

Spis treści

1. Sprzęgła – 11

Sylwester Markusik

- 1.1. Wiadomości podstawowe – 11
 - 1.1.1. Określenia i podział – 11
 - 1.1.2. Dobór sprzęgieł – 12
- 1.2. Sprzęgła nierozłączne – 15
 - 1.2.1. Sprzęgła sztywne – 15
 - 1.2.2. Sprzęgła samonastawne – 22
 - 1.2.2.1. Sprzęgła kątowe (przegubowe) – 23
 - 1.2.2.2. Sprzęgła uniwersalne – 31
 - 1.2.3. Sprzęgła podatne – 47
 - 1.2.3.1. Charakterystyki sprzęgieł podatnych – 47
 - 1.2.3.2. Współpraca sprzęgła podatnego z maszyną – 52
 - 1.2.3.3. Rozwiązania konstrukcyjne – 58
 - 1.2.3.4. Obliczenia konstrukcyjne – 66
 - 1.2.3.5. Dobór sprzęgieł podatnych – 76
- 1.3. Sprzęgła sterowane – 77
 - 1.3.1. Sprzęgła sterowane mechanicznie – 77
 - 1.3.1.1. Sprzęgła przełączane synchronicznie – 77
 - 1.3.1.2. Sprzęgła przełączane asynchronicznie – 82
 - 1.3.2. Sprzęgła indukcyjne sterowane elektromagnetycznie – 103
 - 1.3.2.1. Zasada działania – 103
 - 1.3.2.2. Rozwiązania konstrukcyjne – 108
- 1.4. Sprzęgła samoczynne – 113
 - 1.4.1. Sprzęgła mechaniczne – 113
 - 1.4.1.1. Sprzęgła odśrodkowe – 113
 - 1.4.1.2. Sprzęgła bezpieczeństwa – 126
 - 1.4.1.3. Sprzęgła jednokierunkowe – 143
 - 1.5. Sprzęgła hydrokinetyczne – 158
 - 1.5.1. Zasada działania – 158
 - 1.5.2. Charakterystyki sprzęgieł hydrokinetycznych – 161

- 1.5.3. Bilans cieplny sprzęgieł hydrokinetycznych – 168
- 1.5.4. Współpraca sprzęgła hydrokinetycznego z maszyną roboczą – 170
- 1.5.5. Rozwiązania konstrukcyjne – 173
- 1.5.5.1. Ogólna klasyfikacja sprzęgieł hydrokinetycznych – 173
- 1.5.5.2. Sprzęgła o stałej charakterystyce – 173
- 1.5.5.3. Sprzęgła z regulowanymi charakterystykami – 177
- 1.5.6. Dobór sprzęgieł hydrokinetycznych – 179
- Bibliografia – 183

2. Hamulce – 184

Sylwester Markusik

- 2.1. Wiadomości podstawowe – 184
- 2.2. Hamulce promieniowe – 185
- 2.2.1. Hamulce klockowe – 185
- 2.2.1.1. Kinematyka hamulców klockowych – 185
- 2.2.1.2. Rozwiązania konstrukcyjne – 190
- 2.2.1.3. Elementy hamulców – 193
- 2.2.1.4. Obliczenia konstrukcyjne – 200
- 2.2.1.5. Nagrzewanie hamulców – 206
- 2.2.1.6. Dobór hamulców klockowych – 207
- 2.2.2. Hamulce taśmowe – 208
- 2.3. Hamulce osiowe (tarczowe) – 213
- 2.3.1. Kinematyka hamulców osiowych – 213
- 2.3.2. Rozwiązania konstrukcyjne – 216
- 2.4. Hamulce specjalne – 220
- 2.4.1. Hamulce osiowe wbudowane w silniki elektryczne – 220
- 2.4.2. Hamulce odśrodkowe – 222
- 2.4.3. Hamulce hydrokinetyczne – 223
- Bibliografia – 225

3. Przekładnie zębate – 226

Andrzej Krukowski (p. 3.1, 3.2, 3.8, 3.10)

Włodzimierz Ozimowski (p. 3.3÷3.7, 3.9)

- 3.1. Wprowadzenie do problematyki przekładni zębatych – 226
- 3.1.1. Zasada działania i klasyfikacja przekładni zębatych – 226
- 3.1.2. Zakres zastosowań i współczesne tendencje rozwoju – 231
- 3.2. Podstawowe pojęcia z geometrii i kinematyki zazębienia – 237
- 3.2.1. Koła zębate walcowe o zębach prostych – 237
- 3.2.1.1. Podstawowe pojęcia i wymiary – 237
- 3.2.1.2. Podstawowe prawo zazębienia – 243
- 3.2.1.3. Zarys zęba – 247
- 3.2.1.4. Zarys ewolwentowy – 247
- 3.2.1.5. Współpraca zarysów ewolwentowych, punkt przyporu, linia przyporu, odcinek przyporu – 251
- 3.2.1.6. Wskaźnik zazębienia – 252
- 3.2.1.7. Przegląd metod obróbki kół zębatych – 253
- 3.2.1.8. Graniczna liczba zębów – 255
- 3.2.1.9. Graniczne wartości współczynników przesunięcia zarysu – 259

