

**Kisiel, Janusz / Pylak, Konrad /
Schabowska, Krystyna i in.**

**Rola Wacława Moszyńskiego w rozwoju
polskiej szkoły teorii maszyn i
mechanizmów**

Kwartalnik Historii Nauki i Techniki 50/1, 117-138

2005

Artykuł umieszczony jest w kolekcji cyfrowej Bazhum, gromadzącej zawartość polskich czasopism humanistycznych i społecznych tworzonej przez Muzeum Historii Polski w ramach prac podejmowanych na rzecz zapewnienia otwartego, powszechnego i trwałego dostępu do polskiego dorobku naukowego i kulturalnego.

Artykuł został zdigitalizowany i opracowany do udostępnienia w internecie ze środków specjalnych MNiSW dzięki Wydziałowi Historycznemu Uniwersytetu Warszawskiego.

Tekst jest udostępniony do wykorzystania w ramach dozwolonego użytku.



Janusz Kisiel, Konrad Pylak, Krystyna Schabowska
Politechnika Lubelska
Katedra Podstaw Konstrukcji Maszyn
Lublin

ROLA WACŁAWA MOSZYŃSKIEGO W ROZWOJU POLSKIEJ SZKOŁY TEORII MASZYN I MECHANIZMÓW

1. WSTĘP

Teoria maszyn i mechanizmów (TMM), zwana również mechaniczną teorią maszyn lub mechaniką maszyn, jest nauką o ogólnych metodach badania własności strukturalnych, kinematycznych i dynamicznych mechanizmów i maszyn oraz projektowania ich schematów. Mechanizmy, będące podstawowymi podukładami maszyn, definiuje się w skrócie jako urządzenia zbudowane w sposób celowy, służące do przekształcania ruchu mechanicznego ciał¹. Jako przedmiot nauczania teoria maszyn i mechanizmów wchodzi wraz z mechaniką techniczną, wytrzymałością materiałów i podstawami konstrukcji maszyn do zestawu przedmiotów dających podstawy ogólnej formacji zawodowej inżynierów mechaników i stanowi wprowadzenie do specjalistycznych dyscyplin konstrukcyjnych i technologicznych².

Przyjmuje się, że ukształtowanie się teorii mechanizmów i maszyn jako nauki, dysponującej charakterystycznymi dla niej metodami badania i projektowania mechanizmów, nastąpiło w drugiej połowie XVIII w. (choć za jej wielkich prekursorów uważani są Leonardo da Vinci, Gerolamo Cardano i Galileusz). Skonstruowanie maszyny parowej i maszyn włókienniczych dało początek osiemnastowiecznej rewolucji przemysłowej. Powstały warunki i zapotrzebowanie dla

teoretycznych poszukiwań i rozważań nad metodami analizy i syntezy mechanizmów i całych maszyn.

Kolejny okres to rozwój dyscypliny w pierwszej połowie XIX w.. Wówczas w Paryżu i w Petersburgu rozpoczęto nauczanie teorii mechanizmów w ramach kursów politechnicznych. Opublikowano wiele ważnych prac i podręczników. Rozwinęły się zastosowania maszyn parowych w przemyśle oraz w transporcie i rolnictwie, konstruowano i wytwarzano nowe obrabiarki do metali. Druga połowa XIX i początek XX w. to okres fundamentalnych osiągnięć dyscypliny, których twórcami byli głównie uczeni niemieccy i rosyjscy³.

Na tym tle uprawianie teorii maszyn i mechanizmów w ówczesnych ośrodkach polskich prezentuje się skromnie; widoczne jest przede wszystkim opóźnienie, charakterystyczne dla większości dziedzin technicznych, w rozpoczęciu przedsięwzięć badawczych i edukacyjnych – w stosunku do innych krajów europejskich. Te różnice zostały nadrobione dzięki aktywności polskich uczonych – w ostatnich dziesięcioleciach XX w. polska szkoła TMM stała się jedną z najbardziej liczących się w świecie. Pod pojęciem „polska szkoła teorii maszyn i mechanizmów” rozumiemy historycznie ukształtowany i zintegrowany krąg uczonych, prowadzących badania i działalność dydaktyczną w zakresie TMM (dyscypliny dość późno wyodrębnionej spośród szeroko rozumianej nauki o budowie maszyn), przy czym główne kryterium identyfikacji szkoły to związek tych uczonych z ośrodkami znajdującymi się w obrębie państwa polskiego. Tym bardziej właściwe wydaje się opracowanie historii początkowego okresu tej dyscypliny ze szczególnym uwzględnieniem twórców ośrodków, szkół naukowych, autorów dzieł o szczególnym znaczeniu. Do takich postaci należy niewątpliwie profesor Waław Moszyński.

2. POCZĄTKI DYSCYPLINY. TEORIA MASZYN I MECHANIZMÓW W POLSCE PRZED ROKIEM 1945

Pierwszym ośrodkiem, w którym do studiów inżynierskich wprowadzono zajęcia z teorii maszyn i mechanizmów, była Politechnika Lwowska. Wykłady z zasad teorii mechanizmów na Wydziale Mechanicznym rozpoczął jeszcze w roku 1929/30 Witold Aulich i kontynuował je do 1938, łącząc je z wykładami mechaniki, maszynoznawstwa, elementów maszyn na Wydziale Inżynierii i Chemicznym. W 1936 r. został profesorem nadzwyczajnym i kierownikiem Katedry Maszynoznawstwa i wówczas jego działalność dydaktyczna skupiła się głównie na Wydziale Mechanicznym⁴. W 1939 r. utworzono Katedrę Teorii Mechanizmów i Maszyn. Jej kierownikiem został Robert Szewalski (1903–93)⁵.

Szewalski ukończył Politechnikę Lwowską w 1929 r., doktoryzował się w 1935 r., a habilitację z teorii budowy turbin parowych uzyskał w 1938 r. Od

1943 r. został profesorem nadzwyczajnym i dodatkowo kierownikiem Katedry Turbin Parowych i Gazowych. Kierował tymi dwiema katedrami do roku 1945, kiedy to wraz z dużą grupą pracowników przeniósł się na Politechnikę Gdańską⁶.

Okres wojny był trudnym okresem dla środowiska lwowskiego. Szewalski walczył do końca kampanii wrześniowej, a następnie wrócił do Lwowa, zajętego przez Armię Czerwoną. Podjął pracę na Politechnice, przemianowanej na Lwowski Politechniczny Instytut. Zorganizował Katedrę Teorii Mechanizmów i Maszyn, kierował nią i prowadził zajęcia. W czasie okupacji niemieckiej pracował jako kierownik warsztatu mechanicznego, a uczelnia uzyskała status Państwowych Kursów Zawodowych. Po wyzwoleniu w 1944 r. wrócił na wznowioną uczelnię i przystąpił do odbudowy lwowskiej energetyki. W owym czasie środowisko polskie we Lwowie jeszcze nie wiedziało, jakie będą ostateczne granice powojennej Polski. Przebieg granicy definitywnie ustaliła umowa z 16 sierpnia 1945 r.⁷

Losy teorii mechanizmów w okresie 1938–1941 interesująco wspominał w 1955 r. sam prof. Szewalski: „W ośrodku lwowskim opracowano już w r. 1938 w ramach głęboko sięgającej reformy studiów program przedmiotu p.n. Mechaniczna Teoria Maszyn [...]. Przedmiot ten miał być szerokim rozwinięciem Teorii Mechanizmów, wykładanej tu już od kilku lat konstruktorom, w zakresie analizy strukturalnej. W okresie wojennym przedmiot ten jako Teoria Mechanizmów i Maszyn stał się we Lwowskim Instytucie Politechnicznym, pracującym na podstawie radzieckich planów nauczania, jednym z podstawowych przedmiotów wyszkolenia inżynierskiego w kierunku mechaniki. Powstała Katedra tego przedmiotu, wyszkoliła się kilkusobowa kadra pracowników nauki, a przedmiotu wysłuchało kilkuset studentów, zajmujących dziś w dużej mierze odpowiedzialne stanowiska w przemyśle bądź w nauce polskiej.”⁸ W innym miejscu prof. Szewalski podkreślił ciągłość działalności Politechniki Lwowskiej w okresie wojny, jej polski charakter do 1945 r. i wierność Ojczyźnie. Przedstawił uwarunkowania dramatycznego exodusu uczonych i przyczyny ich rozproszenia w różnych ośrodkach naukowych Polski⁹.

