

Spis treści

Wstęp	7
1. Znaczenie kompasów dla nawigacji.....	15
1.1. Współczesne zastosowanie kompasów	15
1.2. Pierwsze urządzenia do pomiaru kierunku	18
1.3. Kompas magnetyczny	23
1.4. Kompas mechaniczny.....	26
1.5. Konstrukcje XXI wieku	28
Wykaz skrótów i oznaczeń.....	34
Wykaz literatury	34
2. Kompas magnetyczny	37
2.1. Podstawowe wiadomości o magnetyzmie	37
2.2. Magnetyzm Ziemi	44
2.3. Rozwój kompasów magnetycznych	57
2.4. Magnetyzm okrętu	67
2.4.1. Źródła magnetyzmu okrętowego	67
2.4.2. Dewiacja okrętu na prostej stępce	69
2.4.3. Dewiacja przechyłowa	81
2.4.4. Kompensacja dewiacji	83
2.5. Współczesne magnetyczne kompas okrętowe	86
2.5.1. Typowa budowa	86
2.5.2. Ogólne wymagania	88
2.6. Określanie i kompensacja dewiacji magnetycznej	92
2.6.1. Porównanie kursów	94
2.6.2. Porównanie namiarów	99
2.6.3. Pomiary na odległy obiekt	100
2.6.4. Użycie odbiornika systemu pozycyjnego	104
2.6.5. Metoda najmniejszych kwadratów	106
2.7. Kompas magnetyczny typu fluxgate.....	112
2.7.1. Czujniki transduktorowe	116
2.7.2. Czujniki magnetorezystancyjne	119
2.7.3. Szczegóły konstrukcyjne	121
2.7.4. Kalibracja	124
Wykaz skrótów i oznaczeń.....	129
Wykaz literatury	130
3. Żyroskopy mechaniczne i klasyczne kompas żyroskopowe	133
3.1. Ruch płaszczyzn związanych z Ziemią	133
3.2. Żyroskopy mechaniczne jako żyroskopy kierunkowe	135
3.3. Precesja żyroskopów mechanicznych	141
3.4. Nutacja	144
3.5. Sterowanie precesją żyroskopów	145
3.6. Ustawianie się żyroskopów z przesuniętym środkiem ciężkości	149
3.7. Tłumienie oscylacji zespołu żyroskopowego	154

3.7.1. Korekcja odchylenia w płaszczyźnie horyzontu	155
3.7.2. Korekcja odchylenia w azymucie	157
3.8. Żyroskopy strojone dynamicznie	160
3.9. Przykładowe rozwiązania żyrokompasów stosowane w praktyce	163
3.9.1. Pierwsza konstrukcja Anschütza	163
3.9.2. Konstrukcja Sperry'ego z naczyniami balistycznymi	166
3.9.3. „Nowy Anschütz”	168
3.9.4. Współczesne modyfikacje kompasów dwużyroskopowych	171
3.9.5. Śledzenie położenia kuli żyroskopowej	175
3.9.6. Żyrokompas z korekcją zewnętrzną	177
3.10. Eksploatacja żyrokompasów na okręcie	184
3.11. Dokładność klasycznych żyrokompasów	188
3.11.1. Dewiacja statyczna	189
3.11.2. Dewiacja dynamiczna	191
Wykaz skrótów i oznaczeń	201
Wykaz literatury	201
Załącznik 1. Zestawienie popularniejszych kompasów okrętowych	204
Załącznik 2. Porównanie współczesnych typowych żyrokompasów okrętowych	205
Załącznik 3. Wymagania dla żyrokompasów	208
 4. Urządzenia inercyjne	 211
4.1. Koncepcja nawigacji oparta na pomiarze przyspieszeń.	211
4.2. Równanie nawigacji inercyjnej	219
4.3. Okres Schulera	229
4.4. Układy odniesienia i układy współrzędnych stosowane w INS	233
4.4.1. Inercjalny układ odniesienia	236
4.4.2. Układ odniesienia związany z Ziemią	237
4.4.3. Układ odniesienia związany z obiektem	238
4.5. Podział systemów inercyjnych według budowy	239
4.5.1. Układ kardanowy typu geometrycznego	239
4.5.2. Układ kardanowy typu analitycznego	240
4.5.3. Układ bezkardanowy	242
4.5.4. Kompas analityczne	249
4.6. Sensory w systemach inercyjnych	255
4.6.1. Żyroskopy pływakowe	256
4.6.2. Żyroskopy laserowe	257
4.6.3. Żyroskopy światłowodowe	263
4.6.4. Żyroskopy półprzewodnikowe	265
4.6.5. Akcelerometry	268
4.7. Jakość sensorów i błędy INS	270
4.7.1. Błędy systematyczne	272
4.7.2. Błędy losowe	276
4.7.3. Błędy wnoszone przez system	279
4.8. Układy bezwładnościowe w praktyce morskiej	286
4.8.1. Zalety i wady INS	292
4.8.2. Weryfikacja dokładności INS w praktyce	295
Wykaz skrótów i oznaczeń	302
Wykaz literatury	303

Załącznik 1. Incydent z zestrzeleniem samolotu KAL 007	307
Załącznik 2. Wybrani producenci żyroskopów	313
Załącznik 3. Przykładowe dane techniczne urządzeń inercjalnych	315
5. Kompaszy satelitarne	321
5.1. Wprowadzenie	321
5.2. Powstanie i rozwój	323
5.3. Morskie kompaszy satelitarne	334
5.4. Przykładowe konstrukcje	340
5.5. Dokładność wskazań i eksploatacja na okręcie	351
Wykaz skrótów i oznaczeń	362
Wykaz literatury	363
Wykaz rysunków	367
Wykaz tabel	372