



JAN ODERFELD

WSTĘP

DO MECHANICZNEJ

TEORII MASZYN

WYDAWNICTWA NAUKOWO-TECHNICZNE

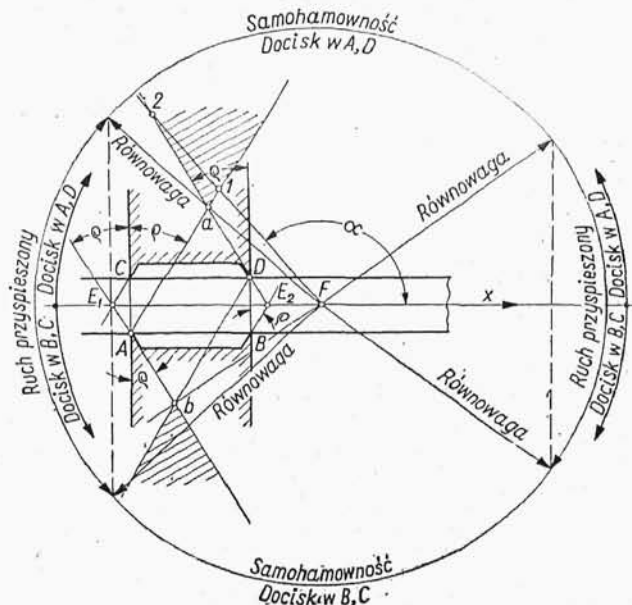
NT

SPIS TREŚCI

Przedmowa	5
1. Wiadomości wstępne	7
1.1. Szkic historyczny	7
1.2. Pojęcia podstawowe	8
2. Struktura mechanizmów	12
2.1. Stopnie swobody, pary kinematyczne	12
2.1.1. Stopnie swobody	12
2.1.2. Klasyfikacja par kinematycznych	13
2.1.3. Pary kinematyczne w mechanizmach płaskich	19
2.1.4. Umowne oznaczenia par	21
2.2. Wzory strukturalne	22
2.2.1. Wzory klasyczne, więzy ogólne	22
2.2.2. Indywidualne więzy metryczne	25
2.2.3. Zależności funkcyjne	27
2.3. Płaskie mechanizmy zastępcze	28
2.4. Zarys klasyfikacji mechanizmów	30
2.5. Struktura płaskiego czworoboku przegubowego	35
3. Kinematyka mechanizmów	40
3.1. Przegląd metod i tematów	40
3.2. Metody wykreślne kinematyki	40
3.2.1. Podziałki	40
3.2.2. Wykreślne wyznaczanie toru	41
3.2.3. Wyznaczanie prędkości i przyspieszeń metodą toru odcelowanego	43
3.2.4. Wykreślne wyznaczanie prędkości metodami ścisłymi	45
3.2.5. Wykreślne wyznaczanie przyspieszeń metodami ścisłymi	57
3.2.6. Różniczkowanie i całkowanie graficzne	64
3.3. Metody analityczne kinematyki	69
3.3.1. Uwagi wstępne	69
3.3.2. Analiza czworoboku przegubowego	71
3.3.3. Analiza symetrycznego mechanizmu korbowo-wodzikowego	71
3.3.4. Analiza symetrycznego mechanizmu jarzmowego	75
3.3.5. Analiza mechanizmu przestrzennego	78
3.4. Metody numeryczne kinematyki	79
3.4.1. Metoda kolejnych przybliżeń	79
3.4.2. Rachunek wyrównawczy	81
3.5. Synteza mechanizmów przegubowych	86
3.6. Mechanizmy krzywkowe	97
3.6.1. Opis ogólny	97
3.6.2. Metody wykreślne kinematyki mechanizmów krzywkowych	99
3.6.3. Metody analityczne kinematyki mechanizmów krzywkowych	104
3.6.4. Krzywka o najmniejszych rozmiarach	109
3.7. Podstawowe pojęcia teorii ząbienia	114
3.8. Walcowe koła zębate o zębach prostych	116
3.8.1. Zasada ząbienia	116
3.8.2. Zamiennosc i normalizacja	120
3.8.3. Ząbienie ewolwentowe	122
3.8.4. Zarys obróbki kół zębatych walcowych o zębach prostych	131
3.8.5. Korekcja ewolwentowych kół walcowych o zębach prostych	133
3.9. Walcowe koła zębate o zębach śrubowych	143
3.10. Koła zębate stożkowe	146
3.11. Koła zębate śrubowe	152
3.12. Przekładnie ślimakowe	155