3. OKRES 1945–1956.

KONTEKST DZIEŁA WACŁAWA MOSZYŃSKIEGO I JEGO WPŁYW NA POLSKIE ŚRODOWISKO NAUKOWE

Po wojnie najwcześniej zaczęto wprowadzać teorię maszyn i mechanizmów na Wydziale Mechanicznym Politechniki Gdańskiej. Już od roku akademickiego 1945/46 przybyły tu ze Lwowa prof. Szewalski wraz z grupą współpracowników wykladał ten przedmiot. Od roku 1954 wykłady przejął prof. Alfred Rachalski, który dwa lata później został kierownikiem utworzonej właśnie Katedry TMM¹⁰.

Kolejną uczelnią podejmującą zajęcia z TMM była Politechnika Krakowska. Przybyły ze Lwowa prof. Jan Korecki w roku 1947 wprowadził do kursu maszynoznawstwa

znaczące elementy TMM. Jako odrębny przedmiot teoria mechanizmów została wprowadzona do programu studiów w 1954 r.¹¹ Korecki (1911–1986) był w latach 1939/40 adiunktem w Katedrze Maszynoznawstwa prof. Aulichy, a po wojnie docentem Politechniki Krakowskiej. Od 1956 r. został kierownikiem powołanego wówczas Zakładu TMM¹².

W roku 1950 rozpoczęto zajęcia z TMM w Wyższej Szkole Wieczorowej w Białymstoku, poprzedniczce Politechniki. Natomiast w roku 1952 wprowadzono wykłady z TMM w Akademii Górniczo-Hutniczej. Początki tej dyscypliny w AGH wiążą się z nazwiskiem prof. Mieczysława Damasiewicza, który kilka lat później został kierownikiem utworzonego wówczas Zakładu TMM¹³.

Początki działalności dydaktycznej i naukowej w dziedzinie teorii mechanizmów w wymienionych wyżej ośrodkach nie doprowadziły do opracowania podręczników akademickich. Wyjątkiem jest Politechnika Warszawska. Tutaj w latach 1953–1955 prowadzono zajęcia z teorii mechanizmów (w wymiarze 2 godz. wykładu i 1 godz. ćwiczeń przez 1 semestr) na dwóch wydziałach mechanicznych w ramach Katedry Części Maszyn Wydziału Mechanicznego-Konstrukcyjnego. Wykłady zainicjował prof. Wacław Moszyński i prowadził te zajęcia do 1953 r., a po jego śmierci krótko kontynuował doc. Edward Łysakowski. Program przedmiotu obejmował materiał zawarty w omawianym w niniejszym opracowaniu podręczniku W. Moszyńskiego. Doświadczenia tych lat przygotowały grunt dla działalności Katedry TMM, powołanej w 1955 r. Jej kierownikiem został prof. Jan Oderfeld i pełnił tę funkcję do 1978 r. Prócz niego w skład personelu Katedry wchodził 1 adiunkt (Adam Morecki) i 1 starszy asystent (Andrzej Olędzki). Jednakże stan kadrowy szybko musiał wzrosnąć, bowiem w latach 1955 i 1956 Katedra musiała uruchomić zajęcia już na sześciu wydziałach PW; podjęto też działalność naukową¹⁴.

Ponadto w 1954 r. rozpoczęto nauczanie TMM w Politechnice Częstochowskiej i Wojskowej Akademii Technicznej. Był to również rok początków tej dyscypliny na Wydziale Mechanicznym Politechniki Łódzkiej. W następnym roku utworzono tu Zakład TMM, a jego kierownikiem został prof. Zdzisław Parszewski¹⁵. Od tego też roku rozpoczęła się w Polsce widoczna integracja środowiska naukowego, głównie z inicjatywą ośrodka warszawskiego. Konferencja programowa wyższych uczelni technicznych w Polanicy podjęła decyzję o wprowadzeniu TMM do programów nauczania wszystkich politechnik i o powołaniu samodzielnych katedr tej dyscypliny¹⁶.

Wspomniane wyżej powstanie pierwszej po wojnie samodzielnej Katedry TMM w Politechnice Warszawskiej w 1955 r. było faktem istotnym dla środowiska. Można się spotkać ze stwierdzeniem, iż była to data oficjalnego powstania dyscypliny TMM w Polsce¹⁷. Wydaje się jednak, że fakt ten należy postrzegać w kontekście rozwoju dyscypliny, zapoczątkowanego w latach trzydziestych i przejawiającego się w różnych ośrodkach i obszarach, w różnych formach i w różnym

natężeniu do dziś. Świadczy o tym zarówno lwowska historia dyscypliny z powojenną kontynuacją w Politechnice Gdańskiej i Krakowskiej, jak również dzieło prof. Moszyńskiego, rozpoczęte po 1945 r., którego dopełnieniem były późniejsze sukcesy jego następców z Politechniki Warszawskiej.

Sprawą programu przedmiotu i jego korelacji z innymi przedmiotami mechanicznymi zajęła się konferencja dydaktyczna w Gdańsku w 1955 r. Utworzona została komisja programowa, w której skład weszli m.in. profesorowie: Oderfeld, Szewalski i Korecki. Rok później odbyła się pierwsza (z odbywających się cyklicznie do dziś) Konferencja Naukowa TMM w Rogowie, na której m.in. przedstawiono propozycję programu przedmiotu, opracowaną przez komisję.

Rok 1956, w którym ponadto rozpoczęto nauczanie teorii mechanizmów w czterech kolejnych politechnikach – Śląskiej i Wrocławskiej, a także Poznańskiej i Szczecińskiej – zamyka okres intensywnego i imponującego rozprzestrzeniania się teorii maszyn i mechanizmów jako przedmiotu ważnego dla formacji inżynierskiej. Po tym okresie można już również mówić o znaczącej i trwałej integracji ogólnopolskiego środowiska naukowo-dydaktycznego.

Ważnym elementem tła i kontekstu dzieła W. Moszyńskiego była sprawa braku innych podręczników i skryptów z przedmiotu. Po ukazaniu się *Mechanizmów* w 1952 r. oraz rozdziału tegoż autora w poradniku *mechanika*¹⁸, kolejne podręczniki z TMM ukazały się po kilkuletniej przerwie. Podręczniki J. Oderfelda zostały wydane dopiero w roku 1959 i 1962, natomiast podręcznik Z. Parszewskiego w r. 1961. Nieco wcześniej opublikowano skrypt Stanisława Trzaski oraz dwa zbiory zadań¹⁹.

4. SYLWETKA WACŁAWA MOSZYŃSKIEGO JAKO INŻYNIERA I NAUKOWCA²⁰

Wacław Aleksander Moszyński urodził się 12 sierpnia 1892 r. w Warszawie jako syn Aleksandra, urzędnika pocztowego i Klary, nauczycielki języków niemieckiego i francuskiego. Jego starszy brat Kazimierz był etnografem, historykiem kultury i językoznawcą, profesorem UJ w Krakowie i USB w Wilnie, członkiem PAU i PAN. Wacław Moszyński był żonaty od 1922 r. ze Stefanią Czerwińską; nie mieli dzieci.

Po ukończeniu gimnazjum w Warszawie studiował w Instytucie Elektrotechniki i Mechaniki Stosowanej w Nancy, gdzie 1914 r. uzyskał dyplom inżyniera elektryka, a w 1915 – z wyróżnieniem – dyplom inżyniera mechanika, który w 15 lat później nostryfikował na Politechnice Warszawskiej. Lata 1915–17 to służba w Legionach, a okres 1918–24, z przerwą na udział w wojnie 1920 r., to praca w Akcyjnym Towarzystwie Naftowym Galicja w Borysławiu w charakterze konstruktora narzędzi i maszyn wiertniczych oraz kierownika warsztatów

mechanicznych. Kolejno, w latach 1924–30, był wykładowcą obróbki metali w Państwowej Wyższej Szkole Budowy Maszyn i Elektrotechniki w Poznaniu.

Jego aktywność zawodowa w tym okresie uzyskuje zasięg ogólnopolski. W 1926 r. był współzałożycielem Stowarzyszenia Inżynierów Mechaników Polskich (SIMP) (przez wiele następnych lat członkiem zarządu, a w latach 1934–37 – wiceprezesem Stowarzyszenia). W tym też roku został członkiem Instytutu Naukowego Organizacji, a także Komisji Techniki Warsztatowej w Polskim Komitecie Normalizacyjnym (PKN), gdzie zajmował się sprawami tolerancji i pasowań. Problematyka ta pozostała przez wiele lat jednym z głównych nurtów jego zainteresowań zawodowych, a opublikowane przez niego prace okazały się opracowaniami pionierskimi w skali kraju.

