

Spis treści

1. Wstęp	13
2. Mechanika ciągnika kołowego	18
2.1. Własności mechaniczne miękkiego podłoża	18
2.2. Kinematyka koła jezdnego	28
2.3. Dynamika koła jezdnego	34
2.4. Siła przyczepności	43
2.5. Siły i momenty działające na ciągnik kołowy w ruchu prostoliniowym	45
2.5.1. Siła ciężkości	47
2.5.2. Siła bezwładności i momenty stycznych sił bezwładności	48
2.5.3. Siła uciagu (siła na haku)	49
2.5.4. Opór powietrza	53
2.5.5. Opór toczenia	54
2.5.6. Odpór podłoża	55
2.5.7. Siła napędowa	58
2.5.8. Poprzeczna reakcja podłoża	60
2.6. Równanie ruchu i bilans mocy ciągnika kołowego	60
2.7. Kinematyka skrętu ciągnika kołowego	63
2.8. Siły i momenty działające na ciągnik w ruchu krzywoliniowym	66
2.8.1. Siła odśrodkowa	67
2.8.2. Moment stycznych sił bezwładności ciągnika	69
2.8.3. Siła uciagu (siła na haku)	70
2.8.4. Moment oporu poprzecznego	70
2.8.5. Opór toczenia	71
2.8.6. Odpór podłoża	72
2.8.7. Poprzeczna reakcja podłoża	73
2.9. Stateczność podłużna i poprzeczna ciągnika kołowego	74
2.9.1. Stateczność podłużna	74
2.9.2. Stateczność poprzeczna	82
3. Mechanika ciągnika gąsienicowego	85
3.1. Kinematyka gąsienicy	85
3.2. Dynamika układu gąsienicowego	92
3.3. Sprawność układu gąsienicowego	97
3.4. Poślizg gąsienicy	103
3.5. Siła przyczepności	105
3.6. Siły i momenty działające na ciągnik gąsienicowy w ruchu prostoliniowym	107
3.6.1. Opór toczenia	109
3.6.2. Odpór podłoża	110

3.6.3.	Siła napędowa	112
3.6.4.	Poprzeczna reakcja podłoża	114
3.6.5.	Nominalna siła uciagu	114
3.7.	Równanie ruchu i bilans mocy ciągnika gąsienicowego	115
3.8.	Rozkład nacisków gąsienicy na podłoże	117
3.9.	Skreć ciągnika gąsienicowego	120
3.9.1.	Kinematyka skreću	120
3.9.2.	Moment oporu poprzecznego	122
3.9.3.	Siły i momenty działające na ciągnik gąsienicowy w ruchu krzywoliniowym	128
3.9.4.	Obciążenie silnika ciągnika gąsienicowego podczas jazdy na zakręcie	133
3.10.	Stateczność podłużna i poprzeczna ciągnika gąsienicowego	135
4.	Obliczenia trakcyjne ciągnika	140
4.1.	Ustalenie mocy silnika	140
4.1.1.	Dobór mocy silnika ciągnika drogowego	140
4.1.2.	Dobór mocy silnika ciągnika rolniczego	141
4.2.	Ustalenie przełożeń w układzie napędowym ciągników	145
4.2.1.	Dobór przełożeń w układzie napędowym ciągników drogowych	146
4.2.2.	Dobór przełożeń w układzie napędowym ciągników rolniczych	148
4.3.	Wykres trakcyjny i charakterystyka uciagu ciągnika	152
4.3.1.	Wykres trakcyjny i wykres wskaźnika dynamicznego	152
4.3.2.	Charakterystyka uciagu	157
4.4.	Zdolność ciągników do poruszania się po miękkim podłożu	162
5.	Teoria zawieszenia	165
5.1.	Drgania ciągnika	165
5.2.	Częstotliwość swobodnych, nietłumionych drgań mas zawieszonych	171
5.3.	Określenie położenia środka drgań swobodnych	177
5.4.	Częstotliwość swobodnych, tłumionych drgań mas zawieszonych	179
5.5.	Płynność ruchu ciągników	183
6.	Układ konstrukcyjny ciągników	190
6.1.	Ciągniki drogowe	190
6.2.	Ciągniki terenowe	193
7.	Sprzęgła główne ciągników	206
7.1.	Przeznaczenie i klasyfikacja sprzęgieł głównych	206
7.2.	Sprzęgła cierne	207
7.2.1.	Sprzęgła pojedyncze trwale włączone	208
7.2.2.	Sprzęgła pojedyncze trwale wyłączone	220
7.2.3.	Sprzęgła odśrodkowe	228
7.2.4.	Sprzęgła podwójne	228
7.2.5.	Podstawowe elementy sprzęgła ciernego	235
7.3.	Praca sprzęgła ciernego	242
7.4.	Obliczanie sprzęgieł ciernych	249
7.4.1.	Obliczanie zasadniczych wymiarów sprzęgła ciernego	249
7.4.2.	Obliczanie sprężyn dociskowych	252
7.4.3.	Obliczanie dźwigniowego mechanizmu włączającego	255
7.4.4.	Obliczanie sprzęgła na zużycie i nagrzewanie	261
7.4.5.	Obliczanie hamulca sprzęgła głównego	263
7.5.	Sprzęgła hydrokinetyczne	264
7.6.	Charakterystyki zewnętrzne sprzęgła hydrokinetycznego	272
7.7.	Dobór sprzęgła hydrokinetycznego	274
8.	Skrzynki biegów	276
8.1.	Przeznaczenie i klasyfikacja skrzynek biegów	276

