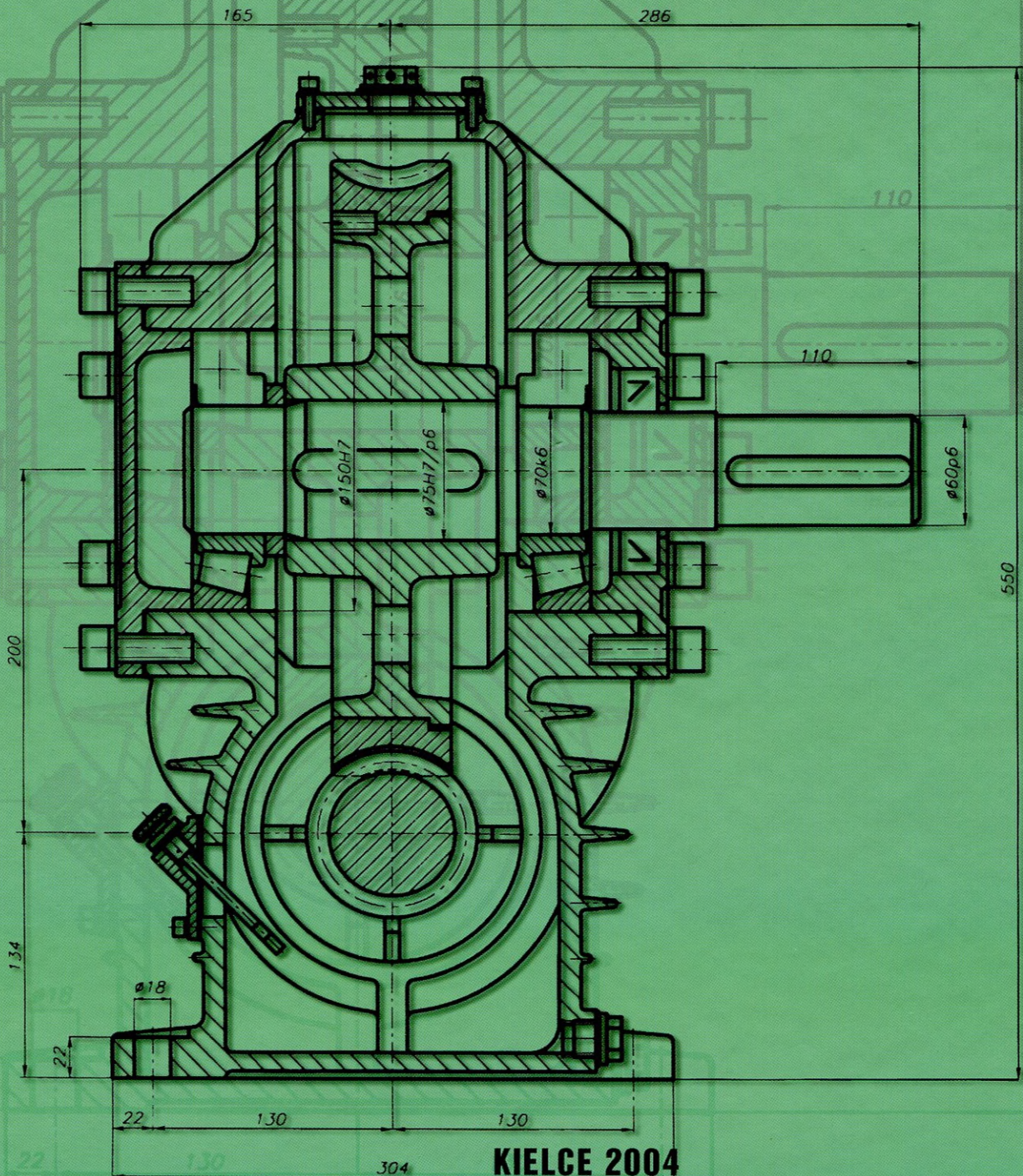


621.8

K 93

LEONID W. KURMAZ • OLEG L. KURMAZ

# PROJEKTOWANIE WĘZŁÓW I CZĘŚCI MASZYN



LEONID W. KURMAZ, OLEG L. KURMAZ

# PROJEKTOWANIE W ZŁÓWICZ CI MASZYN



## **Redaktor Naukowy serii MECHANIKA**

prof. dr hab. inż. Stanisław ADAMCZAK

## **Recenzenci**

prof. dr hab. inż. Zbigniew D. BROWSKI

prof. dr inż. Wiesław KANIEWSKI

## **Redaktor**

Eli bieta WIKŁO

## **Skład komputerowy i rysunki**

Leonid W. KURMAZ

Oleg L. KURMAZ

Przedruk fragmentów PN za zgodą Prezesa Polskiego Komitetu Normalizacyjnego – zezwolenie Nr 1/P/2003.