- 3.2.1.10. Grubość zęba z przesunięciem zarysu mierzona na okręgu podziałowym – 260
- 3.2.1.11. Grubość zęba na dowolnym okręgu – 262
- 3.2.1.12. Przesunięcie zarysów – 262
- 3.2.2. Koła zębate walcowe o zębach śrubowych (skośnych) – 268
 - 3.2.2.1. Podstawowe wymiary geometryczne – 268
 - 3.2.2.2. Czołowy i normalny kąt zarysu, linia zęba, kąt pochylenia linii zęba – 270
 - 3.2.2.3. Zastępcza liczba zębów – 272
 - 3.2.2.4. Graniczna liczba zębów – 273
 - 3.2.2.5. Przesunięcie zarysów – 274
 - 3.2.2.6. Wskaźnik zazębienia – 274
 - 3.2.2.7. Koła zębate walcowe daszkowe – 276
- 3.2.3. Koła zębate walcowe o kołowołukowym zarysie zębów – 277
 - 3.2.3.1. Uwagi wstępne – 277
 - 3.2.3.2. Szczególne cechy zazębienia Nowikowa – 279
 - 3.2.3.3. Podstawowe wymiary geometryczne – 282
 - 3.2.3.4. Zalety i wady przekładni z zarysem kołowołukowym zębów – 283
- 3.2.4. Koła zębate stożkowe – 284
 - 3.2.4.1. Wiadomości podstawowe – 284
 - 3.2.4.2. Stożki podziałowe i czołowe (dopełniające). Koła zastępcze – 290
 - 3.2.4.3. Graniczna liczba zębów. Przesunięcie zarysów kół stożkowych – 293
 - 3.2.4.4. Cechy geometryczne kół stożkowych o zębach prostych – 293
 - 3.2.4.5. Odmiany szczególne kół stożkowych o zębach prostych – 297
 - 3.2.4.6. Podstawowe wymiary kół stożkowych o zębach skośnych i łukowych – 299
- 3.2.5. Ogólne wiadomości o przekładniach śrubowych – 304
 - 3.2.5.1. Rodzaje, właściwości i zastosowanie – 304
 - 3.2.5.2. Przekładnie śrubowe walcowe – 306
- 3.3. Obciążenia zębów – 308
 - 3.3.1. Nominalna siła międzyzębna w kołach walcowych – 308
 - 3.3.2. Obciążenia zewnętrzne, wyznaczenie współczynnika przeciążenia K_A – 310
 - 3.3.3. Obciążenia wewnętrzne, wyznaczenie współczynnika sił dynamicznych K_v – 317
 - 3.3.3.1. Metoda A – 318
 - 3.3.3.2. Metoda B – 318
 - 3.3.3.3. Metoda C – 328
 - 3.3.4. Rozkład obciążenia zęba wzdłuż szerokości koła. Wyznaczenie współczynników $K_{H\beta}$, $K_{F\beta}$ i $K_{B\beta}$ – 329
 - 3.3.4.1. Efektywny błąd przylegania zębów $F_{\beta y}$ dla kół z niemodyfikowaną linią zębów – 333
 - 3.3.4.2. Efektywny błąd przylegania zębów $F_{\beta y}$ dla kół z modyfikowaną linią zębów – 346
 - 3.3.4.3. Obliczanie współczynników $K_{H\beta}$, $K_{F\beta}$ i $K_{B\beta}$ nierównomiernego rozkładu obciążenia wzdłuż szerokości koła – 349
 - 3.3.5. Rozkład wypadkowej siły międzyzębnej na współpracujące pary zębów w przekroju czołowym – 352
 - 3.3.5.1. Wyznaczanie współczynników $K_{H\alpha}$, $K_{F\alpha}$, $K_{B\alpha}$ metodą B – 353
 - 3.3.5.2. Wyznaczanie współczynników $K_{H\alpha}$, $K_{F\alpha}$, $K_{B\alpha}$ metodą przybliżoną (metodą C) – 354
 - 3.3.5.3. Wpływ kąta pochylenia zębów na zjawisko zatarcia; wyznaczenie współczynnika $K_{B\gamma}$ – 354
- 3.4. Obliczenia wytrzymałościowe walcowych kół zębatych – 355
 - 3.4.1. Uwagi wstępne – 355
 - 3.4.2. Warunek wytrzymałościowy dla zmęczenia powierzchniowego – 357