3.13. Przekładnie o osiach nieruchomych	158
3.14. Przekładnie obiegowe	160
3.15. Sferyczne mechanizmy przegubowe	166
3.16. Teoria dokładności w kinematyce mechanizmów	168
4. Dynamika mechanizmów i maszyn	178
4.1. Uwagi wstępne	178
4.2. Siły bezwładności	181
4.3. Tarcie	186
4.3.1. Uwagi wstępne o tarciau	186
4.3.2. Tarcie w postępowej parze kinematycznej	190
4.3.3. Tarcie w obrotowej parze kinematycznej	195
4.3.4. Linie działania sił w mechanizmie przegubowym	196
4.3.5. Martwe położenia z uwzględnieniem tarcia	197
4.3.6. Tarcie w parze IV klasy	199
4.4. Plany sił	200
4.4.1. Statyczna wyznaczalność sił w mechanizmach płaskich	200
4.4.2. Plan sił grupy II klasy, 1 postaci bez uwzględnienia tarcia	201
4.4.3. Plan sił grupy II klasy, 2 postaci bez uwzględnienia tarcia	203
4.4.4. Plan sił członu wiodącego	204
4.4.5. Wyznaczanie reakcji bez podziału mechanizmu na grupy	205
4.4.6. Plan sił z uwzględnieniem tarcia	207
4.5. Siła równoważąca	209
4.6. Bilans energetyczny maszyny	212
4.7. Redukcja mas i momentów bezwładności w mechanizmie płaskim	215
4.8. Równania ruchu maszyny	219
4.9. Nierównomierność biegu maszyny	225
4.10. Dynamika mechanizmów i maszyn z uwzględnieniem sprężystości	227
4.11. Regulacja	235
4.11.1. Automaty	235
4.11.2. Regulacja — pojęcia podstawowe	236
4.11.3. Statyka regulatora stożkowego	239
4.11.4. Wzmacniacze i sprzężenia zwrotne w układach regulacyjnych prędkości obrotowej	245
4.11.5. Dynamika regulacji	247
4.11.6. Przykład równań układu regulacyjnego	250
4.12. Wyrównoważanie	253
4.12.1. Uwagi wstępne	253
4.12.2. Podstawy teoretyczne wyrównoważania wirujących członów sztywnych	254
4.12.3. Wyrównoważanie maszyn	257
4.12.4. Wyważarki	261
4.12.5. Uwagi o wyrównoważaniu wirujących członów wiotkich	262
4.13. Teoria podobieństwa dynamicznego	263
4.13.1. Uwagi wstępne	263
4.13.2. Elementarne wiadomości z analizy wymiarowej	263
4.13.3. Podstawy teorii podobieństwa	267
4.13.4. Zastosowania	268
4.13.5. Eksperymentalne wyznaczanie bezwymiarowej części wzorów	272
4.13.6. Rozszerzanie układu jednostek	273
4.13.7. Dodatkowe założenia o bezwymiarowej części wzorów	275
4.14. Elektryczny pomiar parametrów mechanicznych	277
5. Tematy prac kontrolnych	282
Spis źródeł	291
Skorowidz rzeczowy	293

na wielkość siły \bar{W} . Układ jest więc samohamowny. Zwrócimy ponadto uwagę, że układ jest statycznie niewyznaczalny, gdyż warunków przecinających się linii sił i warunek zamkniętego wieloboku sił pozwalają wyznaczyć tylko 3 niewiadome, a w reakcjach \bar{R}_C i \bar{R}_D nie są znane ani moduły ani kierunki.



Rys. 185. Wyznaczenie reakcji i badanie samohamowności w parze postępowej obciążonej skośnie

Jako drugi przykład rozpatrzmy parę postępową pokazaną na rys. 185. Jest ona z założenia obciążona jedną siłą zewnętrzną \bar{W} przechodzącą przez punkt F , który leży na osi na zewnątrz przedziału E_1E_2 otrzymanego przez poprowadzenie z możliwych punktów styku promieni nachylonych pod kątami ϱ do normalnej. Można łatwo sprawdzić, że wtedy przy wszelkiej wartości kąta α (z wyjątkiem 0 lub π) między \bar{W} a osią x docisk drążka do kierownicy jest skośny; jeśli $0 < \alpha < \pi$, to docisk jest w A i D ; jeśli $\pi < \alpha < 2\pi$, docisk jest w B i C .

Pytamy, przy jakich wartościach α zachodzi samohamowność, przy jakich — ruch przyspieszony i wreszcie, przy jakich — równowaga, czyli ruch jednostajny lub spoczynek.

Rozpatrzmy najpierw przypadek, gdy $0 < \alpha < \pi$. Z punktów A i D styku wykreślamy strefy tarcia i znajdujemy strefę wspólną. Składa się ona z dwóch klinów o wierzchołkach w a i b (zakreskowanych na rys. 185).

Jeśli \bar{W} przecina brzeg strefy wspólnej w punktach 1 i 2, to połączwszy dowolny punkt odcinka 12 z A i z D można znaleźć kierunek reakcji \bar{R}_A i \bar{R}_D , przy których układ trzech sił \bar{W} , \bar{R}_A , \bar{R}_D może być w równowadze przy tarcu nie rozwiniętym. Równowaga ta może zachodzić dla wszelkiego modułu W . Znaczy to, że układ jest samohamowny, a reakcje są statycznie niewyznaczalne.

Jeśli (ciągłe przy $0 < \alpha < \pi$) linia działania sił \bar{W} przebiega między punktami a i b , to równowaga nie może zachodzić i ruch jest przyspieszony. Jeśli wreszcie linia siły \bar{W} przechodzi przez a lub b , to równowaga zachodzi, reakcje są statycznie wyznaczalne i ruch jest jednostajny.