8.2.	Stopniowe skrzynki biegów	277
8.2.1.	Skrzynki biegów z nieruchomymi osiami kół zębatach	279
8.2.2.	Skrzynki biegów z wirującymi osiami kół zębatach (skrzynki planetarne)	297
8.2.3.	Skrzynki biegów pośrednie	300
8.2.4.	Podstawowe elementy stopniowych skrzynek biegów	308
8.3.	Obliczanie stopniowych skrzynek biegów	319
8.3.1.	Obliczanie kół zębatach	319
8.3.2.	Obliczanie łożysk	339
8.3.3.	Obliczanie wałków i osi	343
8.3.4.	Obliczanie szybkościomierza	346
8.3.5.	Analiza kinematyczna i dynamiczna układów planetarnych	346
8.3.6.	Dobór kół zębatach układu planetarnego	356
8.3.7.	Sprawność przekładni planetarnej	358
8.3.8.	Wolne koła (sprzęgła jednokierunkowe)	361
8.4.	Przekładnie bezstopniowe	368
8.4.1.	Bezstopniowe przekładnie cienne	369
8.4.2.	Przekładnie hydrokinetyczne	372
8.4.3.	Charakterystyki zewnętrzne przekładni hydrokinetycznej	382
8.4.4.	Wpływ przepustowości przekładni hydrokinetycznej na pracę układu napędowego	384
8.4.5.	Dobór przekładni hydrokinetycznej	386
8.5.	Bezstopniowo — stopniowe skrzynki biegów	390
9.	Złącza i wały napędowe	396
9.1.	Złącza w układzie napędowym ciągników	396
9.2.	Kinematyka przegubu krzyżakowego	406
9.3.	Wały napędowe	409
9.4.	Obliczanie ważniejszych elementów złącz i wałów napędowych	413
9.4.1.	Obliczanie elementów gumowych złącz elastycznych	413
9.4.2.	Obliczanie krzyżaka i złącza przegubu	416
9.4.3.	Obliczanie łożysk igiełkowych przegubu krzyżakowego	417
9.4.4.	Obliczanie wału napędowego	419
10.	Mosty napędowe ciągników	422
10.1.	Przeznaczenie i klasyfikacja mostów napędowych	422
10.2.	Ogólny układ konstrukcyjny mostów napędowych	423
10.3.	Przekładnie mostów napędowych	433
10.3.1.	Przekładnie główne	433
10.3.2.	Przekładnie boczne (zwołnice)	437
10.4.	Mechanizmy różnicowe	443
10.4.1.	Zwykłe mechanizmy różnicowe	444
10.4.2.	Mechanizmy różnicowe o powiększonym tarcu wewnętrznym	450
10.4.3.	Mechanizmy zastępujące mechanizmy różnicowe w ciągnikach kołowych	455
10.5.	Mechanizmy skrzętu	456
10.5.1.	Sprzęgła boczne	457
10.5.2.	Przekładnie planetarne	463
10.5.3.	Zwykłe mechanizmy różnicowe	469
10.5.4.	Podwójne mechanizmy różnicowe	472
10.6.	Obliczanie mostów napędowych	478
10.6.1.	Obliczanie przekładni głównych i przekładni bocznych	478
10.6.2.	Obliczanie zwykłego mechanizmu różnicowego	480
10.6.3.	Obliczanie półosi	485
10.6.4.	Obliczanie pochwy mostu napędowego ciągnika kołowego	488
10.6.5.	Obliczanie sprzęgieł bocznych i przekładni planetarnych	493
10.6.6.	Obliczanie podwójnych mechanizmów różnicowych	494
10.6.7.	Obliczanie hamulców mechanizmów skrzętu	495