Oryginały norm dostępne w Wydziale Marketingu i Sprzedaży

Polskiego Komitetu Normalizacyjnego, 00-950 Warszawa 1, skr. poczt. 411.

Za zgodą przedruku norm z oryginałem odpowiadają autorzy niniejszej publikacji.

© Copyright by Wydawnictwo Politechniki Świętokrzyskiej, 2004

Wszelkie prawa zastrzeżone. Żadna część tej pracy nie może być powielana czy rozpowszechniana w jakiegokolwiek formie, w jakiegokolwiek sposób: elektroniczny bądź mechaniczny, włącznie z fotokopiowaniem, nagrywaniem na taśmy lub przy użyciu innych systemów, bez pisemnej zgody wydawcy.

ISBN 83-88906-85-2



25-314 Kielce, Al. 1000-lecia Państwa Polskiego 7, tel. (0-41) 34 24 581

Wyd. II poprawione uzupełnione

Druk: COLOR PRESS, 25-650 Kielce, ul. Długa 31 a, tel. (0-41) 366 95 22

## SPIS TRE CI

<b>Przedmowa</b> .....	6	4.3.3. Konstruowanie kół ła cuchowych .....	54
<b>Wst p</b> .....	7	4.3.4. Rysunki wykonawcze kół ła cuchowych .....	55
<b>1. Wiadomo ci ogólne dotycz ce procesu projektowania</b> .....	8	4.4. Sposoby napinania ła cuchów.....	56
<b>2. Obliczanie kinematyczne układu nap dowego i dobór silnika elektrycznego</b> .....	11	4.5. Wymagania monta owe.....	56
2.1. Przykład oblicze .....	13	4.6. Oznaczanie przekładni na schematach kinematycznych i rysunkach technicznych.....	56
<b>3. Przekładnie pasowe</b> .....	14	<b>5. Przekładnie z bate</b> .....	57
3.1. Wiadomo ci ogólne.....	14	5.1. Wiadomo ci ogólne.....	57
3.2. Przekładnie o pasie płaskim.....	15	5.2. Materiały, obróbka cieplna i napr enia dopuszczalne .....	58
3.2.1. Budowa wewn trzna i materiały pasów .....	15	5.2.1. Przykład oblicze .....	60
3.2.2. Dobór podstawowych parametrów .....	16	5.3. Obliczanie wytrzymało ciowe przekładni z batych .....	61
3.2.2.1. Przykład oblicze .....	17	5.3.1. Obliczanie walcowych przekładni zamkniętych (wg parametru $d_{w1}$ ).....	61
3.3. Przekładnie o pasie klinowym.....	18	5.3.1.1. Przykład oblicze .....	63
3.3.1. Budowa wewn trzna i materiały pasów .....	18	5.3.2. Obliczanie walcowych przekładni zamkniętych (wg parametru $a_w$ ).....	64
3.3.2. Dobór podstawowych parametrów .....	18	5.3.2.1. Przykład oblicze .....	65
3.3.2.1. Przykład oblicze .....	21	5.3.3. Obliczanie walcowych przekładni otwartych .....	65
3.4. Przekładnie o pasie klinowym zespolonym .....	21	5.3.3.1. Przykład oblicze .....	66
3.4.1. Budowa wewn trzna i materiały pasów .....	21	5.3.4. Obliczanie sto kowych przekładni zamkniętych o z bach prostych.....	67
3.4.2. Dobór podstawowych parametrów .....	22	5.3.4.1. Przykład oblicze .....	68
3.4.2.1. Przykład oblicze .....	23	5.3.5. Obliczanie sto kowych przekładni zamkniętych o z bach kołowych.....	69
3.5. Przekładnie o pasie z batym .....	24	5.3.5.1. Przykład oblicze .....	70
3.5.1. Budowa wewn trzna i materiały pasów .....	24	5.3.6. Obliczanie sto kowych przekładni otwartych .....	72