W roku 1927 stworzył podstawy polskiego układu pasowań i tolerancji. Następnie opracował projekt kompletu norm sprawdzianowych (1932–34), a także teoretyczne podstawy tolerancji wymiarów (1935) oraz zasady wymiarowania i tolerowania rysunków części maszynowych (1938). Napisał podręcznik *Pasowania w przemyśle na tle układu polskiego* (Warszawa 1929) oraz monografię *Zasady pasowań na tle międzynarodowego układu tolerancyjnego* (Warszawa 1934), a także rozprawę *Zasady tolerancji (geometria tolerancji)*, na podstawie której w roku 1936 uzyskał stopień doktora nauk technicznych na Wydziale Mechanicznym Politechniki Warszawskiej. Rozprawa została wydana przez Instytut Techniczny Uzbrojenia (ITU) w 1937 r.

Przebieg pracy zawodowej w tym czasie to stosunkowo krótki epizod 1930–31 – kierownictwo techniczne Wytwórni Aparatów Telegraficznych i Telefonicznych w Warszawie, a następnie okres 1932–38, w którym kierował wydziałem technicznym ITU. W roku 1937 Moszyński został członkiem korespondentem Wydziału III Nauk Mechanicznych Akademii Nauk Technicznych, a także rozpoczął pracę na Politechnice Warszawskiej, gdzie prowadził zajęcia zleczone z części maszyn. 19 IV 1938 r. został profesorem zwyczajnym i kierownikiem Katedry Części Maszyn. Pełniąc tę funkcję zainicjował reformowanie i unowocześnienie programów nauczania oraz planowanie prac naukowych Katedry. Rozpoczął nowatorskie badania z zakresu podstaw konstrukcji, szczególnie w dziedzinie obliczeń uwzględniających wytrzymałość zmęczeniową elementów maszyn oraz kinetostatyki mechanizmów z uwzględnieniem tarcia.

Wybuch II wojny światowej zastał go na Wołyniu. Nie mogąc dostać się do Warszawy, udał się do Wilna, gdzie – zamieszkując u brata Kazimierza – do 1941 r. prowadził zajęcia z obróbki metali i części maszyn w Państwowej Szkole Technicznej. Po zajęciu miasta przez Niemców wrócił do Warszawy i rozpoczął wykłady z części maszyn na kursach i w Państwowej Wyższej Szkole Technicznej. Prowadził je do czerwca 1944; była to nieoficjalna kontynuacja Politechniki, zamkniętej przez okupanta. Jego notatki z tego okresu, ocalałe w czasie powstania, stały się po wojnie podstawą do odtworzenia ewidencji wielu studentów. Jak już

piszemy w innym miejscu, okres pobytu podczas wojny w Warszawie wykorzystał prof. Moszyński na pisanie swojego najważniejszego dzieła.

W lutym 1945 r. włączył się do pracy nad reaktywacją Uczelni, był pierwszym profesorem Wydziału Mechanicznego obecnym w Warszawie. Od sierpnia 1945 r. przez rok delegowany był do współdziałania w organizowaniu Politechniki Łódzkiej; wykładał tam części maszyn i brał udział w kompletowaniu wyposażenia. Jesienią 1946 r. wrócił na Politechnikę Warszawską do swojej Katedry. W latach 1946–53 kontynuował działalność normalizacyjną w PKN i ISO. W 1950 r. powołany został do Komisji Nauk Technicznych PAU i został członkiem zwyczajnym Towarzystwa Naukowego Warszawskiego, zaś w 1952 r. – członkiem korespondentem Wydziału IV Nauk Technicznych PAN.

Jego dorobek obejmuje ponad 100 prac, w tym 11 książek. Ostatnią jego publikacją za życia była nowatorska, pierwsza w tej dziedzinie, polska monografia *Wytrzymałość zmęczeniowa części maszynowych* (Warszawa 1953), oparta na wynikach badań własnych.

Zmarł 18 października 1953 r. i został pochowany na cmentarzu Bródnowskim w Warszawie. Ten krótki przegląd najważniejszych faktów świadczy o wielkiej aktywności zawodowej i pracowitości, o pasji, z jaką zajmował się kolejnymi problemami, które stawiały przed nim podejmowane obowiązki.

Istotną cechą jego osobowości jako uczonego jest dążenie do oparcia rozwiązań problemów technicznych na możliwie głębokiej wiedzy i eksperymencie, wraz ze stałym rozwijaniem tej wiedzy, zakorzenionej w doświadczeniu. Drugim charakterystycznym rysem jego postawy jest stałe nowatorstwo, tworzenie podstaw wiedzy w tych dziedzinach, które są lub będą ważne dla wiedzy inżynierskiej, a które jeszcze nie znalazły zainteresowania badaczy. Tu szczególnie widoczne jest podejście, wyrażające się w tworzeniu bazy bibliograficznej w postaci fundamentalnych opracowań, podsumowujących aktualny stan wiedzy z dużym udziałem prac własnych.

Można wyróżnić kilka dziedzin nauki konstrukcji maszyn, w których Moszyński stał się prekursorem, stworzył podstawy, zapoczątkował prace badawcze. Należą tu przede wszystkim jego prace nad teoretycznymi podstawami i zastosowaniami układu tolerancji i pasowań. Następnie wspomnieć należy jego olbrzymi wkład w tworzenie układu norm dotyczących konstrukcji i rysunku, a także osiągnięcia w badaniach wytrzymałości zmęczeniowej i tworzeniu metodyki obliczeń zmęczeniowych. Osiągnięciem, zasługującym na oddzielną uwagę, jest autorstwo pierwszego obszernego, czterotomowego podręcznika *Wykład elementów maszyn*. Tu również można mówić o różnych dyscyplinach nauki konstrukcji, w których prekursorem okazał się Waclaw Moszyński. Jedną z nich jest teoria mechanizmów. W niniejszym artykule zajmujemy się bliżej jedynie czwartą częścią *Wykładu elementów maszyn*, zatytułowaną *Mechanizmy*²¹. Jest ona pierwszym w języku polskim podręcznikiem teorii maszyn i mechanizmów, niekwestionowanym

osiągnięciem na miarę dziesięcioleci. Jest również całościowym ujęciem jego koncepcji dyscypliny TMM, udokumentowanym wkładem w jej rozwój.

5. MECHANIZMY JAKO CZĘŚĆ WYKŁADU ELEMENTÓW MASZYN

Wykład elementóW maszyn to pierwszy w literaturze polskiej wszechstronny podręcznik podstaw konstrukcji maszyn. Jest on również dziełem naukowym o znaczeniu podstawowym dla dalszych prac badawczych. Należy również odnotować jego wkład w tworzenie i porządkowanie polskiego słownictwa technicznego²². Wydanie tego dzieła jest wydarzeniem w historii polskiego piśmiennictwa technicznego. Wydawane było w całości czterokrotnie, w latach: 1948–52, 1951–54, 1953–55 i 1955–56. Przez kilka kolejnych lat nie publikowano żadnych podręczników z konstrukcji maszyn, a dzieło Moszyńskiego służyło jeszcze przez dziesiątki lat konstruktorom i autorom kolejnych książek.

Autor rozpoczął pisanie *Wykładu* już po wojnie, w 1945 r. Jednakże, jak pisze w Przedmowie, decyzję o napisaniu obszernego podręcznika *Podstawy budowy maszyn* podjął jeszcze w 1937 r., obejmując Katedrę Części Maszyn na Wydziale Mechanicznym Politechniki Warszawskiej. Z powodu wydarzeń wojennych pisanie tegoż dzieła rozpoczął w końcu 1942 r., a do sierpnia 1944 praca była gotowa w trzech czwartych. Po rocznej przymusowej przerwie, ze względu na pilne potrzeby uczelni technicznych, zdecydował jednak o stworzeniu skróconej jego wersji i tak powstał *Wykład*²³. Dzieło *Podstawy konstrukcji maszyn* nie zostało opublikowane i jest przechowywane w maszynopisie w zbiorach Archiwum PAN²⁴.

Książka *Mechanizmy* ukazała się jako czwarta, ostatnia część podręcznika *Wykład elementóW maszyn*, już w wydawnictwie PWT w 1952 r.²⁵ Gdy w 1948 r. wyszła I część *Wykładu*, autor w przedmowie przedstawił plan dzieła trzypiętomowego (I. *Połączenia*, II. *Łożyskowanie*, III. *Napędy*), po którym uważał za konieczne wydanie przykładów projektowych, uzupełnionych następnie atlasem konstrukcyjnym. Plan ten potwierdził zapowiedzią dedykacji poszczególnych części profesorom: I – Czesławowi Witoszyńskiemu, II – Michałowi Broszce, III – Bolesławowi Tołłoczce i Waławowi Suchowiakowi. Byli oni poprzednikami autora w Zakładzie i Katedrze Części Maszyn Politechniki Warszawskiej, a dedykacja miała podkreślać ciągłość pracy Katedry i Zakładu. Według pierwotnych planów wszystkie te wydawnictwa miały stanowić jedynie pierwszy etap prac; w drugim miał być opracowany obszerny podręcznik, umożliwiający głębsze studia w dziedzinie podstaw konstrukcji maszyn²⁶.