11. Ośie przednie ciągników kołowych	504
11.1. Przeznaczenie i klasyfikacja osi przednich	504
11.2. Ośie przednie z nieregulowanym i regulowanym rozstawem kół jezdnych	504
11.3. Ośie przednie ze zbliżonymi do siebie kołami jezdnymi i z jednym kołem jezdnym	508
11.4. Ważniejsze elementy osi przednich	511
11.5. Obliczanie osi przednich	512
11.5.1. Obliczanie belki osi	512
11.5.2. Obliczanie zwrotnicy	515
11.5.3. Obliczanie sworznia zwrotnicy	517
11.5.4. Dobór łożyska oporowego	519
11.5.5. Obliczanie sworznia osi przedniej	520
12. Koła jezdne ciągników kołowych	522
12.1. Przeznaczenie i klasyfikacja kół jezdnych	522
12.2. Szttywne koła jezdne	522
12.3. Elastyczne koła jezdne	523
12.4. Ogumienie elastycznych kół jezdnych	528
12.5. Środki zwiększające przyczepność elastycznych kół jezdnych do miękkiego podłoża	531
12.5.1. Zwiększenie obciążenia napędzanych kół ciągnika	531
12.5.2. Uzupełniające występy koła jezdnego	532
12.5.3. Dodatkowe bębny zwiększające szerokość koła	534
12.5.4. Koła bliźniacze i ogumienie specjalne	534
12.6. Obliczanie kół jezdnych	535
12.6.1. Obliczanie nacisków koła jezdnego na podłoże	535
12.6.2. Obliczanie łożysk tocznych kół jezdnych	536
13. Układ jezdny ciągników gąsienicowych	540
13.1. Przeznaczenie i elementy składowe układu jezdnego ciągników gąsienicowych	540
13.2. Koła napędzające gąsienicę	540
13.3. Gąsienice	549
13.3.1. Gąsienice metalowe	549
13.3.2. Gąsienice gumowo-metalowe i gumowe	555
13.4. Koła i mechanizmy napinające	559
13.5. Krążki dociskające i podtrzymujące	565
13.6. Obliczanie elementów układu gąsienicowego	571
13.6.1. Obliczanie koła napędzającego gąsienicę	571
13.6.2. Obliczanie gąsienic	572
13.6.3. Obliczanie koła napinającego	575
13.6.4. Obliczanie krążków dociskających	576
14. Hydrostatyczne i elektryczne układy napędowe	578
14.1. Hydrostatyczne układy napędowe	578
14.1.1. Zasada działania i ogólna ocena	578
14.1.2. Główne elementy układu	579
14.1.3. Schematy hydrostatycznych układów napędowych	586
14.1.4. Dobór charakterystycznych parametrów hydrostatycznego układu napędowego	591
14.2. Elektryczne układy napędowe	595
15. Zawieszenia ciągników	599
15.1. Przeznaczenie zawiesznień i ich klasyfikacja	599
15.2. Zawieszenia ciągników kołowych	600
15.3. Zawieszenia ciągników gąsienicowych	603
15.3.1. Zawieszenia półsztywne	603
15.3.2. Zawieszenia sprężyste	610
15.4. Obliczanie elementów sprężystych zawiesznień	616

15.4.1. Obliczanie resorów piórowych	616
15.4.2. Obliczanie drążków skrętnych	620
15.5. Obliczanie ramy zawieszenia półszywnego ciągników gąsienicowych	623
15.6. Obliczanie osi wahania się ramy zawieszenia półszywnego	626
15.7. Obliczanie wózka zawieszenia sprężystego	627
16. Układy hamulcowe ciągników kołowych	629
16.1. Przeznaczenia i rodzaje hamulców	629
16.2. Hamowanie ciągnika kołowego	630
16.3. Hamulce szczękowe i ich obliczanie analityczne	637
16.4. Wykreślne obliczanie hamulców szczękowych	644
16.5. Hamulce tarczowe	645
16.6. Mechanizmy uruchamiające i przenoszące układ hamulcowego	650
17. Układy kierownicze ciągników kołowych	664
17.1. Sposoby uzyskania skrętu ciągnika kołowego i przeznaczenie układu kierowniczego	664
17.2. Kierownice	665
17.3. Mechanizmy zwrotnicze	673
17.4. Kąty ustawienia kierowanych kół jezdnych i sworznia zwrotnicy	678
17.5. Przełożenia układu kierowniczego	681
17.6. Wspomagane układy kierownicze	683
17.7. Układy kierownicze z hydraulicznym mechanizmem przenoszenia energii	689
17.8. Obliczanie elementów układu kierowniczego	690
18. Ramy ciągników	694
19. Dodatkowy odbiór mocy w ciągnikach	702
Podstawowe oznaczenia wielkości	707
Przeliczenie niektórych jednostek na jednostki SI	709
Literatura	710
Skorowidz rzeczowy	716