3.5.2. Dobór podstawowych parametrów .....	24	5.3.6.1. Przykład oblicze .....	72
3.5.2.1. Przykład oblicze .....	26	5.3.7. Informacje do oblicze wytrzymało ciowych przekładni z batych.....	73
3.6. Konstruowanie kół przekładni pasowych .....	27	5.3.8. Obliczanie limakowych przekładni zamkniętych .....	75
3.6.1. Wiadomo ci ogólne.....	27	5.3.8.1. Przykład oblicze .....	76
3.6.2. Materiały kół pasowych.....	27	5.3.9. Informacje do oblicze wytrzymało ciowych przekładni limakowych .....	78
3.6.3. Piasty kół pasowych (ła cuchowych, z - batych).....	27	<b>6. Rozplanowanie wewn trzne reduktorów</b> .....	80
3.6.4. Konstrukcja i wymiary elementów ł cz - cych piast z wie cem.....	28	6.1. Wiadomo ci ogólne.....	80
3.6.5. Konstruowanie kół przekładni pasowych o pasie płaskim.....	28	6.2. Rozplanowanie wewn trzne jednostopniowych reduktorów walcowych.....	81
3.6.6. Konstruowanie kół przekładni pasowych o pasie klinowym.....	30	6.3. Rozplanowanie wewn trzne dwustopniowych reduktorów walcowych.....	82
3.6.7. Konstruowanie kół przekładni pasowych o pasie klinowym zespolonym .....	32	6.4. Rozplanowanie wewn trzne jednostopniowych reduktorów sto kowych.....	83
3.6.8. Konstruowanie kół przekładni pasowych o pasie z batym.....	33	6.5. Rozplanowanie wewn trzne reduktorów sto kowo-walcowych .....	84
3.7. Rysunki wykonawcze kół pasowych .....	35	6.6. Rozplanowanie wewn trzne jednostopniowych reduktorów limakowych.....	85
3.8. Nietypowe rozwi zania konstrukcji kół .....	37	6.7. Rozplanowanie wewn trzne reduktorów limakowo-walcowych.....	86
3.9. Sposoby regulacji napi cia pasów .....	39	<b>7. Schematy sił obci aj cych wały</b> .....	87
3.10. Wymagania monta owe.....	40	7.1. Schematy sił obci aj cych wały przekładni walcowych.....	87
3.11. Oznaczanie przekładni na schematach kinematycznych .....	40	7.2. Schematy sił obci aj cych wały przekładni sto kowych .....	88
<b>4. Przekładnie ła cuchowe</b> .....	41	7.3. Schematy sił obci aj cych wały przekładni limakowych.....	88
4.1. Wiadomo ci ogólne.....	41	7.4. Schematy sił obci aj cych wały przekładni pasowych (ła cuchowych) .....	89
4.2. Przekładnie ła cuchowe rolkowe i tulejkowe .....	42	7.5. Siły obci aj ce wały od sprz gieł.....	89
4.2.1. ła cuchy nap dowe rolkowe.....	42		
4.2.2. ła cuchy nap dowe tulejkowe .....	43		
4.2.3. ła cuchy nap dowe rolkowe o wydłu onej podziałce.....	44		
4.2.4. Dobór podstawowych parametrów .....	45		
4.2.4.1. Przykład oblicze .....	47		
4.2.5. Konstruowanie kół ła cuchowych .....	48		
4.2.6. Rysunki wykonawcze kół ła cuchowych .....	50		
4.3. Przekładnie ła cuchowe z bate.....	51		
4.3.1. ła cuchy nap dowe z bate ze rodkow płytk prowadz c .....	51		
4.3.2. Dobór podstawowych parametrów .....	52		
4.3.2.1. Przykład oblicze .....	53		

