

Spis treści

Wykaz tabel	13
Zestawienie oznaczeń	17
Przedmowa do wydania szóstego	19
0. Wiadomości wstępne	21
1. Uwagi ogólne	21
2. Klasyfikacja metod obróbki kół zębatach	22
3. Problemy ruchu tocznego (odtaczania).	23
a. Ruchy toczne. Promień obróbczo-toczny. Kąt przyporu obróbczo-toczny	23
b. Droga przesunięcia pojedynczego zęba narzędzia zębatkowego w celu obrobienia jednego wrębu	28
c. Droga dobiegu promieniowego w położeniu II	34
d. Kąty przekręcenia koła w celu całkowitego obrobienia jednego wrębu	36
e. Droga przesunięcia w ruchu tocznym w przypadku specjalnym	36
4. Mechanizmy toczne i sumujące (różnicowe) w obrabiarkach do kół zębatach	39
a. Mechanizmy toczne (odtaczania)	39
b. Mechanizmy sumujące (różnicowe, dyferencjały)	40

Część pierwsza

Obróbka walcowych kół zębatach

I. Obróbka kształtowa walcowych kół zębatach o uzębieniu zewnętrznym	45
1. Uwagi ogólne	45
2. Projektowanie zarysów narzędzi kształtowych oraz wzorników	47
a. Uwagi ogólne	47
b. Wykreślanie ewolwenty oraz zarysu wrębu	48
3. Zespoły frezów modułowych i zakresy ich zastosowania	50
a. Wybór freza przy obróbce zębów prostych	50
b. Wybór freza przy obróbce zębów śrubowych	51
4. Obróbka kształtowa innymi narzędziami	51
5. Zespołowe dłutowanie zębów specjalną głowicą	52
II. Obróbka obwiedniowa walcowych kół zębatach o uzębieniu zewnętrznym	55
1. Uwagi ogólne	55
2. Podstawowe wiadomości o wymiarach zębów narzędzi do obróbki obwiedniowej	56
3. Dłutowanie wg metody Maaga	58
a. Zasada działania	58
b. Schemat kinematyczny dłutownicy Maaga	60
c. Zamocowanie narzędzia-zębatki Maaga i geometria ostrza	64
d. Obróbka walcowych kół zębatach o uzębieniu śrubowym	66
e. Przypadek szczególny obróbki pojedynczym zębem zębatki	70
4. Struganie wg metody Sunderlanda	71
a. Zasada działania	71
b. Schemat kinematyczny strugarki Sunderlanda	72
c. Zamocowanie narzędzia-zębatki Sunderlanda i geometria ostrza	76
d. Obróbka walcowych kół zębatach o uzębieniu śrubowym	77
5. Dłutowanie wg metody Fellowsa	78
a. Zasada działania	78

b. Schemat kinematyczny dłutownicy Fellowsa dla mniejszych kół	79
c. Schemat kinematyczny dłutownicy Fellowsa dla większych kół zębatach	83
d. Rozwiązanie konstrukcyjne prowadnic wrzeciona narzędziowego	85
e. Zamocowanie noży Fellowsa i geometria ostrza	86
f. Obróbka walcowych kół zębatach o użębieniu śrubowym	89
6. Frezowanie obwiedniowe	91
a. Zasada działania	91
b. Frezowanie obwiedniowe na frezarce obwiedniowej uniwersalnej	93
c. Frezowanie obwiedniowe na specjalnej frezarce obwiedniowej bezdyferencjałowej	117
d. Rozwiązania konstrukcyjne niektórych mechanizmów frezarek obwiedniowych	121
e. Konstrukcja narzędzia i jego zamocowanie	129
7. Obróbka kół z zębami strzałkowymi	133
a. Uwagi ogólne	133
b. Metody obróbki kół z zębami strzałkowymi	133
8. Frezowanie walcowych kół o użębieniu łukowym	137
a. Uwagi ogólne	137
b. Zasady działania	138
9. Obróbka koła zębatego stożkowo-walcowego	139
a. Uwagi ogólne	139
b. Metody obróbki kół zębatach stożkowo-walcowych	139
III. Obróbka wykańczająca walcowych kół zębatach o użębieniu zewnętrznym	142
Uwagi ogólne	142
A. Wykańczanie zębów w stanie miękkim	142
1. Dogniatanie kół zębatach	142
2. Wiórkowanie kół zębatach	143
a. Zasada wiórkowania	143
b. Metody wiórkowania	144
c. Uwagi o konstrukcji wiórkowników	155
B. Wykańczanie zębów w stanie twardym	155
1. Uwagi wstępne	155
2. Szlifowanie kształtowe	156
a. Uwagi ogólne	156
b. Kształtowanie tarczy ścierniej	157
3. Szlifowanie obwiedniowe	159
a. Uwagi ogólne	159
b. Szlifowanie według metod Maaga	161
c. Szlifowanie według metody Nilesa	175
d. Szlifowanie według metody C. Kolba	180
e. Szlifowanie według metody f. National Tool	181
f. Szlifowanie według metody f. Reishauer (Matrix)	183
4. Docieranie zębów	186
a. Uwagi ogólne	186
b. Metody docierania	186
c. Porównanie metod docierania	187
C. Zaokrąglanie i załamywanie krawędzi zębów oraz usuwanie zadziorów	188
1. Uwagi ogólne	188
2. Zaokrąglanie zębów od czola	188
a. Uwagi ogólne	188
b. Sposoby zaokrąglania	188
3. Załamywanie krawędzi zębów u czola koła i usuwanie zadziorów	189
a. Uwagi ogólne	189
b. Sposoby mechanicznego usuwania zadziorów	190
c. Sposoby mechanicznego załamywania krawędzi czołowych w zębach	190

