoare a IFToMM în SMM pot fi considerate în învățământ, practică, cercetare și cooperare în SMM și integrarea acestora tot mai mult cu alte discipline ingineresti. Deși tehnologiile viitorului par a fi orientate în special spre Informatică și mijloace Electronice, sistemele mecanice vor fi întotdeauna necesare deoarece natura mecanică a omului este în interacțiune cu mediul înconjurător.

De aceea, mecanismele și dispozitivele mecanice vor fi totuși întotdeauna necesare, ele vor fi cerute cu proiecte și performanțe sporite, iar comunitatea IFToMM va face eforturi și va obține rezultate edificatoare pentru propășirea Societății ca în trecut.

Tehnic, SMM poate fi privită ca o evoluție de la TMM ca având un conținut și vedere largi ale unei Științe, incluzând noi discipline. Istoricele TMM a inclus ca discipline principale: Analiza și Sinteza Mecanismelor; Mecanica Corpurilor Rigide; Mecanica Mașinilor; Proiectarea Mașinilor; Mecanica Experimentală; Învățătura TMM; Sisteme Mecanice pentru Automatizări; Controlul și Reglarea Sistemelor Mecanice; Dinamica Rotoarelor; Interfețe Om – Mașină; Biomecanica.

Bibliografie

1. FROLOV, K.V. Teoria Mecanismelor și Mașinilor. Chișinău: Ed. Tehnica, 2013. ISBN 978-9975-45-172-7
2. ANTONESCU, P. Evolution of TMM to MMS, an Illustration Survey. In: *Proceedings, Vol. 1 Celui de al 11-lea congres mondial de SMM, de la Tianjin, China, 2004.*