7.6. Przykład oblicze .....	90	9.10.1. Wytyczne dotycz ce osadzania ło ysk.....	130
<b>8. Wały .....</b>	<b>91</b>	9.10.2. Wytyczne dotycz ce zabudowy ło ysk.....	132
8.1. Projektowe obliczanie wałów.....	91	9.10.3. Zakładanie ło ysk.....	132
8.1.1. Przykład oblicze .....	93	9.10.4. Zdejmowanie ło ysk.....	133
8.2. Ukształtowanie wałów.....	94	9.11. Orientacyjne wewn trzne wymiary ło ysk tocz-	
8.3. Konstruowanie wałów.....	95	nych .....	133
8.3.1. Materiały i obróbka cieplna .....	95	9.12. Oznaczanie ło ysk tocznych.....	134
8.3.2. Zalecenia do konstruowania wałów .....	95	9.13. Oprawy ło ysk tocznych.....	136
8.4. Niektóre rozwi zania do konstruowania wałów.....	98	<b>10. Uszczelnienia wałów.....</b>	<b>139</b>
8.4.1. Sposoby ustalania piast na wałach .....	98	10.1. Uszczelnienia kontaktowe.....	139
8.4.2. Czopy ko cowe wałów.....	99	10.1.1. Pier cienie gumowe uszczelniaj ce .....	139
8.4.3. Obróbka cieplna wałów.....	99	10.1.2. Pier cienie filcowe uszczelniaj ce .....	142
8.4.4. Rozwi zania konstrukcyjne miejsc osadze-		10.1.3. Pier cienie gumowe uszczelniaj ce	
nia kół .....	100	o przekroju kołowym.....	142
8.4.5. Otwory i ich rozmieszczenie w przekroju		10.1.4. Uszczelnienia z mieszkciem elastome-	
wałów.....	101	rowym .....	144
8.4.6. Nakiełki wewn trzne.....	101	10.2. Uszczelnienia bezkontaktowe.....	144
8.4.7. Podci cia obróbkowe.....	102	<b>11. Elementy do poł cze „wał-piasta”.....</b>	<b>146</b>
8.4.8. Zasady kształtowania wałów.....	103	11.1. Poł czenia wpustowe.....	146
8.4.9. Sposoby zmniejszania wysoko ci odsa-		11.1.1. Wpusty pryzmatyczne.....	146
dze wałów.....	103	11.1.2. Wpusty czólenkowe .....	148
8.4.10. Sposoby unikania karbu odsadzenia .....	104	11.1.3. Kliny styczne.....	149
8.5. Rysunki wykonawcze wałów.....	104	11.1.4. Kliny wpuszczalne.....	150
8.6. Sprawdzanie zm czeniowej wytrzymał ci wa-		11.2. Poł czenia wielowypustowe.....	151
łów .....	105	11.2.1. Poł czenia równoległe .....	151
<b>9. Ło yska toczne.....</b>	<b>108</b>	11.2.2. Poł czenia wielowypustowe ewolwen-	
9.1. Rodzaje ło ysk tocznych, ich charakterystyka		towe walcowe.....	154
i zastosowanie.....	108	11.2.3. Poł czenia wielokarbowe .....	156
9.2. Podpory wałów i rodzaje ło ysk.....	110	<b>12. Konstruowanie kół z batych.....</b>	<b>157</b>
9.3. Ło yskowanie wałów reduktorów.....	111	12.1. Dokładno wykonania uz bienia	157
9.3.1. Ło yskowanie wałów z bników przekład-		12.1.1. Klasy dokładno ci i rodzaje pasowa .....	157
