

SPIS TREŚCI

CZEŚĆ I STATKI DO PRZEWOZU ROPY NAFTOWEJ

1. Zbiornikowce	11
1.1. Geneza zbiornikowców	11
1.1.1. Współczesna flota zbiornikowców	15
1.1.2. Perspektywy rozwoju floty zbiornikowców	18
1.2. Klasyfikacja zbiornikowców	20
1.2.1. Charakterystyka ważniejszych typów	22
1.2.2. Przykłady wybranych typów	25
1.3. Konstrukcja zbiornikowców	42
1.3.1. OPA'90 a konstrukcja kadłuba	47
1.4. Ewolucja przepisów a konstrukcja i wyposażenie zbiornikowców	52
1.5. Napęd zbiornikowców	56
2. Systemy ładunkowe i balastowe zbiornikowców	63
2.1. Instalacje ładunkowe i balastowe	63
2.1.1. Instalacje ładunkowe główne i resztkowe	
2.1.1.1. Instalacje głównych rurociągów ładunkowych	65
2.2. Resztkowe instalacje ładunkowe	79
2.2.1. Oddzielna instalacja resztkowa	81
2.2.2. Instalacja z pompami resztkowymi wykorzystująca rurociągi ładunkowe	81
2.2.3. Instalacje ze specjalnymi króćcami ssawnymi	81
2.2.4. Urządzenia wspomagające ssanie głównych pomp ładunkowych	84
2.2.5. Kolektory pokładowe (manifoldy)	87
2.3. Instalacje balastowe	90
3. Urządzenia przeladunkowe zbiornikowców	95
3.1. Wybrane zagadnienia z mechaniki płynów	95
3.1.1. Zjawisko przepływu cieczy nielepkiej	95
3.2. Przepływ cieczy rzeczywistej (lepkiej) przez przewody zamknięte	97
3.3. Ruch okrężny cieczy	98
3.4. Pompy okrętowe	100
3.4.1. Klasyfikacja pomp	100
3.4.2. Układ pompowy, parametry, bilans energetyczny	100
3.4.2.1. Układ pompowy	100
3.4.2.2. Parametry układu pompowego	100
3.4.3. Charakterystyka układu pompowego	103
3.5. Parametry pracy i charakterystyka pomp	104
3.5.1. Wysokość podnoszenia pompy	104
3.5.2. Wydajność pompy	104
3.5.3. Moc pompy	104
3.5.4. Sprawność pompy	105
3.5.5. Charakterystyka pomp	105
3.6. Współpraca pomp w instalacjach okrętowych	107
3.6.1. Równoległa współpraca pomp wirowych	107
3.6.2. Szeregowa współpraca pomp wirowych	108
3.6.3. Współpraca pompy z instalacją	109
3.6.4. Współpraca pompy z przewodem złożonym z odcinków o różnych charakterystykach	110
3.7. Przegląd najczęściej spotykanych typów pomp oraz ich napędów	111
3.8. Kawitacja	120

3.8.1. Zjawisko kawitacji	120
3.8.2. Wpływ kawitacji na pracę pompy odśrodkowej	121
3.8.3. Sposoby zapobiegania kawitacji	121

CZEŚĆ II PROBLEMY BEZPIECZEŃSTWA ZBIORNIKOWCÓW

Wprowadzenie	116
4. Atmosfera zbiorników ładunkowych	124
4.1. Spalanie, eksplozja (wybuch chemiczny)	124
4.1.1. Granice palności (wybuchowości)	124
4.1.2. Wpływ gazu obojętnego na granice palności	127
4.1.3. Temperatura zapłonu, samozapłon	128
4.1.4. Klasyfikacja paliw ciekłych ze względu na palność	128
4.2. Stan atmosfery zbiornika ładunkowego	129
4.2.1. Zbiornikowce bez systemu gazu obojętnego	129
4.2.2. Zbiornikowce z systemem gazu obojętnego	130
4.3. Stan atmosfery zbiornika podczas operacji mycia i czyszczenia	131
4.3.1. Mycie w atmosferze gazu obojętnego	132
4.3.2. Mycie w atmosferze zbyt ubogiej	133
4.3.3. Mycie w atmosferze niekontrolowanej	135
4.3.4. Mycie w atmosferze zbyt bogatej	135
4.4. Wymiana gazów w zbiornikach	135
4.4.1. Pojęcia podstawowe	135
4.4.2. Standardy odgazowania i wentylowania	136
4.4.3. Ogólne metody wymiany gazów	137
4.4.3.1. Wymiana gazów przez mieszanie (rozcieńczanie)	138
4.4.3.2. Wymiana gazów przez wyparcie	145
4.5. Kontrola atmosfery zbiornika ładunkowego w różnych stanach eksploatacji	146
4.5.1. Pomiar stężenia tlenu	146
4.5.1.1. Mierniki elektrochemiczne	148
4.5.1.2. Mierniki magnetyczne	149
4.5.2. Analizatory gazów palnych	152
A. Pomiar par węglowodorów w powietrzu przy stężeniu poniżej DGW	151
B. Pomiar stężenia par węglowodorów w powietrzu i/lub w gazie obojętnym przy dowolnym stężeniu. Interferometr (refraktometr)	154
4.5.3. Absorbcyjne analizatory chemiczne	158
4.5.4. Kalibracja mierników	160
4.5.5. Ogólne zasady dokonywania pomiarów	161
5. Systemy gazu obojętnego na zbiornikowcach	
5.1. Wstęp	163
5.2. Sposoby wytwarzania i rodzaje gazów obojętnych	166
5.3. Konstrukcje instalacji gazu obojętnego	168
5.3.1. Strefa bezpieczna i strefa niebezpieczna	168
5.3.2. Instalacja gazu obojętnego wykorzystująca spaliny kotłowe	168
5.3.3. Instalacja gazu obojętnego z wytwornicą spalin	170
5.3.4. Instalacja gazu obojętnego z turbiną gazową	170
5.3.5. Specjalne instalacje gazu obojętnego	173
5.3.5.1. Instalacja na ciekły azot pobierany z ładu	173
5.3.5.2. Instalacja na ciekły azot wytwarzany na statku	174
5.3.5.3. Instalacja na azot gazowy otrzymywany ze spalin	174
5.3.5.4. Instalacja azotu gazowego otrzymywanego z powietrza	177