Wydaje się zatem, że *Mechanizmy* stały się samodzielną częścią *Wykładu elementóW maszyn* dopiero w trakcie powstawania części trzeciej. Wskazywać na to może również inna niż w pozostałych tomach dedykacja tej części – Autor poświęca ją pamięci prof. Maksymiliana Tytusa Hubera w pierwszą rocznicę śmierci

(9 XII 1951), zaznaczając, iż opatrzona nią książka jest czwartą i ostatnią częścią pracy. Widoczna jest również pewna ewolucja tytułu – podtytuł książki brzmi: *Mechanizmy*, ale w spisie treści mamy tytuł tomu: *Napędy (ciąg dalszy)*²⁷. Potwierdza tę tezę również układ książki i proporcje poszczególnych części materiału. Mimo, iż jest ona już podręcznikiem teorii mechanizmów, to jednak pozostaje w obrębie szerokiego spektrum zagadnień konstrukcji maszyn. Z drugiej strony, trudno do dziś określić kanon zagadnień wraz z proporcjami poświęconej im uwagi, którymi powinna zajmować się teoria maszyn i mechanizmów²⁸.

Autor odniósł się do dostępnych wówczas podręczników, tak więc w spisie literatury znajdziemy prace szkoły rosyjskiej, przede wszystkim I. I. Artobolewskiego (wyd. 1946) i S. N. Kożewnikowa (wyd. 1949), jak i kilka wcześniejszych podręczników niemieckich z książką R. Beyera (wyd. 1931). Materiał swojego podręcznika autor podzielił na pięć rozdziałów: mechanizmy, mechanizmy korbowe, koła zamachowe i regulatory, drgania wałów maszynowych, fundamentowanie maszyn. W późniejszych i dzisiejszych książkach stosowane są już nieco inne układy i podziały treści; wyróżnia się zwykle strukturę, kinematykę i dynamikę, a także zadania analizy i syntezy, kładąc nacisk na metody jak najbardziej ogólne.

Ostatnie dwa rozdziały, poświęcone analizie i eliminowaniu drgań oraz fundamentowaniu maszyn, są w istocie przyczynkiem do rozwoju w Polsce dyscypliny, nazywanej obecnie wibroakustyką. Także w tej dziedzinie można uważać Wacława Moszyńskiego za prekursora, choć omawiane opracowanie było poprzedzone kilkoma cząstkowymi publikacjami innych autorów. Moszyński zestawił w jednym dziele zarówno rozważania na temat teorii i przyczyn drgań, jak i metodologię ich uwzględniania i eliminacji, tak jak to współcześnie czynią autorzy prac z dziedziny wibroakustyki.

6. METODYKA ANALIZY I SYNTEZY STRUKTURALNEJ

Najobszerniejszą część książki zajmuje rozdział pt. *Mechanizmy*. Jest to w istocie kurs kinematyki z elementami struktury oraz kinetostatyki. Dominującą klasyfikacją mechanizmów stosowaną w podręczniku jest klasyfikacja funkcjonalna. Podana definicja mechanizmu jest zbliżona do powszechnie używanej obecnie, przyjętej np. przez IFToMM²⁹, bowiem za mechanizm uważa Moszyński układ ruchowo powiązanych części maszynowych mogących wykonywać określone ruchy w wyniku pobranej energii mechanicznej. Jednak wprowadza węższe pojęcie napędu mechanicznego – jest to mechanizm, który może oddawać na zewnątrz część pobranej energii³⁰. Na tej definicji autor opiera rozróżnienie pomiędzy napędem mechanicznym a mechanizmem, co wyjaśnia jego rozumienie tytułów i zakresów trzeciej i czwartej części *Wykładu elementów maszyn*.

Autor nie używa stosowanych dziś pojęć łańcucha lub układu kinematycznego. W analizie strukturalnej wprowadza klasyfikacje członów i węzłów kinematycznych zbliżone do obecnie stosowanych. Natomiast nie wykorzystuje wprost grup Assura, mówi jedynie o mechanizmach prostych i złożonych. Płaskim mechanizmem prostym jest układ złożony z podstawy oraz z członu czynnego i członu biernego, które mogą stykać się bezpośrednio lub za pomocą czwartego członu – łącznika. Nieco dalej mówi, iż „każdy węzeł o dwóch stopniach swobody ruchu może być zastąpiony przez zespół dwóch węzłów o jednym stopniu swobody ruchu, przy czym dodatkowo dochodzi część pośrednicząca [...]”³¹. Tak więc mechanizmem prostym jest najprostszy mechanizm klasy drugiej, czworobok przegubowy.

Mechanizmem złożonym jest układ dający się podzielić na cząstkowe mechanizmy proste. Moszyński nie podaje metodyki podziału, jednak w dalszym ciągu wykładu przedstawia i analizuje wiele przykładów praktycznych mechanizmów złożonych. Natomiast podaje stosunkowo obszerny zarys metodyki syntezy struktur takich układów (oczywiście są to mechanizmy drugiej klasy). Píše: „jeżeli w dowolnych punktach dwóch różnych członów mechanizmu dźwigniowego prostego dowiążemy nowy dwuczłon, tzn. dwa nowe człony przegubowo związane, utworzymy mechanizm dźwigniowy złożony. [...] Postępując w ten sposób w dalszym ciągu, możemy tworzyć mechanizmy dźwigniowe coraz bardziej złożone.”³² Autor w dalszej kolejności zwraca uwagę na regułę prawidłowego zwielokrotniania, która sprowadza się do zaczepiania dwuczłonu w dwu punktach różnych członów, a nie jednego członu, co obecnie określa się zasadą utrzymania ruchliwości zupełnej. Nieco dalej pisze jeszcze o tworzeniu mechanizmów dźwigniowych dwu-, trzy-, cztero-, m-krotnych przez prawidłowe dodawanie do mechanizmu pojedynczego (prostego) jednego, dwu, trzech, m-1 dwuczłonów³³.

Autor nie zajmuje się bezpośrednio pojęciem ruchliwości. Pisząc jednakże o tworzeniu struktur mechanizmów dźwigniowych, wskazuje na analogię pomiędzy mechanizmami złożonymi a ustrojami kratowymi. Wychodząc od relacji pomiędzy liczbą prętów a liczbą węzłów dla kratownicy statycznie wyznaczalnej, zauważa, iż zmniejszenie o 1 liczby prętów (członów) przy tej samej liczbie węzłów przekształca kratownicę w mechanizm o jednoznacznych ruchach członów. Odpowiednią zależność między liczbami członów i węzłów podaje jako warunek (w formie podobnej do podanej w 1883 r. przez Grüblera³⁴) na to, aby układ był mechanizmem. Zaznacza, że nie jest to warunek wystarczający, dostrzegając możliwość niejednorodnego rozkładu zdolności ruchowych w obrębie tworzonego mechanizmu i możliwość wystąpienia lokalnych przestępczeń³⁵.

Oddzielny akapit poświęca autor mechanizmom płaskim klinowym z parami wyłącznie przesuwными (nazywa je mechanizmami ślizgowymi), zauważając ich szczególne własności ruchowe i podając dla nich szczególne postacie wzorów strukturalnych³⁶.

7. KINEMATYKA I KINETOSTATYKA MECHANIZMÓW PŁASKICH

Szczególnym obiektem analizy kinematycznej w podręczniku jest czworobok przegubowy, zwany prostym mechanizmem dźwigniowym. Autor podaje i udowadnia warunki Grashofa, wprowadza pojęcia mechanizmu korbowego, dwukorbowego i dwuramiennego oraz podaje ich charakterystyki i zastosowanie. Mechanizm korbowo-wodzikowy i jarmowy rozpatruje jako szczególne przypadki czworoboku; podobnie mówi o czworoboku jako mechanizmie zastępczym dla mechanizmu krzywkowego³⁷.

Do analizy położeń proponuje dyskretną metodę wykreślną, zwracając przy tym uwagę na ogromną różnorodność kształtów i interesujące cechy torów punktów związanych z łącznikiem czworoboku korbowego i dwukorbowego. Podaje kilka zastosowań technicznych wykorzystujących specyficzny kształt krzywych łącznikowych³⁸. Natomiast analizę prędkości i przyspieszeń autor przeprowadza metodami chwilowych środków prędkości i przyspieszeń, a także sposobem zbliżonym do metody planów prędkości i planów przyspieszeń³⁹.