- 3.4.2.1. Naprężenia na powierzchni styku – 357
- 3.4.2.2. Naprężenia dopuszczalne σ_{HP} na powierzchni styku zębów – 363
- 3.4.2.3. Stykowa wytrzymałość zmęczeniowa σ_{Hlim} materiałów kół zębatach – 370
- 3.4.3. Warunek wytrzymałościowy dla złamania zmęczeniowego – 373
- 3.4.3.1. Naprężenia obliczeniowe w stopie zęba – 373
- 3.4.3.2. Naprężenia dopuszczalne σ_{FP} dla złamania zmęczeniowego – 382
- 3.4.3.3. Wytrzymałość zmęczeniowa przy zginaniu σ_{Flim} dla materiałów kół zębatach – 389
- 3.4.4. Sprawdzenie warunku zatarcia – 392
- 3.4.4.1. Wyznaczenie temperatury chwilowej na powierzchni zęba – 394
- 3.4.4.2. Wyznaczenie temperatury T_M powierzchni zęba przed wejściem w obszar obciążenia – 406
- 3.4.4.3. Kryterium zatarcia oparte na maksymalnej temperaturze styku – 408
- 3.4.4.4. Kryterium zatarcia oparte na średniej temperaturze styku – 408
- 3.4.4.5. Temperatura zatarcia – 409
- 3.4.4.6. Współczynnik bezpieczeństwa przy zatarciu – 412
- 3.4.5. Wstępny dobór wymiarów kół walcowych; uwagi dotyczące obliczeń wytrzymałościowych – 413
- 3.5. Obliczenia wytrzymałościowe kół stożkowych – 418
- 3.5.1. Wprowadzenie – 418
- 3.5.1.1. Wyznaczenie parametrów kół zastępczych występujących w obliczeniach wytrzymałościowych – 418
- 3.5.2. Obciążenie zębów kół stożkowych – 424
- 3.5.2.1. Obciążenie nominalne – 424
- 3.5.2.2. Obciążenie obliczeniowe – 426
- 3.5.3. Warunek wytrzymałościowy dla zmęczenia powierzchniowego – 432
- 3.5.4. Warunek wytrzymałościowy dla złamania zmęczeniowego – 437
- 3.5.5. Sprawdzenie warunku zatarcia – 445
- 3.5.6. Wstępny dobór parametrów kół stożkowych – 447
- 3.6. Problemy materiałowe w konstrukcji kół zębatach – 450
- 3.6.1. Wpływ wytopu na jakość materiału – 462
- 3.6.2. Wpływ walcowania na jakość materiału – 463
- 3.6.3. Wpływ obróbki cieplnej i cieplno-chemicznej na jakość materiału – 464
- 3.6.3.1. Obróbka cieplna – 464
- 3.6.3.2. Obróbka cieplno-chemiczna – 467
- 3.6.4. Wybór i kojarzenie materiałów – 468
- 3.7. Smarowanie przekładni zębatach – 469
- 3.7.1. Oleje przekładniowe produkcji polskiej – 469
- 3.7.2. Sposoby smarowania przekładni zębatach – 470
- 3.7.2.1. Smarowanie zanurzeniowe – 470
- 3.7.2.2. Smarowanie obiegowe – 472
- 3.8. Wybór parametrów przekładni zębatach walcowych – 478
- 3.8.1. Zadanie optymalizacyjne w projektowaniu przekładni zębatach – 478
- 3.8.1.1. Pojęcie optymalnej konstrukcji przekładni zębatach. Kryteria optymalizacyjne – 478
- 3.8.1.2. Model matematyczny konstrukcji przekładni zębatach – 481
- 3.8.1.3. Metody optymalizacji stosowane w projektowaniu przekładni zębatach – 484
- 3.8.2. Optymalny wybór niektórych cech konstrukcyjnych kół zębatach – 489
- 3.8.2.1. Wybór optymalnej liczby zębów zębniaka – 489
- 3.8.2.2. Kryteria wyboru kątów zarysu, szerokości kół i kąta pochylenia zębów – 495
- 3.8.2.3. Wybór liczby stopni redukcji i ich przełożeń – 500
- 3.8.2.4. Wybór sumy współczynników przesunięcia zarysu i jej podziału na zębniak i koło – 501

