

Spis treści

Przedmowa	11
Oznaczenia i jednostki	12
1. Układy napędowe i zawieszenia kół	20
1.1. Zawieszenia przednie i tylne – opis ogólny	20
1.2. Zawieszenia niezależne – opis ogólny	24
1.2.1. Wymagania	24
1.2.2. Zawieszenia z podwójnymi wahaczami poprzecznymi	25
1.2.3. Zawieszenia z kolumnami prowadzącymi	27
1.2.4. Zawieszenia tylne z wahaczami wzdłużnymi	31
1.2.5. Zawieszenia tylne z wahaczami skośnymi	33
1.3. Zawieszenia zależne – opis ogólny	35
1.4. Klasyczny układ napędowy – silnik z przodu, napędzane koła tylne	40
1.4.1. Zalety i wady klasycznego układu napędowego	41
1.4.2. Zawieszenia nie napędzanych kół przednich	44
1.4.3. Zawieszenia napędzanych kół tylnych	48
1.5. Silnik umieszczony za lub przed tylną osią	52
1.6. Napęd przedni	55
1.6.1. Stosowane rozwiązania	56
1.6.2. Zalety i wady napędu przedniego	58
1.6.3. Zawieszenia przednich kół napędzanych	62
1.6.4. Zawieszenia nie napędzanych kół tylnych	67
1.7. Napęd wszystkich kół	74
1.7.1. Zalety i wady	74
1.7.2. Ręcznie włączany napęd drugiej osi w samochodach osobowych	78
1.7.3. Ręcznie włączany napęd wszystkich kół w samochodach ciężarowych i terenowych (wielozadaniowych samochodach osobowych)	80
1.7.4. Stały napęd wszystkich kół z wykorzystaniem zespołów samochodu osobowego o napędzie przednim	82
1.7.5. Stały napęd wszystkich kół z wykorzystaniem zespołów samochodu z klasycznym układem napędowym	88

2.	Opony i koła	92
2.1.	Wymagania odnośnie do ogumienia	92
2.1.1.	Zamienność	92
2.1.2.	Wymagania w odniesieniu do samochodów osobowych	93
2.1.3.	Wymagania w odniesieniu do samochodów ciężarowych	93
2.2.	Rodzaje opon	94
2.2.1.	Opony diagonalne	94
2.2.2.	Opony radialne	96
2.2.3.	Opony bezdętkowe czy dętkowe	97
2.2.4.	Stosunek wysokości do szerokości opony	99
2.2.5.	Wymiary opon i ich oznaczenia	101
2.2.6.	Nośność opony a ciśnienie powietrza	108
2.2.7.	Oznaczenia opony na ścianie bocznej	110
2.2.8.	Efektywny obwód toczenia i prędkość jazdy	110
2.2.9.	Wpływ opon na wskazania prędkościomierza	113
2.2.10.	Rzeźba bieżnika	115
2.3.	Koła	115
2.3.1.	Terminologia	115
2.3.2.	Obręcze do samochodów osobowych, dostawczych i ich przyczep	116
2.3.3.	Koła do samochodów osobowych, dostawczych i ich przyczep	118
2.3.4.	Mocowanie kół	120
2.4.	Własności sprężyste	121
2.5.	Niejednorodność budowy	123
2.6.	Opór toczenia	125
2.6.1.	Opór toczenia podczas jazdy na wprost	125
2.6.2.	Opór toczenia w ruchu krzywoliniowym	127
2.6.3.	Pozostałe czynniki	128
2.7.	Współczynnik przyczepności przylgowej i poślizgowej wzdłużnej	128
2.7.1.	Poślizg	128
2.7.2.	Współczynnik przyczepności	129
2.7.3.	Wpływ nawierzchni	129
2.8.	Współczynnik przyczepności poprzecznej	132
2.8.1.	Siły boczne, kąt bocznego znoszenia i współczynnik przyczepności	132
2.8.2.	Charakterystyka kierowności i kąty znoszenia	134
2.8.3.	Współczynniki przyczepności i poślizg	135
2.8.4.	Siły boczne na suchej nawierzchni	136
2.8.5.	Wpływ różnych wielkości	138
2.9.	Wypadkowy współczynnik przyczepności	141
2.10.	Moment stabilizacyjny opony i ramię momentu stabilizacyjnego	143
2.10.1.	Moment stabilizacyjny – opis ogólny	143
2.10.2.	Ramię momentu stabilizacyjnego	144
2.10.3.	Czynniki wpływające na moment stabilizacyjny kół przednich	146
2.10.4.	Reakcja na zmianę siły napędowej wynikająca z działania momentu stabilizacyjnego kół tylnych	148