Przechodzi następnie do analizy dynamicznej mechanizmów, charakteryzując ogólnie typy możliwych zadań. Stwierdza, że wszystkie przypadki sprowadzają się do rozpatrywania zagadnień statycznych, bowiem albo pomija się siły bezwładności lub znając prawo ruchu siły te do układu obciążeń się wprowadza, albo tak wyznacza się przyspieszenia, aby wynikające stąd siły bezwładności pozostawały w równowadze z obciążeniami zewnętrznymi. W tym miejscu wspomina o stosowanej w literaturze dla tej dziedziny nazwie „kinetostatyka”. Uważa ją jednakże za sztuczną i zbędną, nie wnoszącą do analizy niczego istotnego i w konkluzji deklaruje, iż nie będzie jej używał w podręczniku⁴⁰.

Autor poświęca wiele miejsca analizie układów sił w węzłach z uwzględnieniem tarcia. Znajdujemy tu zapewne odniesienie do wspomnianych wyżej danych biograficznych, mówiących o jego badaniach w tej dziedzinie. Pisząc o siłach w mechanizmach dźwigniowych, odwołuje się do rozważań we wcześniejszych rozdziałach *Wykładu*, wprowadzających stosowaną tu metodę kół tarcia już przy wyznaczaniu sprawności i analizie obciążeń w połączeniach, łożyskach i przekładniach. W omawianym fragmencie, prócz rozwinięcia metody, podaje kilka interesujących przykładów analizy oddziaływań w mechanizmach z węzłami obrotowymi, z precyzyjną ilustracją graficzną⁴¹.

Zgodnie z ideą klasyfikacji funkcjonalnej, autor zajmuje się w kolejnym podrozdziale analizą kinematyczną i analizą siłową mechanizmów jarmowych i ich pochodnych (przede wszystkim maltańskich) oraz mechanizmów zapadkowych. Inny z podrozdziałów omawia szczegółowo analizę mechanizmów łąkowych (kulisowych). Proponowane metody analizy są analogiczne do podanych w podrozdziale o mechanizmach dźwigniowych; mechanizmy jarmowe i kulisowe są jedynie ich odmianą i autor o tym wspomina⁴².

Omawianie mechanizmów krzywkowych rozpoczyna autor od zastosowań i syntezy zarysu krzywek na podstawie zadanego prawa ruchu popychacza, przedstawiając także potrzebę i metodę modyfikacji tego prawa, tak, aby otrzymane przyspieszenia i siły bezwładności nie przekraczały racjonalnie uzasadnionych wartości. Bazą do tych rozważań jest układ z tarczową krzywką obrotową i przesuwным popychaczem, jednak rozpatruje również przypadki wahliwego popychacza, krzywki wahliwej i przesuwnej, bębnowej, wielokrotnej, stałej i regulowanej. Kolejno przedmiotem wykładu jest analiza kinematyczna podstawowych rodzajów mechanizmów krzywkowych, a także analiza sił, przy czym tak jak poprzednio, każdy przykład zawiera starannie zilustrowane porównanie rozkładu sił bez uwzględnienia tarcia i z tarciem. Podrozdział zamyka wprowadzenie do analizy i syntezy mechanizmów dwukrzywkowych, także o zarysie ewolwentowym⁴³.

Oddzielny podrozdział poświęca autor mechanizmom kierującym. Nazywa tak każdy układ, „[...] którego określony punkt opisuje prawidłową z góry założoną linię i dzięki temu może być wykorzystany dla kierowania dowolnego członu innego, związanego z nim w tym punkcie mechanizmu.” Są to głównie mechanizmy dźwigniowe. Ze względu na ich specyfikę autor zajmuje się analizą położeń i dowodzeniem szczególnych właściwości kolejno rozpatrywanych układów. Tak więc przegląd rozpoczynają prostowody Watta i Evansa oraz mechanizmy indykatorowe. Kolejno przedstawione zostały różne rozwiązania pantografów i inwersorów.

Należne miejsce zajęły mechanizmy elipsografów, cykloidografów, itp. Moszyński przedstawia np. rozwiązanie konstrukcyjne prowadnic elipsografu z regulowaną długością łącznika, a także rekonstrukcję przyrządu Leonarda da Vinci, służącego jako tokarka eliptyczna. W dalszym ciągu wykładu omawia zasadę działania przyrządów do wiercenia otworów kwadratowych i sześciokątnych. Podrozdział kończy punkt poświęcony równoległowodom, ich konstrukcji i zastosowaniu⁴⁴.

8. METODYKA ANALIZY DŹWIGNIOWYCH MECHANIZMÓW PRZESTRZENNYCH⁴⁵

Szczególnie interesująca z punktu widzenia obecnego stanu wiedzy może być lektura podrozdziału poświęconego dźwigniowym mechanizmom przestrzennym. Pierwszym przedmiotem rozważań jest przegub Cardana, dla którego Moszyński przeprowadza analizę położeń, prędkości i przyspieszeń metodą analityczną. Następnie analizuje ruch podwójnego sprzęgła Cardana. W kolejnym punkcie wykładu przechodzi do analizy ogólnego przypadku przestrzennego czworoboku przegubowego o wichrowatym położeniu osi obrotu ramion. Przyjęte proporcje wymiarów wskazują na czworobok dwuwahaczowy. Jako ilustrację do zastosowanej metody podaje rysunek czworoboku w perspektywie,

zbliżonej do dimetrii prostokątnej, na którym oś ramienia biernego i krawędź płaszczyzn obrotu ramion są równoległe do osi układu. Obok znajdziemy rzut prostokątny mechanizmu na płaszczyznę ramienia biernego z odpowiednimi kładami elementów nierównoległych. Rysunek ten stanowi podstawę przedstawienia wykreślnej metody analizy położeń. Następnie oba rysunki zostały wykorzystane do wyprowadzenia ogólnej zależności na przełożenie, a konstrukcje wykreślne – do wyznaczenia wielkości występujących w tej zależności.

Po tym wywodzie Moszyński udziela następującej wskazówki metodycznej: „Jak widzimy, przebieg wyznaczania prędkości jest mimo wszystko dość zawiły. [...] Tym bardziej zawiłe przedstawia się sprawa przyspieszeń. Toteż najlepiej jest poprzestać jedynie na bardzo starannym wyznaczeniu położeń czopów korbowych C1 i C2 w kolejnych, równych odstępach czasu, posiłkując się przy tym rysunkiem, zrobionym w dostatecznie dużej podziałce, i według nich wyznaczyć prędkości i przyspieszenia [...]”⁴⁶.

Analiza czworoboku w przypadku prostopadłych osi obrotu ramion znacznie się upraszcza. Autor podaje różne schematy takich mechanizmów i przedstawia wykreślną analizę położeń i prędkości jednego z nich (symetrycznego dwukorbowego). Przedstawia również metodę analityczną wyznaczania położeń, prędkości i przyspieszeń, przy czym zależności wyprowadza dla dość ogólnego przypadku czworoboku korbowego niesymetrycznego. Funkcją położenia jest dwuznaczna zależność sinusa kąta położenia ramienia biernego od sinusa kąta położenia korby. Dalsze rozważania prowadzą do wniosków na temat uproszczeń uzyskanych formuł dla układu o bardziej szczególnych zależnościach wymiarowych, a także do wskazówek, jak otrzymać analogiczne wzory dla przypadku najbardziej ogólnego, rozważanego na wstępie.

Sprawę przydatności metod i wyboru najodpowiedniejszej z nich rozstrzyga autor następująco: „Jak widzimy, w tym szczególnie prostym przypadku uzyskujemy tak proste wzory obliczeniowe, iż właściwie stanowią one najłatwiejsze narzędzie analizy ruchu mechanizmu. Jeżeli zmienimy nieco jego układ, wzory wypadną o wiele bardziej złożone i sposób wykreślny okaże się wygodniejszy od obliczeniowego zarówno w odniesieniu do położeń, jak i prędkości ramienia biernego.”⁴⁷

Podrozdział kończy konstrukcyjne nawiązanie do struktury rozpatrywanych mechanizmów. Moszyński przedstawia rozwiązanie węzła kulistego, o którym pisze, iż jest nieodzowny w układach przestrzennych. Sprowadza się ono do zastąpienia węzła kulistego przez węzeł dwuprzegubowy o przecinających się i prostopadłych osiach przegubów. Rysunek aksonometryczny i opis pozwalają na dość dokładne odtworzenie konstrukcji takiego węzła.