IV. Obróbka walcowych kół zębatach o uzębieniu wewnętrznym	194
1. Uwagi ogólne	194
2. Obróbka kształtowa	194
3. Obróbka obwiedniowa wg metody Fellowsa	197
a. Uwagi ogólne	197
b. Ścinanie wierzchołków zębów	199
c. Zamocowanie noży Fellowsa	201
4. Obróbka obwiedniowo-kształtowa frezowaniem	203
5. Obróbka wykańczająca	203
a. Obróbka wykańczająca uzębienie w stanie miękkim	203
b. Obróbka wykańczająca uzębienie w stanie twardym	203
6. Zaokrąglanie zębów	206
V. Obróbka zębatek	208
1. Uwagi ogólne	208
2. Obróbka kształtowa	208
3. Obróbka wg metody zastępczej	210
4. Obróbka obwiedniowa nożem Fellowsa	211

Część druga

Obróbka stożkowych kół zębatach

VI. Wiadomości wstępne	215
1. Teoretyczne rozważania	215
2. Metody obróbki	218
VII. Obróbka stożkowych kół zębatach według metod zastępczych i metodą kopiową	220
1. Uwagi ogólne	220
2. Obróbka według metod zastępczych	220
a. Obróbka na frezarce poziomej przy użyciu podzielnicy	220
b. Przeciąganie obrotowe stożkowych kół o zębach prostych	224
3. Obróbka według metody kopiowej	226
VIII. Obróbka obwiedniowa stożkowych kół zębatach	229
Uwagi ogólne	229
A. Obróbka stożkowych kół o zębach prostych	232
1. Struganie wg metody Bilgrama	232
a. Zasada działania	232
b. Zamocowanie narzędzia i geometria ostrza	234
2. Struganie według metody Gleasona	236
a. Zasada działania	236
b. Schemat kinematyczny	239
c. Narzędzie	243
d. Ustawienie obrabiarki	246
e. Szczególny przypadek obróbki koła stożkowego o zębach prostych	254
3. Struganie według metody f. Heidenreich & Harbeck	256
4. Uzyskiwanie beczkowego kształtu zęba	257
a. Uwagi ogólne	257
b. Struganie według metody Gleasona	258
c. Frezowanie według metody Coniflex f. Gleason	258
B. Obróbka stożkowych kół o zębach skośnych	259
1. Uwagi ogólne	259
2. Struganie zębów według metody Bilgrama	260
3. Struganie zębów według metody f. Heidenreich & Harbeck	260
C. Obróbka stożkowych kół o zębach łukowych	260
1. Uwagi wstępne	260
2. Frezowanie według metod i sposobów Gleasona	261
a. Uwagi ogólne	261

b. Zasada działania	262
c. Obróbka według metod obwiedniowych	267
d. Obróbka według metod Formate i Helixform	282
3. Frezowanie obwiedniowe według metody Kurvex f. Modul (WMW)	286
a. Uwagi ogólne	286
b. Zasada działania	286
4. Frezowanie według metod f. Oerlikon	288
a. Uwagi ogólne	288
b. Zasada działania	291
c. Metody obróbki	293
5. Frezowanie obwiedniowe według metod f. Craven oraz Fiat-Mammano	297
6. Frezowanie obwiedniowe według metody f. Klingelnberg	297
a. Zasada działania	297
b. Schemat kinematyczny	300
c. Narzędzie	302
IX. Obróbka wykańczająca stożkowych kół zębatach	303
1. Uwagi ogólne	303
2. Szlifowanie	303
a. Szlifowanie zębów prostych i skośnych	303
b. Szlifowanie zębów łukowych	306
3. Docieranie	306
a. Docieranie według metody f. Klingelnberg	306
b. Docieranie według metody f. Gleason	308
4. Usuwanie zadziorów	308