ni sto kowych .....	111	12.1.2. Dokładno wykonania uz bienia kół	
9.3.2. Ło yskowanie wałów kół przekładni wal-		walcowych.....	157
cowych o z bach sko nych, kół przekład-		12.1.3. Dokładno wykonania uz bienia kół	
ni sto kowych i limakowych	112	sto kowych.....	160
9.3.3. Ło yskowanie wałów kół przekładni wal-		12.1.4. Dokładno wykonania uz bienia kół	
cowych o z bach prostych i daszkowych	113	limakowych.....	162
9.3.4. Ło yskowanie wałów z bników przekład-		12.2. Konstruowanie z batych kół walcowych. ....	163
ni walcowych o z bach daszkowych	113	12.2.1. Obliczanie niektórych parametrów geo-	
9.3.5. Ło yskowanie wałów limaków .....	113	metrycznych .....	163
9.4. Ło yskowanie wałów nap dów .....	114	12.2.2. Powierzchnie bazowe i nacinanie z bów...	164
9.5. Dobór ło ysk tocznych.....	115	12.2.3. Konstrukcje z batych kół walcowych.....	165
9.5.1. Przykład oblicze .....	117	12.2.4. Konstruowanie z batych kół walcowych...	166
9.6. Osadzenie ło ysk tocznych.....	119	12.2.5. Rysunki wykonawcze kół walcowych.....	167
9.7. Elementy do osadzenia ło ysk.....	122	12.3. Konstruowanie z batych kół sto kowych .....	169
9.7.1. Pier cienie osadcze spr ynuj ce .....	122	12.3.1. Elementy zaz bienia kół sto kowych .....	169
9.7.2. Kr ki zabezpieczaj ce z dwiema ruba-		12.3.2. Obliczanie geometrycznych paramet-	
mi do walcowych czopów wałów .....	123	rów kół o zebach prostych.....	171
9.7.3. Podkładki odginane dwuotworowe .....	123	12.3.3. Obliczanie geometrycznych paramet-	
9.7.4. Kr ki zabezpieczaj ce mocowane jedn		rów kół o z bach kołowych.....	171
rub (wkr tem).....	123	12.3.4. Zalecenia do ukształtowania z bnika .....	173
9.7.5. Nakr tki ło yskowe.....	124	12.3.5. Powierzchnie bazowe i nacinanie z bów...	174
9.7.6. Podkładki z bate.....	124	12.3.6. Konstrukcje z batych kół sto kowych.....	175
9.7.7. Pier cienie osadcze.....	126	12.3.7. Konstruowanie z batych kół sto kowych..	176
9.7.8. Tuleje wci gane.....	127	12.3.8. Rysunki wykonawcze kół sto kowych.....	178
9.7.9. Tuleje wciskane.....	127	12.4. Konstruowanie limaków i limacznic .....	181
9.8. Sposoby regulacji ło ysk i zaz bienia .....	128	12.4.1. Rodzaje limaków walcowych .....	181
9.9. Luzy osiowe w ło yskach kulkowych sko nych		12.4.2. Obliczanie geometrycznych paramet-	
i sto kowych.....	130	rów przekładni limakowej o ewol-	
9.10. Osadzanie, zabudowa, zakładanie i zdejmowa-		wentowym limaku.....	181
nie ło ysk tocznych.....	130	12.4.3. Konstrukcje limaków i limacznic.....	182