9. MOSZYŃSKI JAKO PREKURSOR BIOMECHANIKI I ERGONOMII

Myśl, będącą osią jego poglądów w tej dziedzinie, zawarł autor w trzeciej części *Wykładu*, gdy przy okazji uwag o ogólnej budowie przekładni napędowych napisał: „Prawidłowe zaprojektowanie maszyny wymagającej w swej pracy ustawicznego udziału obsługującego ją człowieka narzuca konieczność zapoznania się z układem ciała ludzkiego, rozpatrywanego jako złożony układ dźwigni o określonych rozmiarach.”⁴⁸

W tym ogólnym stwierdzeniu wyróżnić można dwa aspekty – poznawczy i aplikacyjny, z których każdy zasługuje na oddzielną analizę. Po pierwsze, autor mówi o konieczności poznawania mechaniki ciała ludzkiego i badania jego właściwości jako układu mechanicznego z zastosowaniem adekwatnych modeli i metod. Tym samym wskazuje na potrzebę rozwijania dziedziny, zwanej obecnie biomechaniką. Po drugie, za oczywiste uważa użycie w projektowaniu kryteriów, mających na względzie dostosowanie maszyn do wymagań wynikających z bezpieczeństwa oraz właściwości ciała i psychiki obsługującego je człowieka. Tu z kolei postuluje pracę nad ergonomicznymi kryteriami konstruowania i ich powszechne stosowanie w postaci powszechnie dziś przyjętej⁴⁹.

W części czwartej *Wykładu* rozwinął tę myśl, umieszczając podrozdział zatytułowany *Organizm ludzki jako część składowa mechanizmu*⁵⁰. Prezentowane podejście do problemów biomechaniki polega na stworzeniu modelu ciała ludzkiego jako układu połączonych ze sobą dźwigni. Określenie dokładnych wartości wymiarów poszczególnych odcinków kości, wpływających na wymiary i odległości istotne przy wykonywaniu dowolnej pracy, dla ciała mężczyzny o przeciętnym wzroście, to punkt wyjścia wszystkich analiz.

Charakterystyka mechaniczna stawów jest interesująca z punktu widzenia biomechaniki, toteż warto ją przytoczyć w całości: „Rzeczą istotną jest budowa węzłów (stawów) poszczególnych członów; stawy ramion i udowe są kuliste, stawy łokciowe i kolanowe są walcowe; jednak swoista budowa stawu łokciowego umożliwia wydadne ruchy obrotowe kiści rąk dokoła osi przedramienia (w granicach niemal $\pm 90^\circ$). Stawy napięstka i stóp mają bardziej złożoną budowę i tworzą węzły przestrzenne o dość ograniczonych wahaniach. Również niezwykle złożona jest budowa stawów kiści ręki, czyniąca z niej znakomite narzędzie pracy. Dolna część kręgosłupa i swobodne wiązanie ramion z jego górną częścią nadają kadłubowi organizmu ludzkiego znaczną i wszechstronną podatność.”⁵¹

Kolejno Moszyński podaje przykłady wykorzystania powyższych danych do wyznaczenia najdogodniejszego wzniosu i długości korby ręcznego kołowrotu oraz wysokości siedzenia przy lekkiej pracy ręcznej. Po kilku uwagach na temat projektowania obrabiarek przedstawia i omawia 16 schematów położenia i wymiarów ciała człowieka pracującego w różnorodnych pozycjach, przy obsłudze wielu różnych urządzeń.

Przytoczymy dosłownie wskazówki praktyczne, jakich autor udziela konstruktorom urządzeń, dążącym do stworzenia najkorzystniejszych warunków pracy obsługującemu człowiekowi: „Konstruktor ma zawsze możliwość sporządzić schematyczny rysunek [...] i sprawdzić rozmieszczenie dźwigni, chwytów itp. organów kierowniczych – względem stanowiska człowieka obsługującego projektowaną maszynę. Jeżeli rysunek maszyny zrobiony jest na przezroczystej kalce, najwygodniej jest podłożyć pod nią schematyczny, we właściwej podziałce zrobiony rysunek organizmu ludzkiego [...] i odpowiednio przesuwając go i obracając bezpośrednio przerysować kolejno różne jego człony w odmiennych prawidłowych położeniach, przystosowanych do badanego projektu maszyny. W razie potrzeby konstruktor może sam posłużyć się sobą, jako modelem człowieka obsługującego projektowaną przez siebie maszynę”⁵².

Podrozdział zamykają rozważania z zakresu higieny i fizjologii pracy. Podane są wyniki badań nad zużyciem energii i sprawnością w różnych rodzajach pracy fizycznej (sprawność osiąga poziom do 20%). Porównuje się liczby, charakteryzujące możliwości wykonanej pracy i rozwijanej mocy przez dorosłego mężczyznę pracującego fizycznie z analogicznymi wielkościami, dotyczącymi pracy konia roboczego i silnika napędowego. Stwierdza się, że dobry koń roboczy wykonuje pracę 50 ludzi, natomiast silnik o mocy 15KM może zastąpić w pracy fizycznej około tysiąca ludzi. W konkluzji czytamy, iż „[...] widać wyraźnie, jak mało wartościowa jest praca fizyczna człowieka jako źródło energii mechanicznej i jak oszczędnie należy nią gospodarować.”⁵³

10. PODEJŚCIE DO ZAGADNIENI DYNAMIKI

Moszyński znaczną część swojego podręcznika poświęca, zgodnie z ówczesnymi potrzebami, metodom obliczeń przydatnym w konstruowaniu mechanizmów korbowych. W rozdziale *Mechanizmy korbowe*⁵⁴ zajmuje się głównie wyznaczaniem przyspieszeń i sił bezwładności układów jednokorbowych i wielokorbowych o różnych schematach kinematycznych, a następnie konstrukcją i obliczeniami wytrzymałościowymi elementów tych mechanizmów – korbowodów, łożysk, tłoczków, tłoków, pierścieni tłokowych i samych korb.

Bardziej interesującym dla tematyki niniejszego opracowania wydaje się kolejny rozdział *Koła zamachowe i regulatory*⁵⁵, na podstawie którego możemy wnioskować o preferowanym przez autora podejściu do rozwiązywania zagadnień dynamiki mechanizmów. Ze względu na zastosowanie przede wszystkim w maszynach tłokowych, głównym zadaniem z tego zakresu jest dobór koła zamachowego dla założonej nierównomierności ruchu.

Pierwszym krokiem jest wyznaczanie przebiegów momentu czynnego i biernego w jednocylindrowej maszynie korbowej. Moszyński bierze pod uwagę zarówno siły oddziaływania czynnika i ścian cylindra na tłok, jak i siły tarcia w węzłach

kinematycznych oraz siły bezwładności elementów przesuwnych, w tym części korbowodu. Zależną od położenia wypadkową tych sił redukuje, przykładając poprzez korbowód odpowiednią składową do wału korbowego. Od momentu tej siły odejmuje moment tarcia w łożyskach; zależy on od każdej z całkowitych reakcji, na które mają wpływ również siły bezwładności części wirujących i ciężar koła zamachowego. Dla bardziej złożonych maszyn o większej liczbie cylindrów należy geometrycznie dodawać poszczególne składowe reakcji w łożyskach.

Autor formułuje równanie ruchu w postaci bilansu energii, porównując różnicę pracy obciążeń czynnych i biernych z przyrostem energii kinetycznej układu⁵⁶. Moment bezwładności maszyny redukuje według znanych wzorów, jednakże nie używa pojęcia przełożenia czy też analogu prędkości, choć wprowadza identyczne z nimi współczynniki. Pisze: „W mechanizmach związanych możemy zawsze napisać $v_i = k_i \cdot \omega$ cm/sek oraz $v_i = k'_i \cdot \omega$ 1/sek, gdzie współczynniki k_i cm i k'_i są wielkościami niezależnymi od prędkości kątowej ω 1/sek jednego z członów, obranego jako człon główny, np. wału korbowego, zależnymi natomiast od chwilowego położenia układu.”⁵⁷

Następnie zestawia wyznaczone wykresy momentów par sił i momentu bezwładności w funkcji kąta obrotu korby. Całkując wykres obciążeń, znaną metodą Wittenbauera, rozwiązuje równanie ruchu ze względu na prędkość kątową i wyznacza moment bezwładności koła zamachowego dla żadanego współczynnika nierównomierności. Fragment ten kończą rozważania na temat podziałek rysunkowych, istotne dla inżynierskich metod wykreślnych oraz opis praktycznej metody wykreślnej całkowania funkcji danej w postaci wykresu. Kolejny podrozdział zawiera wytyczne do konstruowania i obliczeń wytrzymałościowych kół zamachowych.

W pozostałej części rozdziału Moszyński zajmuje się regulatorami i siłownikami regulacyjnymi. Po przedstawieniu istoty regulacji i regulatorów – dla różnych czynników technicznych – podaje rodzaje, rozwiązania konstrukcyjne i podstawowe zależności dotyczące siłowników hydraulicznych i elektrycznych, wchodzących w skład urządzeń regulacyjnych. Regulatory prędkości kątowej są kolejnym przedmiotem rozważań, przy czym szczegółowo analizowanych jest kilka znanych rozwiązań, podane są ich cechy użytkowe, podstawowe zależności i metodykę wyznaczania charakterystyk.

