

Spis treści

Spis oznaczeń	3
Przedmowa	6
1. Hydrauliczne maszyny zębate	8
1.1. Przegląd rozwiązań konstrukcyjnych	8
1.2. Znaczenie kół zębatych w budowie maszyn hydraulicznych. Cel pracy.	27
2. Ogólne zasady projektowania kół zębatych	30
2.1. Krzywe cykloidalne	30
2.2. Zasady projektowania kół zębatych	35
3. Zęby, koła, zespoły kół ewolwentowych	40
3.1. Ząb i koło o uzębieniu zewnętrznym	40
3.1.1. Geometria, parametry charakterystyczne	40
3.1.2. Graniczna liczba zębów	43
3.1.3. Korekcja uzębienia	45
3.1.4. Grubość zęba	49
3.2. Ząb i koło o uzębieniu wewnętrznym	51
3.2.1. Geometria, parametry charakterystyczne	51
3.2.2. Graniczna liczba zębów	53
3.2.3. Korekcja uzębienia	54
3.3. Zespół kół ewolwentowych o zazębieniu zewnętrznym	56
3.3.1. Geometria zespołu kół, zasady współpracy, liczba przyporu	56
3.3.2. Korekcja zazębienia zewnętrznego	58
3.3.3. Korekcja zazębienia według metody Judina	62
3.3.4. Wpływ parametrów zazębienia na liczbę przyporu	66
3.4. Zespół kół ewolwentowych o zazębieniu wewnętrznym	68
3.4.1. Geometria zespołu kół, zasady współpracy, liczba przyporu	68
3.4.2. Graniczna liczba zębów w kole o uzębieniu zewnętrznym ze względu na współpracę z kołem o uzębieniu wewnętrznym	70
3.4.3. Korekcja zazębienia wewnętrznego	72
3.4.4. Wpływ parametrów zazębienia na liczbę przyporu	73
3.4.5. Interferencja zębów	74
3.5. Zespoły wielokołowe o zazębieniu ewolwentowym	78
4. Zęby, koła i zespoły kół cykloidalnych 1. rodzaju	80
4.1. Ząb i koło o uzębieniu zewnętrznym	80
4.2. Ząb i koło o uzębieniu wewnętrznym	81
4.3. Zespół kół o zazębieniu zewnętrznym	82
4.4. Zespół kół o zazębieniu wewnętrznym	84

5. Zęby, koła i zespoły kół cykloidalnych 2. rodzaju	86
5.1. Ząb i koło o uzębieniu zewnętrznym	86
5.2. Ząb i koło o uzębieniu wewnętrznym	87
5.3. Zespół kół o zazębieniu zewnętrznym	89
5.4. Zespół kół o zazębieniu wewnętrznym	90
6. Zęby, koła i zespoły kół cykloidalnych 3. rodzaju	93
6.1. Ząb i koło o uzębieniu zewnętrznym	93
6.1.1. Geometria i parametry charakterystyczne	93
6.1.2. Analiza kształtu i wymiarów uzębienia	96
6.1.3. Korekcja uzębienia	100
6.1.4. Analiza kształtu i wymiarów uzębienia po korekcji	103
6.2. Ząb i koło o uzębieniu wewnętrznym	113
6.3. Zespoły kół o zazębieniu wewnętrznym	115
6.3.1. Ogólne zasady projektowania	115
6.3.2. Zespoły zaprojektowane metodą obwiedni zewnętrznej	117
6.3.2.1. Zespoły kół o zazębieniach epicykloidalnych	117
6.3.2.2. Zespoły kół o zazębieniach hipocykloidalnych	123
6.3.3. Projektowanie zespołów kół metodą obwiedni wewnętrznej	127
6.3.3.1. Zespoły kół o zazębieniach epicykloidalnych	127
6.3.3.2. Zespoły kół o zazębieniach hipocykloidalnych	132
6.4. Zasady doboru zespołu kół	134
6.5. Współpraca kół w zespole	136
6.5.1. Współpraca przy osiach ustalonych	137
6.5.1.1. Współpraca kół o zazębieniach epicykloidalnych	137
6.5.1.2. Współpraca kół o zazębieniach hipocykloidalnych	140
6.5.2. Współpraca przy osiach ruchomych	144
6.6. Zespoły wielokołowe	147
7. Siły międzyzębne	150
7.1. Siły w zazębieniu ewolwentowym	150
7.2. Siły w zazębieniu cykloidalnym 1. rodzaju	152
7.3. Siły w zazębieniu cykloidalnym 2. rodzaju	152
7.4. Siły w zazębieniu cykloidalnym 3. rodzaju	155
7.4.1. Siły w zazębieniu epicykloidalnym	155
7.4.2. Siły w zazębieniu hipocykloidalnym	160
7.4.3. Zależność sił w zazębieniu cykloidalnym 3. rodzaju od jego parametrów geometrycznych	163
7.4.4. Badania doświadczalne sił międzyzębnych	166
8. Technologia kół zębatych	172
8.1. Technologie kół ewolwentowych	173
8.2. Technologia kół cykloidalnych 1., 2. i 3. rodzaju	181
8.2.1. Technologia obróbki skrawaniem	181
8.2.2. Technologia wykrawania elektroerozyjnego	197