5.4. Instalacja rozdziału gazu obojętnego	178
5.5. Elementy składowe instalacji gazu obojętnego	179
5.5.1. Zawory poboru spalin	179
5.5.2. Płuczka	180
5.5.3. Wentylatory gazu obojętnego	184
5.5.4. Główny zawór regulacyjny	186
5.5.5. Zawór recyrkulacji	187
5.5.6. Zawór odpowietrzający	187
5.5.7. Pokładowe, wodne zamknięcie zwrotne	188
5.5.8. Zawór nadciśnieniowo-podciśnieniowy głównego rurociągu gazu obojętnego	189
5.5.9. Cieczowe zabezpieczenia nadciśnieniowo-podciśnieniowe	190
5.5.10. Zawory szybkiego wypływu	192
5.6. Systemy kontroli i sterowania	192
5.7. Systemy kontroli emisji gazów	194
6. Inne problemy bezpieczeństwa zbiornikowców	195
6.1. Charakterystyka ropy naftowej	195
6.1.1. Ropa naftowa jako mineral	195
6.1.2. Ciężar właściwy i gęstość ropy	197
6.1.3. Lepkość	199
6.1.4. Parowanie cieczy	201
6.2. Wybuchy na zbiornikowcach	202
6.2.1. Czynniki inicjujące wybuch	202
6.2.2. Powstanie (rozdzielenie) ładunków elektrycznych	203
6.2.2.1. Elektryzacja cieczy	204
6.2.2.2. Elektryzacja par i gazów	206
6.2.2.3. Elektryczność statyczna przenoszona przez człowieka	207
6.2.3. Kumulowanie się ładunków elektrycznych	207
6.2.4. Wyladowania elektrostatyczne	207
6.3. Zagrożenia elektrycznością statyczną	211
6.3.1. Zagrożenia przy transporcie produktów nieprzewodzących	211
6.3.2. Zagrożenia podczas operacji mycia	211
6.4. Wyladowania elektrostatyczne w zbiornikach podczas operacji mycia	214
6.4.1. Wyladowania snopiaste	214
6.4.2. Wyladowania iskrowe od ciał poruszających się swobodnie w zbiornikach	215
6.5. Środki zapobiegania wybuchom spowodowanym elektrycznością statyczną	218
6.5.1. Zasady ogólne	219
6.5.2. Transport produktów nieprzewodzących	219
6.5.3. Zagrożenia w czasie sondowania, pomiaru uładu, poboru próbek	220
6.5.4. Łączenie przedmiotów, uziemianie, ochrona katodowa	220
6.5.4.1. Łączenie przedmiotów, uziemianie	220
6.5.4.2. Prądy płynące od statku do nabrzeża	220
6.5.4.3. Prądy płynące pomiędzy statkami	221
6.6. Inne problemy bezpieczeństwa	222
6.6.1. Bezpieczeństwo przeciwpożarowe	223
6.6.2. Awaryjne systemy holowania	225
6.6.3. Cumowanie	227
6.6.3.1. Cumowanie zbiornikowców	227
6.6.4. Zasady bezpieczeństwa na terminalu	231
6.6.5. System bezpiecznego zarządzania	236
6.6.6. Kodeks ISPS	241