Należy stwierdzić, że w rozważaniach, dotyczących zagadnień z zakresu dynamiki mechanizmów, dominuje podejście oparte na ścisłych lub uproszczonych metodach inżynierskich, często wykreślnych lub analityczno-wykreślnych, których zastosowanie prowadzi skutecznie do celu w postaci wyznaczenia obciążeń, uproszczonego opisu ruchu, wymiernego ograniczenia niekorzystnych zjawisk. Analizowane urządzenie Moszyński postrzega całościowo, widząc potrzebę opracowania w dalszym ciągu jego konstrukcji, określenia poziomu

naprężeń i odkształceń. W zagadnieniach dotyczących wyznaczania sił oddziaływania w węzłach kinematycznych stosuje konsekwentnie zaawansowane metody analizy z uwzględnieniem sił tarcia w każdym z węzłów.

11. ZAKOŃCZENIE

Jesienią 2003 r. minęło 50 lat od śmierci profesora Wacława Moszyńskiego, naukowca i technika zasłużonego dla rozwoju wielu dziedzin nauk technicznych, związanych z konstruowaniem maszyn, m.in. teorii maszyn i mechanizmów.

Moszyński, kontynuując w pewnym stopniu przedwojenne tradycje lwowskie, stworzył w Politechnice Warszawskiej po II wojnie światowej ośrodek dydaktyczno-naukowy teorii maszyn i mechanizmów, który jego następcy doprowadzili do czołowej pozycji w kraju i dużego znaczenia za granicą. Jego największą zasługą jest rozpoczęcie zajęć z przedmiotu i stworzenie własnego podręcznika, który powstał jako część większego dzieła poświęconego podstawom konstrukcji maszyn. Zasadniczą treścią niniejszego artykułu jest omówienie koncepcji dyscypliny, preferowanych metod stosowanych w poszczególnych działach oraz podejścia do formułowania i rozwiązywania zadań mechaniki maszyn w ujęciu Moszyńskiego.

Tematykę tę wzbogacono o rys historyczny poprzedzającego, liczącego kilkanaście lat, okresu uprawiania tej dyscypliny na Politechnice Lwowskiej oraz o charakterystykę uwarunkowań jej rozwoju po wojnie. Ponadto analizę dzieła uzupełniono o informacje biograficzne dotyczące twórcy. Z tych krótkich wzmianek o przebiegu życia i dokonaniach zawodowych widać główne rysy osobowości twórczej W. Moszyńskiego.

Wykazano również, iż jego dzieło, mimo przedwczesnej śmierci, zapoczątkowało istotny rozwój warszawskiego środowiska naukowo-dydaktycznego. Z drugiej strony nastąpiła synteza tego nurtu z nurtem uprawiania dyscypliny obecnym w innych polskich ośrodkach, wywodzącym się wprost z wcześniejszych tradycji lwowskich, co dało bardzo znaczące efekty badawcze i edukacyjne.

Przypisy

¹ Por. np. O.N. L e w i t s k a j a , N.I. L e w i t s k i j : *Kurs teorii mechanizmów i maszyn*. Moskwa 1978 Wysszaja Szkoła, s. 4, 6. Zob. także przypis (27) z cytowanymi definicjami Z. Parszewskiego.

² Por. I.I. A r t o b o l e w s k i j : *Teorija mechanizmów i maszyn*. Moskwa 1975 Nauka, s. 18–19.

³ Por. O.G. O z o ł : *Teorija mechanizmow i maszin*. Moskwa 1984 Nauka, s. 11–15. Szerzej o historii TMM traktuje m.in. monografia A.N. B o g o l u b o w a : *Teorija mechanizmow i maszin w istoriczeskom razwittii jeje idej*. Moskwa 1976 Nauka.

⁴ Witold Aulich (1889–1948) ukończył Politechnikę Lwowską z odznaczeniem w 1912 r., w latach 1911–13 był stypendystą i asystentem w Katedrze Mechaniki Ogólnej; w latach 1913–14 odbywał praktykę w USA (konstrukcja turbin wodnych). Przed wybuchem wojny wrócił do Lwowa i w 1915 r. obronił doktorat. W latach 1915–18 aresztowany i wywieziony do Kazania i Kijowa, w 1918 r. wrócił do Lwowa i wziął udział w obronie miasta. Nie mogąc uzyskać asystentury, w latach 1920–24 pracował w USA. Od roku 1925 zaczął pracę w Politechnice jako asystent, a od 1928 prowadził wykłady. Prowadził działalność społeczną i naukową, był m.in. redaktorem „Czasopisma Technicznego”. Był zwolennikiem kształcenia ogólnego, dającego dobre podstawy do specjalizacji, którą można by było zmieniać w trakcie pracy zawodowej w zależności od potrzeb gospodarki. W czasie II wojny światowej przebywał we Lwowie, prowadząc zajęcia w Instytucie Politechnicznym i na niemieckich kursach zawodowych oraz ponownie w Instytucie Politechnicznym. Po wyjeździe polskiej kadry naukowej w 1945 r. pozostał we Lwowie, pełniąc do końca życia funkcję kierownika Katedry TMM, a w latach 1945–46 – dziekana Wydziału Mechanicznego. Został pochowany na cmentarzu Łyczakowskim. (Zob.: *Słownik biograficzny techników polskich*, zeszyt 6, Warszawa 1995 Federacja Stowarzyszeń Naukowo-Technicznych NOT, s. 8–9).

⁵ Z. P o p ł a w s k i : *Politechnika Lwowska w latach 1844–1945. Rodowody katedr, wykaz nauczycieli akademickich, dziedzictwo*. Kraków 1999 Politechnika Krakowska im Tadeusza Kościuszki, Seria Historyczno-Techniczna, Zeszyt 5, Monografia 249, s. 65 i 40.

⁶ Tamże, s. 245.

⁷ J. J a k u b o w s k i : *Na pełnych obrotach*. „Czas” Nr (208)3, 21.I.1979, s. 3–4; <http://www.ely.pg.gda.pl/~jubileus/index>

⁸ R. S z e w a l s k i : *Teoria Mechanizmów i Maszyn. Cel, Zakres, Przedmioty. Materiały Konferencji Dydaktycznej w zakresie przedmiotu „Teoria Mechanizmów”*. Gdańsk 1955. Cyt. za: A. M o r e c k i , K. K ę d z i o r , C. R z y m k o w s k i : *Teoria maszyn i mechanizmów w Polsce, lata 1938 i 1945–2000*. XVII Ogólnopolska Konferencja Naukowo-Dydaktyczna Teorii Maszyn i Mechanizmów, Warszawa – Jachranka 2000 s. 3.

⁹ „[...] Gdy nastąpiły jakże trudne i bolesne lata wojenne, we Lwowie dwukrotnie zmieniali się okupanci. Ale zarówno pod rządami władzy radzieckiej, jak i brunatnego hitleryzmu, zapadały decyzje o uruchomieniu Uczelni. Polscy profesorowie, zasadniczo ci sami, co przed wybuchem wojny, wykładali nadal w języku polskim na użytek młodzieży, w większości wydziałów nadal przeważnie polskiej. I dlatego nie można nie zauważyć, że Politechnika Lwowska, choć pod obcą władzą i obcą nazwą, zmieniającą się wraz ze zmianą okupanta, żyła nadal swoim życiem jako uczelnia polska, zawsze i bez reszty wierna Ojczyźnie. Wierność tę przyplącała najcięższymi ofiarami. I dopiero wówczas, gdy wojna miała się ku końcowi, władza radziecka postawiła społeczność akademicką przed alternatywą – bądź przyjęcia obywatelstwa radzieckiego, z obowiązkiem wykładania w języku rosyjskim, ewentualnie ukraińskim, bądź opuszczenia rodzinnego miasta w ramach tak boleśnie i wzywająco brzmiącej repatriacji; zapadła decyzja wyjazdu. Rok 1945 stał się tym samym ostatnim w przeszło stuletnim istnieniu i działalności

Uczelni. Z buntem w sercu z powodu doznawanej krzywdy, lecz bezsilne wobec wymowy faktów dokonanych, zebrało się grono profesorów na ostatnią swoją naradę w Uczelni. Podjęta jednomyślnie uchwała Zebrania brzmiała jasno i zwięźle: Politechnika Lwowska przenosi się *in corpore* do Gdańska i konstituuje się tam jako Politechnika Morska. U podstaw uchwały leżała chęć utrzymania w całości, w stanie o ile możliwości nienaruszonym, tego ogromnego potencjału naukowego jakim dysponowała Uczelnia. Po siedmiu zaledwie dniach nadeszła jednak z Warszawy odmowa. I oto rozpoczął się exodus w kierunku Ziemi Odzyskanych, zachodnich i północnych, w ramach grupowych transportów kolejowych. [...]” Zob. R. S z e w a ł s k i : *Przedmowa* do książki Z. P o p ł a w s k i e g o : *Politechnika Lwowska 1844–1945*. Wrocław 1993 Wydawnictwo Politechniki Wrocławskiej; cyt. za: www.lwow.com.pl/politechnika/politechnika.html.