8.2.3. Inne technologie	200
8.3. Sprawdzanie kół zębatych	202
9. Przekształcenia energii w zębatych maszynach hydraulicznych	206
9.1. Zasada działania hydraulicznych maszyn	206
9.2. Wydajność chwilowa maszyn o ustalonych osiach obrotu	209
9.2.1. Maszyny o zazębieniu zewnętrznym	209
9.2.2. Maszyny o zazębieniu wewnętrznym	215
9.3. Wydajność właściwa, teoretyczna i średnia	218
9.4. Wydajność maszyn o ruchomych osiach kół (orbitalnym ruchu kół)	220
9.5. Nierównomierność wydajności (chłonności)	222
9.6. Wydajność i nierównomierność wydajności hydraulicznych maszyn zębatych ...	222
9.6.1. Maszyny z kołami ewolwentowymi	222
9.6.2. Maszyny z kołami cykloidalnymi 1. rodzaju	229
9.6.3. Maszyny z kołami cykloidalnymi 2. rodzaju	233
9.6.4. Maszyny z kołami cykloidalnymi 3. rodzaju	239
9.6.4.1. Maszyny z kołami epicykloidalnymi	239
9.6.4.2. Maszyny z kołami hipocykloidalnymi	244
9.6.4.3. Zależność wydajności i nierównomierności wydajności od parametrów geometrycznych kół	249
10. Przykłady projektowania kół zębatych maszyn hydraulicznych	253
10.1. Metoda projektowania kół zębatych maszyn hydraulicznych	253
10.2. Projektowanie kół ewolwentowych do typoszeregu pomp zębatych	255
10.2.1. Opracowanie koncepcji zespołu kół maszyny	255
10.2.2. Konstruowanie zespołu kół zębatych	256
10.2.3. Analiza przemian energii w pompie zębatej	259
10.2.4. Wytwarzanie zespołu kół zębatych	264
10.3. Projektowanie kół ewolwentowych do wielofunkcyjnej maszyny hydraulicznej zębatej (WMHZ)	265
10.3.1. Opracowanie koncepcji zespołu kół maszyny	265
10.3.2. Konstruowanie zespołu kół zębatych	268
10.3.3. Analiza przemian energii w WMHZ	270
10.3.4. Wytwarzanie zespołu kół zębatych	271
10.4. Projektowanie kół cykloidalnych do typoszeregu pomp gerotorowych	273
10.4.1. Opracowanie koncepcji zespołu kół maszyny	273
10.4.2. Konstruowanie zespołu kół zębatych	275
10.4.3. Analiza przemian energii w pompie gerotorowej	278
10.4.4. Wytwarzanie zespołu kół zębatych	280
10.5. Projektowanie kół cykloidalnych do bloków sterujących	286
10.5.1. Opracowanie koncepcji zespołu kół maszyny	286
10.5.2. Konstruowanie zespołu kół zębatych	288
10.5.3. Analiza przemian energii w bloku sterującym	288
10.5.4. Wytwarzanie zespołu kół zębatych	290

10.6. Projektowanie kół cykloidalnych do silników orbitalnych	290
10.6.1. Opracowanie koncepcji zespołu kół maszyny	290
10.6.2. Konstruowanie zespołu kół zębatych	295
10.6.3. Analiza przemian energii w silniku orbitalnym	297
10.6.4. Wytwarzanie zespołu kół zębatych	297
10.7. Projektowanie kół cykloidalnych z podwójnym zazębieniem do silnika orbitalnego	299
10.7.1. Opracowanie koncepcji zespołu kół maszyny	299
10.7.2. Konstruowanie zespołu kół zębatych	301
10.7.3. Analiza przemian energii w silniku orbitalnym	306
10.7.4. Wytwarzanie zespołu kół zębatych	307
11. Podsumowanie	315
Literatura	319