CZĘŚĆ III EKSPLOATACJA ZBIORNIKOWCÓW

7. Transport ropy naftowej morzem

7.1. Rys historyczny	243
7.2. Rynek przewozów ropy w końcu XX wieku	248
7.2.1. Ropa surowa	248
7.2.2. Produkty ropopochodne	251
7.2.3. Geografia przewozów	252
7.3. Czarterowanie statków	254
7.3.1. New World Scale	254
7.3.2. Umowy czarterowe	259
7.3.3. Dokumentacja ładunkowa	265
7.3.3.1. Dokumenty w porcie załadunkowym	265
7.3.3.2. Dokumenty w porcie wyladunkowym	274
7.4. Awarie i roszczenia ładunkowe	278
7.4.1. Wypadki nawigacyjne jako przyczyna rozlewu ropy	281
7.4.2. Awarie spowodowane ciśnieniem gazu obojętnego	284
7.4.3. Braki ładunkowe	284
7.4.4. Zanieczyszczenia ładunku	286
7.4.5. Eksplozje i pożary zbiornikowców	287
7.4.6. Uszkodzenia systemu przeladunkowego wskutek działania uderzenia hydraulicznego	288
7.4.7. Uszkodzenia strukturalne dużych zbiornikowców	288
7.5. Terminale ładunkowe	291
7.5.1. Organizacja i wyposażenie terminalu	291
7.5.2. Urządzenia przeladunkowe	295

8. Operacje ładunkowe

8.1. Etapy eksploatacyjne	299
8.1.1. Opracowanie planu ładunkowego	300
8.1.2. Notyfikacja terminalu i inspekcja wstępna	305
8.1.2.1. Notyfikacja terminalu	305
8.1.2.2. Inspekcja wstępna	307
8.1.3. Wybalastowanie statku	309
8.1.4. Inspekcja zbiorników	312
8.1.4.1. Mierzenie pozostałości ładunku – formuła klina	315
8.2. Załadunek	318
8.2.1. Przygotowanie do załadunku	318
8.2.2. Rozpoczęcie załadunku	321
8.2.3. Załadunek właściwy	323
8.2.4. Dopelnianie zbiorników	325
8.3. Rozliczanie ładunku (survey)	326
8.3.1. Przyrządy pomiarowe	326
8.3.1.1. Stałe przyrządy pomiarowe	327
8.3.1.2. Taśmy pomiarowe	328
8.3.1.3. Wskaźniki radarowe	330
8.3.2. Pomiar temperatury	331
8.3.3. Pobieranie próbek	331
8.3.4. Określanie ilości ładunku	333
8.3.4.1. Pomiar ułażu ładunku w zbiorniku	334
8.3.4.2. Pomiar i określanie zawartości wody w ładunku	335
8.3.4.3. Obliczanie ilości ładunku (zasady ogólne)	335

8.3.4.4. Określanie współczynnika doświadczalnego (VEF)	338
8.3.6. Opieka nad ładunkiem w czasie podróży morskiej	340
8.4. Wyladunek	343
8.4.1. Przygotowanie statku i terminalu do wyladunku	343
8.4.2. Rozpoczęcie wyladunku	346
8.4.3. Wyladunek właściwy	347
8.4.4. Resztkowanie	349
8.4.5. Pomiary i rozliczenie końcowe po wyladunku	351
8.4.6. Balastowanie	351
8.5. Przeladunek statek–statek	351
8.5.1. Przygotowanie operacji	353
8.5.2. Przygotowanie statków	357
8.5.3. Manewry podejściowe i cumowanie	357
9. Mycie i czyszczenie zbiorników ładunkowych	
9.1. Uwagi wstępne	363
9.1.1. Cel mycia i czyszczenia	363
9.1.2. Wymagania dotyczące czystości zbiorników	364
9.2. Ogólne zasady mycia i czyszczenia	366
9.2.1. Mycie zbiorników ładunkowych wodą morską	366
9.2.1.1. Metody mycia	366
9.2.1.2. Technologie ROB oraz LOT	367
9.2.1.3. Wymagania konwencji MARPOL dotyczące zanieczyszczeń eksploatacyjnych	370
9.2.1.4. Mierniki zawartości oleju w wodzie	370
9.3. Mycie zbiorników ładunkowych ropą naftową	377
9.3.1. Wprowadzenie	377
9.3.2. Program mycia zbiorników ropą naftową	378
9.3.3. Ogólne zasady mycia zbiorników ropą naftową	378
9.3.4. Liczba zbiorników mytych ropą w jednej podróży	381
9.4. Standardy czystości i operacje jednostkowe mycia zbiorników	383
9.4.1. Standardy czystości	383
9.4.2. Operacje jednostkowe	385
9.5. Mycie i czyszczenie zbiorników z użyciem środków chemicznych	387
9.5.1. Preparaty stosowane do mycia i czyszczenia zbiorników ładunkowych	387
9.5.2. Metody stosowania preparatów chemicznych	389
9.6. Maszyny myjące	392
9.6.1. Podział maszyn	392
9.6.2. Napęd maszyn myjących	398
9.6.3. Efektywność mycia	398
9.6.4. Dobór maszyn myjących	404
10. Specjalne technologie transportu morskiego ropy naftowej	
10.1. Eksploatacja podmorskich złóż ropy i gazu	409
10.2. Statki specjalistyczne w transporcie off–shore	416
10.2.1. Typy statków specjalistycznych	416
10.2.2. Statki FPSU, FPSO	418
10.3. Specjalistyczne systemy cumowniczo—przeladunkowe	420
10.3.1. Systemy rozdzielone	420
10.3.2. Systemy zintegrowane	422
10.3.3. System SAL	432
10.3.4. SAL — procedury operacyjne	435
10.4. Cumowanie i przeladunek w systemie tandem	439