¹⁰ A. M o r e c k i , K. K ę d z i o r , C. R z y m k o w s k i : *Teoria maszyn i mechanizmów w Polsce...*, dz. cyt., s. 45.

¹¹ Tamże, s. 47.

¹² Z. P o p ł a w s k i : *Politechnika Lwowska...*, dz. cyt., s. 141.

¹³ A. M o r e c k i , K. K ę d z i o r , C. R z y m k o w s k i : *Teoria maszyn i mechanizmów w Polsce ...*, dz. cyt., s. 44 i 41.

¹⁴ Tamże, s. 61–62.

¹⁵ Tamże, s. 47.

¹⁶ Tamże, s. 5.

¹⁷ Por. J. O d e r f e l d : *Stan i tendencje rozwojowe teorii maszyn i mechanizmów w latach 1966–1975*. W: *Zagadnienia struktury, kinematyki i dynamiki maszyn i mechanizmów*. Prace Naukowe IKEM Politechniki Wrocławskiej Nr 30, Seria: Konferencje 4, Wrocław 1975, s. 5.

¹⁸ *Poradnik Techniczny „MECHANIK”*. Tom II, część III. Warszawa 1953 PWT.

¹⁹ Zob. J. O d e r f e l d : *Zarys Teorii Mechanizmów i Maszyn*. Łódź-Warszawa 1959 PWN; J. O d e r f e l d : *Wstęp do Mechanicznej Teorii Maszyn*. Warszawa 1962 WNT; Z. P a r s z e w s k i : *Teoria Mechanizmów i Maszyn*. Łódź 1961 Wydawnictwo PŁ; S. T r z a s k a : *Teoria Mechanizmów i Maszyn. Przewodnik metodyczny*. Wyd. Warszawa 1957 PW (wyd. I) i 1959 (wyd. II).

²⁰ Fragment w warstwie faktograficznej opracowany głównie na podstawie biogramu w *Słowniku biograficznym techników polskich*. Zeszyt 2. Warszawa 1992 Federacja Stowarzyszeń Naukowo-Technicznych NOT s. 122–124.

²¹ W. M o s z y ń s k i : *Wykład elementów maszyn, część IV – Mechanizmy*. Warszawa 1952 Państwowe Wydawnictwa Techniczne.

²² Por. W. M o s z y ń s k i : *Wykład elementów maszyn, część I – Połączenia*. Wyd. I, nakład 2. Warszawa 1949 Instytut Wydawniczy SIMP , s. V „Od Wydawcy”.

²³ Tamże, s. VII.

²⁴ Por. *Słownik biograficzny techników polskich*. Zeszyt 2, dz. cyt., s. 124.

²⁵ W. M o s z y ń s k i : *Wykład ... część IV*, dz. cyt.

²⁶ Por. W. M o s z y ń s k i : *Wykład ... Część I*, dz. cyt., s. VIII i 1.

²⁷ W. M o s z y ń s k i : *Wykład ... Część IV*, dz. cyt. s. 1 i 5.

²⁸ Por. np. A. Morecki, K. Kędziór, C. Rzymkowski: *Teoria maszyn i mechanizmów w Polsce ...*, dz. cyt., s. 20. Autorzy wprowadzają na potrzeby omówienia i porównania tematyki badań i dydaktyki określenia: TMM w wersji „klasycznej” i „TMM w szerokim ujęciu”. W swoim podręczniku Z. Parszewski pisze, iż teoria maszyn i mechanizmów obejmuje całokształt zagadnień związanych z ruchem maszyn i mechanizmów i dzieli się na trzy główne działy: 1) teorię mechanizmów, 2) teorię drgań i dynamikę maszyn, 3) teorię sterowania automatycznego. Dalej mówi o klasycznej teorii maszyn i mechanizmów odróżniając ją od ogólnie rozumianej teorii maszyn i mechanizmów. Zob. Z. Parszewski: *Teoria maszyn i mechanizmów*. Warszawa 1978 WNT, s. 8–9.

²⁹ *International Federation of the Theory of Mechanisms and Machines*.

³⁰ W. Moszyński: *Wykład ... Część IV*, dz. cyt. s. 9.

³¹ Tamże, s. 10 i 14.

³² Tamże, s. 20.

³³ Tamże, s. 22.

³⁴ Por. A.N. Bogolubow: *Teorija mehanizmov i maszin w istoriczeskom raz-witii jeje idej*. Moskwa 1976 Nauka, dz. cyt., s. 323–324.

³⁵ W. Moszyński: *Wykład ... Część IV*, dz. cyt. s. 20–22.

³⁶ Tamże, s. 30.

³⁷ Tamże, s. 22–31.

³⁸ Tamże, s. 32–39.

³⁹ Tamże, s. 39–58.

⁴⁰ Por. tamże, s. 58–59.

⁴¹ Tamże, s. 59–69.

⁴² Tamże, s. 73–95 i 120–137.

⁴³ Tamże, s. 95–120.

⁴⁴ Tamże, s. 137–153.

⁴⁵ Tamże, s. 153–171

⁴⁶ Zob. tamże, s. 164–165.

⁴⁷ Por. tamże, s. 170.

⁴⁸ W. Moszyński: *Wykład elementów maszyn. Część III – Napędy*. Wyd. III, Warszawa 1954 PWT, s. 266.

⁴⁹ Por. np. J. Dietrych: *System i konstrukcja*. Warszawa 1978 WNT, s. 177, gdzie autor określa ergonomię jako dziedzinę, w której formuluje się warunki optymalizacji relacji między człowiekiem i maszyną ze względu na pracę; stwierdza też, że kryteria ergonomiczne mają istotne znaczenie jako kryteria konstrukcyjne.

⁵⁰ W. Moszyński: *Wykład ... Część IV*, dz. cyt. s. 171–179.

⁵¹ Por. tamże, s. 172.

⁵² Por. tamże, s. 176.

⁵³ Por. tamże, s. 179.

⁵⁴ Tamże, s. 180–218.

⁵⁵ Tamże, s. 219–277.

⁵⁶ Równanie ruchu w postaci różniczkowej układu i rozwiązuje jedynie dla niektórych przypadków ruchu drgającego wałów i wirników w kolejnym rozdziale *Drgania wałów maszynowych*.

⁵⁷ Por. tamże, s. 223. Natomiast pojęcia przełożenia autor używa i szczegółowo je omawia w przypadku przekładni cięgnowych i zębatych, także przekładni obiegowych; por. W. M o s z y ń s k i : *Wykład ... Część III*, dz. cyt.

Recenzent: prof. dr hab. *Józef Piłatowicz*

Janusz Kisiel, Konrad Pylak, Krystyna Schabowska

THE ROLE OF WACŁAW MOSZYŃSKI IN THE DEVELOPMENT OF THE POLISH SCHOOL OF MACHINE AND MECHANISM THEORY

The end of the 19th and the first half of the 20th centuries saw the emergence and intensive development of many disciplines in the technical sciences, and the laying of a groundwork for those disciplines in their current form. In Poland, a country deprived of independent statehood until 1918, this was additionally a period when native research centres and scientific schools came into being, and when Polish-language specialist literatures emerged as well. Many of the eminent personages whose activities contributed to those trends have already been described in biographical notes and articles. There are still, however, not enough studies dealing with the substance of their scientific and professional achievements.

One of the personages in question was Wacław Moszyński, professor of the Warsaw Technical University, a pioneer of machine construction and mechanism theory, author of the first academic textbook in the field to be published in Poland. The current article discusses Moszyński's contribution to the development of mechanism and machine theory. The first part of the article gives an outline of the history of the discipline until 1945, presents the context of the after-war activities of the author, and evaluates his influence on the development of machine and mechanism theory in Poland; it also carries a short biography of Moszyński. The rest of the article is devoted to Moszyński's scientific achievements, and describes his approach to matters of structure, kinematics and dynamics, with special focus on those of his formulations and solution to problems that appear particularly innovative and original. The article also points out those proposals by Moszyński which made him a precursor of other disciplines, such as vibroacoustics, biomechanics and ergonomics.

The paper also presents the role of Moszyński's work as a foundation for the development of the Warsaw research-and-teaching centre in the field. The achievements and methods of the Warsaw school combined with the those of other centres in Poland, which based on the earlier Lwów tradition, thus leading to very significant research and educational accomplishments.