Część trzecia

Obróbka przekładni ślimakowych

X. Obróbka walcowej przekładni ślimakowej	313
A. Obróbka ślimaków walcowych	313
1. Uwagi ogólne	313
2. Metody obróbki ślimaków walcowych	314
a. Obróbka toczeniem	314
b. Obróbka frezowaniem	317
c. Obróbka obwiedniowa	319
d. Obróbka szlifowaniem	322
B. Obróbka kół ślimakowych	323
1. Uwagi ogólne	323
2. Metody obróbki kół ślimakowych	324
a. Obróbka na frezarce uniwersalnej	324
b. Obróbka na frezarce obwiedniowej	325
c. Obróbka wykańczająca wiórkownikiem	333
C. Obróbka wykańczająca przekładni ślimakowych	334
1. Docieranie	334
2. Sprawdzanie	335
XI. Obróbka globoidalnej przekładni ślimakowej	336
1. Uwagi ogólne	336
2. Obróbka ślimaka globoidalnego	336
a. Uwagi ogólne	336
b. Metody obróbki	336
3. Obróbka koła ślimakowego globoidalnego	339
a. Uwagi ogólne	339
b. Metody obróbki globoidalnych kół ślimakowych	340

Część czwarta

Projektowanie procesów technologicznych obróbki kół zębatach

Uwagi ogólne.	344
XII. Niektóre ważne technologiczne wymiary kół zębatach	345
1. Walcowe koła zębata	345
a. Dokładność walca wierzchołkowego.	345
b. Dokładność walca dna wrębów	348
c. Szerokość rowka między wieńcami oraz wielkość wybiegu dla narzędzia	348
2. Stożkowe koła zębata	356
a. Dokładność stożka wierzchołkowego	356
b. Długość tworzącej stożka podziałowego. Wysokość stożka wierzchołkowego	357
c. Dokładność kątów	357
XIII. Mocowanie kół zębatach	358
1. Uwagi ogólne	358
2. Mocowanie walcowych kół zębatach	358
a. Mocowanie kół obrabianych skrawaniem	358
b. Mocowanie kół przy obróbce wykańczającej	369
c. Mocowanie kół do szlifowania otworów	370
d. Mocowanie uchwytów na obrabiarce	372
e. Mocowanie trzpieni i kół trzpieniowych między kłami	374
f. Wytyczne do mocowania walcowych kół na uchwycie	377
3. Podajniki automatyczne	381
a. Uwagi ogólne	381
b. Zasilanie frezarek obwiedniowych	381
c. Podajniki dla wiórkarek	384
4. Mocowanie stożkowych kół zębatach	386
a. Uwagi ogólne	386
b. Mocowanie kół trzpieniowych	387
c. Mocowanie kół z otworami	388
d. Mocowanie uchwytów na obrabiarce	389
e. Mocowanie kół do szlifowania otworów	390
XIV. Wpływ różnych czynników na dokładność wykonania i gładkość powierzchni bocznych zębienia	392
1. Uwagi ogólne	392
2. Wpływ narzędzia	393
a. Uwagi ogólne	393
b. Materiał narzędzia i obróbka cieplna	393
c. Dokładność wykonania narzędzia	394
d. Ostrzenie narzędzi	394
3. Wpływ uchwytu i zamocowania koła	408
4. Wpływ przedmiotu	409
a. Uwagi ogólne	409
b. Materiał koła	409
c. Dokładność półwyrobu	410
d. Obróbka cieplna po nacięciu zębów	410
5. Wpływ obrabiarki	410
a. Uwagi ogólne	410
b. Dokładność obrabiarki	411
6. Wpływ ustawienia obrabiarki i narzędzia	413
a. Uwagi ogólne	413
b. Ustawienie narzędzia	413
c. Ustawienie kierunków ruchów	416
7. Wpływ innych czynników	416
a. Uwagi ogólne	416
b. Sztywność układu obrabiarka-uchwyt-przedmiot-narzędzie	417
c. Metoda obróbki w zależności od wielkości koła i rodzaju produkcji	417
d. Warunki obróbki	417
e. Wpływ obsługi	417