12.4.4. Konstruowanie limaków walcowych .....	183	16.2.3. Ceowniki.....	316
12.4.5. Konstruowanie limacznic.....	184	16.2.4. Dwuteowniki.....	317
12.4.6. Rysunki wykonawcze limaków i limacznic .....	186	16.3. Rysunek wykonawczy ramy.....	318
<b>13. Konstruowanie korpusów, pokryw i innych części reduktorów</b> .....	188	16.4. Rysunki złożeniowe napędów mechanicznych	319
13.1. Wiadomości ogólne.....	188	16.5. Ręby i części ce reduktor z ram. Obliczanie.....	326
13.2. Konstrukcje części korpusowych reduktorów walcowych.....	190	<b>17. Przekładnia „ruba-nakrętka”</b> .....	328
13.3. Konstrukcje części korpusowych reduktorów stożkowych.....	192	17.1. Obliczanie wytrzymałościowej i dobór podstawowych parametrów przekładni.....	328
13.4. Konstrukcje części korpusowych reduktorów limakowych .....	194	17.2. Niektóre konstrukcyjne rozwiązania elementów przekładni.....	332
13.5. Elementy konstrukcji odlewanych części korpusowych reduktorów.....	196	17.3. Zarysy gwintów.....	333
13.5.1. Elementy konstrukcji części korpusowych o zewnętrznym rozmieszczeniu w złożeńiskowych.....	196	17.4. Mechanizm zapadkowy.....	335
13.5.2. Elementy konstrukcji części korpusowych o wewnętrznym rozmieszczeniu w złożeńiskowych.....	197	17.5. Rysunki złożeniowe i wykonawcze elementów przekładni.....	336
13.6. Zasady kształtowania odlewów.....	199	<b>18. Zbiorniki ciśnieniowe</b> .....	344
13.7. Niektóre wymiary złożeńiskowych.....	200	18.1. Obliczanie wytrzymałościowej zbiorników.....	344
13.8. Dokładność wykonania części korpusowych .....	201	18.2. Informacje do obliczenia zbiorników.....	348
13.9. Rysunki wykonawcze części korpusowych reduktorów .....	203	18.3. Włazy.....	351
13.10. Konstrukcje i konstruowanie pokryw bocznych	216	18.4. Kołnierze.....	353
13.11. Konstrukcje i konstruowanie tulei.....	217	18.5. Podpory i łapy.....	355
13.12. Rysunki wykonawcze pokryw bocznych i tulei	218	18.6. Uchwyty oczkowe nożne.....	355
<b>14. Reduktory</b> .....	221	18.7. Osprzęt zbiorników.....	356
14.1. Wiadomości ogólne.....	221	18.7.1. Zawory bezpieczeństwa.....	356
14.2. Oprzyrządowanie reduktorów.....	222	18.7.2. Cieczowskazy.....	357
14.3. Smarowanie reduktorów.....	224	18.7.3. Ciężniomierze.....	358
14.4. Reduktory walcowe jednostopniowe .....	226	18.7.4. Termometry.....	358
14.5. Reduktor walcowy jednostopniowy o złożeńisku wewnętrznym.....	236	18.8. Rysunki zbiorników ciśnieniowych .....	360
14.6. Reduktory walcowe dwu- i wielostopniowe .....	238	<b>19. Informacje ogólne</b> .....	362
14.7. Reduktory walcowe współosiowe.....	246	19.1. Normalne wymiary, kąty, zbicia i promienie	362
14.8. Reduktory stożkowe jednostopniowe .....	250	19.2. Materiały do projektowania.....	363
14.9. Reduktory stożkowo-walcowe.....	258	19.3. Tolerancje i pasowania.....	364
14.10. Reduktory limakowy jednostopniowy .....	268	19.4. Tolerancje kształtu i położenia.....	369
14.11. Reduktor limakowy dwustopniowy .....	280	19.5. Chropowatość powierzchni.....	371
14.12. Reduktory limakowo-walcowo-stożkowe .....	282	19.6. Niektóre elementy złożeńiskowych .....	373
14.13. Przekładnie planetarne.....	286	19.6.1. Ręby.....	373
14.13.1. Niektóre zalecenia dotyczące doboru parametrów, obliczenia i projektowania przekładni planetarnych .....	286	19.6.2. Wkręty.....	374
14.13.2. Reduktory planetarne.....	288	19.6.3. Nakrętki.....	376
14.14. Motoreduktory.....	296	19.6.4. Podkładki.....	376
14.15. Przekładnie główne samochodowe .....	298	19.6.5. Sworznie, podkładki do sworzni, zawleczki .....	377
<b>15. Sprzęt głębi</b> .....	300	19.6.6. Kołki.....	378
15.1. Sprzęt głębi sztywne.....	300	19.6.7. Ręby fundamentowe.....	380
15.2. Sprzęt głębi samonastawne.....	303	19.6.8. Gałki kuliste.....	380
15.3. Sprzęt głębi podatne.....	307	19.7. Informacje dotyczące elementów złożeńiskowych .....	380
<b>16. Ramy i napędy</b> .....	311	19.7.1. Skojarzenie rednic i podziałek gwintów metrycznych.....	380
16.1. Konstruowanie ram.....	311	19.7.2. Zarys gwintów metrycznych .....	381
16.2. Informacje pomocnicze do konstruowania ram	314	19.7.3. Zakreślenia rub i wkrętów .....	381
16.2.1. Kołtowniki równoramienne .....	314	19.7.4. Wyjścia i podcięcia gwintów .....	382
16.2.2. Kołtowniki nierównoramienne.....	315	19.7.5. Otwory dla czopów i kołców rub bez łba.....	383
		19.7.6. Sposoby i rodzaje zabezpieczenia złożeńiskowych przed odkręcaniem.....	383
		19.8. Dane katalogowe niektórych rodzajów złożeńiskowych .....	385
		19.9. Silniki elektryczne.....	394
		<b>20. Literatura</b> .....	396
		<b>21. Spis norm dotyczących budowy maszyn</b> .....	397