- 3.8.3. Uwagi o komputerowo wspomaganym projektowaniu przekładni zębatych – 511
- 3.9. Podstawy teorii przekładni planetarnych – 514
 - 3.9.1. Uwagi wstępne – 514
 - 3.9.2. Pojęcia podstawowe – 517
 - 3.9.2.1. Nomenklatura – 517
 - 3.9.2.2. Przełożenie – 517
 - 3.9.2.3. Liczba stopni swobody – 519
 - 3.9.3. Wyznaczanie przełożeń w płaskich przekładniach planetarnych – 522
 - 3.9.3.1. Metoda graficzno-analityczna (Kutzbacha) – 522
 - 3.9.3.2. Metoda analityczna (Willisa); przełożenie bazowe – 525
 - 3.9.4. Warunki montażowe w płaskich przekładniach planetarnych – 528
 - 3.9.4.1. Warunek współosiowości – 528
 - 3.9.4.2. Warunek sąsiedztwa – 530
 - 3.9.4.3. Warunek równomiernego rozmieszczenia kół obiegowych – 531
 - 3.9.5. Sprawność przekładni planetarnych płaskich – 532
 - 3.9.5.1. Uwagi wstępne – 532
 - 3.9.5.2. Podstawowe równania przekładni planetarnych – 533
 - 3.9.5.3. Analiza podstawowych równań przekładni planetarnych – 535
 - 3.9.6. Przeływ mocy w płaskich przekładniach planetarnych – 542
 - 3.9.7. Wyznaczanie sił w płaskich przekładniach planetarnych – 545
 - 3.9.8. Kinematyka przekładni zębatych w układach napędowych robotów – 546
 - 3.9.8.1. Ogólne zasady analizy kinematycznej przekładni zębatych w układach napędowych robotów – 546
 - 3.9.8.2. Kinematyka przekładni planetarnych przestrzennych – 552
- 3.10. Przekładnie ślimakowe – 558
 - 3.10.1. Rodzaje przekładni ślimakowych. Materiały – 558
 - 3.10.2. Wymiary geometryczne ślimaka walcowego – 562
 - 3.10.3. Graniczna liczba zębów, kąt zarysu, przesunięcie zarysu – 564
 - 3.10.4. Geometria koła ślimakowego. Odległość osi – 565
 - 3.10.5. Podstawowe zależności kinematyczne. Przełożenie przekładni – 570
 - 3.10.6. Siły w zazębieniu. Sprawność przekładni – 571
 - 3.10.7. Obliczanie przekładni ślimakowych – 575
 - 3.10.7.1. Warunki współpracy zębów i kryteria obliczeniowe – 575
 - 3.10.7.2. Obliczenia zmęczenia na naprężenia stykowe – 578
 - 3.10.7.3. Obliczanie przekładni na zginanie zębów koła ślimakowego – 580
 - 3.10.7.4. Materiały i naprężenia dopuszczalne – 581
 - 3.10.7.5. Obliczanie przekładni na rozgrzewanie – 583
 - 3.10.7.6. Uwagi o konstrukcji i normalizacji przekładni ślimakowych – 584
- Bibliografia – 590

4. Przekładnie łańcuchowe – 594

Tadeusz Kacperski

- 4.1. Ogólna charakterystyka przekładni łańcuchowych – 594
- 4.2. Obciążenie ogniwa w czasie obiegu łańcucha – 596
- 4.3. Nierównomierność biegu łańcucha – 597
- 4.4. Łańcuchy drabinkowe – 597
- 4.5. Koła zębate dla łańcucha rolkowego – 610
- 4.6. Łańcuchy zębate – 614
- Bibliografia – 624

5. Przekładnie pasowe – 625

Tadeusz Kacperski

- 5.1. Ogólna charakterystyka przekładni pasowych – 625
 - 5.2. Moc przekładni cięgnowej – 626
 - 5.3. Przekładnie z pasami płaskimi – 627
 - 5.4. Wyznaczanie długości pasa – 628
 - 5.5. Napięcia w cięgnach i obciążenia wałów – 629
 - 5.6. Kinematyka przekładni pasowej – 630
 - 5.7. Wytrzymałość i trwałość pasów – 632
 - 5.8. Przekładnie pasowe klinowe – 635
 - 5.9. Przekładnie z pasem zębatym – 650
- Bibliografia – 660

6. Przekładnie cierne – 661

Tadeusz Kacperski

- 6.1. Ogólna charakterystyka przekładni ciernych – 661
 - 6.2. Dobór materiałów pary ciernej – 663
 - 6.3. Poślizg w przekładni ciernej – 664
 - 6.4. Moc przekładni ciernej – 671
 - 6.5. Sprawność przekładni ciernej – 675
 - 6.6. Obliczenia wytrzymałościowe przekładni ciernej – 681
 - 6.7. Obliczanie elementów ciernych na zużycie – 690
 - 6.8. Obliczanie elementów ciernych na zatarcie – 690
 - 6.9. Przykłady rozwiązań konstrukcyjnych przekładni ciernych o bezstopniowej regulacji prędkości obrotowej – 691
- Bibliografia – 697

Skorowidz – 698