XV. Obliczanie czasów maszynowych	418
A. Uwagi ogólne	418
1. Rozważania wstępne	418
2. Chropowatość powierzchni bocznej zębów	419
a. Uwagi ogólne	419
b. Obliczanie teoretycznej graniastości	420
3. Warunki skrawania	428
a. Szybkości skrawania	428
b. Liczba przejęć	429
c. Posuwy	430
d. Naddatki obróbkowe	431
e. Moc skrawania	432
B. Obróbka walcowych kół zębatach	432
1. Obróbka skrawaniem	432
a. Uwagi ogólne	432
b. Frezowanie kształtowe	432
c. Frezowanie obwiedniowe	435
d. Dłutowanie	441
e. Wiórkowanie	447
2. Obróbka szlifowaniem	450
a. Uwagi ogólne	450
b. Szlifowanie wg metody Maaga	451
c. Szlifowanie wg metody Nilesa	455
C. Obróbka stożkowych kół zębatach	456
1. Uwagi ogólne	456
2. Obliczanie dobiegów i wybiegów	456
3. Obróbka kół stożkowych o zębach prostych i skośnych	457
a. Przeciąganie zębów prostych	457
b. Struganie zębów prostych	457
c. Frezowanie zębów prostych bezułkowych głowicami frezowymi	460
d. Struganie zębów skośnych	461
4. Frezowanie kół stożkowych o zębach łukowych	462
a. Frezowanie według metody Fiat-Mammano	462
b. Frezowanie według metod f. Oerlikon	463
c. Frezowanie według metod Gleasona	464
d. Frezowanie według metody f. Klingelnberga	465
D. Obróbka kół ślimakowych	471
1. Uwagi ogólne	471
2. Obliczanie drogi przesunięcia	471
a. W metodzie promieniowej	471
b. W metodzie stycznej	472
3. Warunki skrawania	472
a. Uwagi ogólne	472
b. Frezowanie według metody promieniowej	472
c. Frezowanie według metody stycznej	472
E. Metody podniesienia wydajności wytwarzania kół zębatach	473
XVI. Przyczyny błędnego wykonania koła zębatego	479
1. Uwagi ogólne	479
2. Wpływ obrabiarki	479
3. Wpływ narzędzia	480
4. Wpływ uchwytu	481
5. Wpływ przedmiotu obrabianego	481
6. Wpływ niewłaściwej obsługi	482
7. Przyczyny przypadkowe	483

XVII. Obróbka cieplna kół zębatach	485
1. Uwagi ogólne	485
2. Nawęglanie	485
3. Hartowanie	486
a. Hartowanie z grzaniem w piecu	487
b. Hartowanie powierzchniowe	491
XVIII. Wytyczne opracowania procesu obróbki kół zębatach	497
1. Uwagi ogólne	497
2. Wytyczne ogólne	497
3. Wybór metody obróbki	502
a. Uwagi ogólne	502
b. Czynniki wpływające na wybór metody obróbki walcowych kół zębatach	502
c. Czynniki wpływające na wybór metody obróbki stożkowych kół o zębach prostych i skośnych	507
d. Czynniki wpływające na wybór metody obróbki stożkowych kół o uzębieniu łukowym	508
XIX. Montaż przekładni zębatach i ślimakowych	513
1. Uwagi ogólne	513
2. Montaż walcowej przekładni zębatach	513
a. Uwagi ogólne	513
b. Podstawowe pomiary	517
3. Montaż stożkowej przekładni zębatach	522
a. Uwagi ogólne	522
b. Podstawowe pomiary	524
c. Ślady dolegania	527
4. Montaż przekładni ślimakowych	531
a. Uwagi ogólne	531
b. Podstawowe pomiary	532
c. Ślady dolegania	532
XX. Zagadnienia organizacyjne związane z obróbką kół zębatach	534
1. Uwagi ogólne	534
2. Charakterystyki obrabiarek do kół zębatach	534
a. Przykłady charakterystyk obrabiarek	534
b. Objasnienia do charakterystyk	534
3. Karty ustawcze	543
4. Arkusze pomiarowe obrabiarek do kół zębatach	550
<i>Literatura</i>	560
<i>Skorowidz rzeczowy</i>	571