3.	Kinematyka i elastokinematyka zawieszń	150
3.1.	Cel regulacji ustawienia kół	151
3.2.	Rozstaw osi	152
3.3.	Rozstaw kół	152
3.4.	Środki bocznego przechyłu i oś bocznego przechyłu	163
3.4.1.	Terminologia	163
3.4.2.	Oś bocznego przechyłu	164
3.4.3.	Środek bocznego przechyłu zawieszń niezależnych	166
3.4.4.	Środek bocznego przechyłu zawieszenia ze wzdłużnymi wahaczami sprzężonymi	172
3.4.5.	Środek bocznego przechyłu zawieszenia z osią sztywną	172
3.5.	Kąt pochylenia koła	176
3.5.1.	Wartości kątów pochylenia koła, wartości zalecane	176
3.5.2.	Zmiany kątów pochylenia kół wynikające z kinematyki	178
3.5.3.	Wykreślne wyznaczanie zmian kątów pochylenia kół	181
3.5.4.	Zmiany kątów pochylenia kół wynikające z przechyłów poprzecznych podczas jazdy na zakręcie	182
3.5.5.	Zmiany kątów pochylenia kół wynikające z elastyczności zawieszenia	185
3.6.	Zbieżność i samosterowność	187
3.6.1.	Kąt zbieżności i odchylenia osi – wartości liczbowe i tolerancje	187
3.6.2.	Zmiana zbieżności wynikająca z kinematyki	190
3.6.3.	Zmiana zbieżności wywołana przechyłami poprzecznymi nadwozia	193
3.6.4.	Zmiana zbieżności pod działaniem sił bocznych	200
3.6.5.	Zmiana zbieżności pod wpływem sił wzdłużnych	202
3.7.	Kąt skrętu kół i przełożenie układu kierowniczego	208
3.7.1.	Kąt skrętu kół	208
3.7.2.	Średnica zawracania i obrysowa średnica zawracania	209
3.7.3.	Kinematyczne przełożenie układu kierowniczego	213
3.7.4.	Przełożenie dynamiczne układu kierowniczego	217
3.8.	Moment stabilizacyjny układu kierowniczego – opis ogólny	219
3.9.	Kąt pochylenia osi obrotu zwrotnicy i promień zataczania	221
3.9.1.	Zależność między kątem pochylenia osi obrotu zwrotnicy a promieniem zataczania	221
3.9.2.	Ramię działania siły hamowania	226
3.9.3.	Ramię działania sił wzdłużnych	228
3.9.4.	Zmiany promienia zataczania	230
3.10.	Kąt wyprzedzenia osi zwrotnicy	230
3.10.1.	Odcinek wyprzedzenia i kąt wyprzedzenia osi zwrotnicy	230
3.10.2.	Kąt wyprzedzenia w ruchu na wprost	234
3.10.3.	Momenty stabilizacyjne podczas jazdy na zakręcie	235
3.10.4.	Zmiany kątów pochylenia koła i kątów pochylenia i wyprzedzenia osi zwrotnicy	239

3.10.5.	Zmiany kąta wyprzedzenia osi zwrotnicy w zależności od ugięć przedniego zawieszenia	244
3.10.6.	Obrót wspornika tylnego koła w wyniku jego ruchu pionowego	249
3.10.7.	Rozkład siły pionowej przy kącie wyprzedzenia osi obrotu zwrotnicy	250
3.10.8.	Wartości regulacyjne i tolerancje	254
3.10.9.	Pomiar zmian kątów wyprzedzenia i pochylenia osi obrotu zwrotnicy, pochylenia koła oraz zbieżności	254
3.11.	Przeciwdziałanie przechyłom wzdłużnym nadwozia podczas hamowania i przyspieszania	257
3.11.1.	Terminologia	257
3.11.2.	Przedni środek przechyłu wzdłużnego	258
3.11.3.	Tylny środek przechyłu wzdłużnego	261
4.	Układ kierowniczy	264
4.1.	Budowa układu kierowniczego	264
4.1.1.	Wymagania	264
4.1.2.	Układ kierowniczy w przypadku niezależnego zawieszenia kół	267
4.1.3.	Układ kierowniczy w przypadku sztywnej osi przedniej	267
4.2.	Zębatkowa przekładnia kierownicza	269
4.2.1.	Zalety i wady	269
4.2.2.	Odmiany rozwiązań konstrukcyjnych	270
4.2.3.	Zębatkowa przekładnia kierownicza bez wspomagania z drążkami poprzecznymi mocowanymi do końców listwy zębatej	271
4.2.4.	Zębatkowa przekładnia kierownicza bez wspomagania z drążkami poprzecznymi mocowanymi w środku listwy zębatej	273
4.2.5.	Zębatkowa przekładnia kierownicza ze wspomaganiem hydraulicznym	274
4.3.	Śrubowo-kulkowa przekładnia kierownicza	277
4.3.1.	Zalety i wady	277
4.3.2.	Przekładnia śrubowo-kulkowa bez wspomagania	279
4.3.3.	Przekładnia śrubowo-kulkowa ze wspomaganiem	280
4.4.	Kolumna kierownicy	280
4.5.	Tłumik układu kierowniczego	286
4.6.	Kinematyka układu kierowniczego	287
4.6.1.	Wpływ przekładni kierowniczej	287
4.6.2.	Trapez i trójkąt układu kierowniczego	288
4.6.3.	Długości i położenie drążków poprzecznych	290
5.	Resorowanie	299
5.1.	Wymagania odnośnie do komfortu	299
5.1.1.	Komfort związany z pionowymi drganiami nadwozia	300
5.1.2.	Komfort związany z toczeniem się kół	304

5.1.3.	Przeciwdziałanie przenoszeniu się drgań własnych zespołu napędowego	305
5.2.	Masy, częstotliwości drgań własnych i współczynniki sztywności	305
5.3.	Masy i obciążenia osi	310
5.3.1.	Masa własna pojazdu	310
5.3.2.	Dopuszczalna masa całkowita	311
5.3.3.	Dopuszczalna ładowność	311
5.3.4.	Masa konstrukcyjna	315
5.3.5.	Dopuszczalne obciążenia osi	315
5.3.6.	Rozkład obciążenia na osie	317
5.4.	Charakterystyki sztywności zawiesznień	322
5.4.1.	Zawieszenie przednie	322
5.4.2.	Zawieszenie tylne	325
5.4.3.	Charakterystyka sztywności zawieszenia a zachowanie się pojazdu w ruchu krzywoliniowym	329
5.4.4.	Skoki kół w przypadku wahaczy wzdłużnych	333
5.5.	Rodzaje elementów sprężystych	334
5.5.1.	Wprowadzenie	334
5.5.2.	Stalowe elementy sprężyste	335
5.5.3.	Ograniczniki skoku i dodatkowe elementy sprężyste	336
5.5.4.	Stabilizatory	337
5.6.	Amortyzatory	339
5.6.1.	Sposoby zabudowy	339
5.6.2.	Amortyzatory dwururowe bezciśnieniowe	340
5.6.3.	Amortyzatory dwururowe ciśnieniowe	346
5.6.4.	Amortyzatory jednorurowe wysokociśnieniowe	348
5.6.5.	Amortyzatory jednorurowe bezciśnieniowe	355
5.6.6.	Wykres pracy amortyzatora i charakterystyka tłumienia	357
5.6.7.	Mocowania amortyzatorów	360
5.6.8.	Ograniczniki skoku i dodatkowe elementy sprężyste	362
5.7.	Zestawy amortyzatorów ze sprężynami	366
5.8.	Kolumny prowadzące	366
5.8.1.	Rozwiązania kolumn prowadzących	366
5.8.2.	Kolumny prowadzące z amortyzatorem dwururowym bezciśnieniowym	368
5.8.3.	Kolumny prowadzące z amortyzatorem dwururowym niskociśnieniowym	370
5.8.4.	Kolumny prowadzące bez sprężyn	374
5.9.	Zmienne tłumienie	374
6.	Podwozie a cały pojazd	375
6.1.	Środek masy pojazdu i nadwozia	375
6.1.1.	Wpływ położenia środka masy na zachowanie się pojazdu w czasie jazdy	375

6.1.2.	Wyznaczanie położenia środka masy pojazdu	376
6.1.3.	Masy osi i ich środki mas	382
6.1.4.	Masa nadwozia i jego środek masy	383
6.2.	Masowe momenty bezwładności	384
6.3.	Hamowanie	386
6.3.1.	Proces hamowania	386
6.3.2.	Stateczność hamowania	388
6.3.3.	Obliczanie kąta wzdłużnego przechyłu nadwozia	392
6.3.4.	Wpływ środków przechyłu wzdłużnego	395
6.3.5.	Współczynnik i kąt przeciwdziałania przechyłowi wzdłużnemu podczas hamowania	398
6.4.	Napęd	398
6.4.1.	Przyspieszanie	398
6.4.2.	Zdolność pokonywania wzniesień	402
6.4.3.	Granica poślizgu	403
	Literatura	407
	Skorowidz wymienionych w tekście rozwiązań zespo- łów samochodów według marek	408
	Skorowidz rzeczowy	410