

Spis treści

Wykaz ważniejszych skrótów i symboli	7
1. Wstęp	15
1.1. Rozwój transportu morskiego i jego wpływ na środowisko naturalne	15
1.2. Okrętowy, tłokowy silnik spalinowy jako źródło napędu i emisji spalin	20
1.3. Regulacje prawne dotyczące emisji związków toksycznych w spalinach silników okrętowych	29
1.3.1. Regulacje międzynarodowe	29
1.3.2. Przepisy Unii Europejskiej	34
1.3.3. Prawodawstwo polskie	37
2. Charakterystyka toksycznych składników spalin i ich wpływ na środowisko naturalne	41
2.1. Wprowadzenie	41
2.2. Związki gazowe	46
2.2.1. Tlenek węgla	46
2.2.2. Tlenki azotu	49
2.2.3. Tlenki siarki	59
2.2.4. Niespalone węglowodory	61
2.3. Cząstki stałe	63
3. Metody pomiaru związków toksycznych spalin	73
3.1. Analizatory do pomiaru związków gazowych	73
3.1.1. Podział analizatorów	73
3.1.2. Analizator niedyspersyjny na podczerwień	74
3.1.3. Analizator płomieniowo-jonizacyjny	77
3.1.4. Analizator chemiluminescencyjny	78
3.1.5. Analizator paramagnetyczny	79
3.2. Chromatografia gazowa	82
3.3. Pomiar masy i liczby cząstek stałych	88
3.4. Dymomierze	92
4. Metody badań emisji związków toksycznych w spalinach silników okrętowych	95
4.1 Wprowadzenie	95
4.2 Pomiar emisji składników gazowych i cząstek stałych na stanowisku badawczym	97
4.2.1 Wymagania dotyczące przygotowania silnika do badań	97
4.2.2 Wymagania dotyczące układów i przyrządów pomiarowych	98
4.2.3 Układ do analizy gazowych składników spalin	101
4.2.4 Wzorcowanie analizatorów spalin	104
4.2.5 Określanie masy i liczby cząstek stałych	108
4.2.6 Przebieg badań stanowiskowych	124

4.3	Pomiar emisji składników gazowych i cząstek stałych na jednostce pływającej	127
4.3.1	Przygotowanie silnika do badań	127
4.3.2	Układy i przyrządy pomiarowe	128
4.3.3	Przebieg badań w eksploatacji	131
5.	Wskaźniki emisji związków toksycznych w spalinach silników okrętowych.....	135
5.1	Normatywne wskaźniki emisji składników gazowych w spalinach silników okrętowych	135
5.2	Normatywne wskaźniki emisji cząstek stałych w spalinach silników okrętowych	139
5.3	Charakterystyka emisji związków toksycznych w spalinach silników okrętowych.....	146
6.	Metody zmniejszania emisji związków toksycznych w silnikach okrętowych.....	153
6.1.	Wprowadzenie	153
6.2.	Metody pierwotne	154
6.2.1.	Sposoby konstrukcyjne redukcji związków toksycznych	154
6.2.2.	Dodatkowe układy redukujące tlenki azotu w spalinach	166
6.2.3.	Wpływ wielkości regulowanych na emisję związków toksycznych	180
6.3.	Metody wtórne	185
6.3.1.	Charakterystyka katalitycznych metod redukcji tlenków azotu	185
6.3.2.	Katalityczna konwersja tlenków azotu z zastosowaniem amoniaku jako reduktora.....	186
6.3.3.	Przykłady stosowania metody SCR w silowniach statków	191
6.3.4.	Katalityczna konwersja tlenków azotu z zastosowaniem węglowodorów jako reduktora	197
6.3.5.	Elektrokataliza	199
6.3.6.	Zimna (nietermiczna) plazma	200
6.4.	Odsiarczanie spalin wylotowych.....	201
6.4.1.	Charakterystyka metod oczyszczania spalin z tlenków siarki.....	201
6.4.2.	Wpływ płukania spalin wodą morską na naturalny obieg siarki.....	206
6.4.3.	Adaptacja metod odsiarczania wodą morską do warunków statkowych	207
6.4.4.	Zagadnienia ekonomiczne związane z metodami odsiarczania spalin w warunkach statkowych	215
6.5.	Sposoby zmniejszania emisji cząstek stałych.....	216
6.6.	Katalityczne utlenianie spalin wylotowych	218
7.	Modelowanie procesów emisji spalin okrętowych silników napędu głównego w rzeczywistych warunkach eksploatacji	219
7.1.	Czynniki determinujące emisję spalin.....	219
7.2.	Charakterystyki ekologiczne silników okrętowych.....	225
7.3.	Modelowanie warunków pracy silników okrętowych napędu głównego w eksploatacji morskiej	230
7.3.1.	Wprowadzenie do modelowania procesów w silnikach okrętowych	230
7.3.2.	Dynamika okrętu.....	233
7.3.3.	Opór i napęd okrętu	241

7.3.4. Badania statycznych warunków pracy silników okrętowych.....	246
7.3.5. Analiza procesów determinujących emisję spalin z okrętowych tłokowych silników spalinowych napędu głównego.....	253
7.4. Struktura sterowania ruchem statku	257
7.5. Dynamika statku w układzie sterowania prędkością pływania	259
7.6. Wpływ warunków hydrometeorologicznych na eksploatację okrętowych tłokowych silników spalinowych napędu głównego statków morskich	263
7.6.1. Dynamika środowiska.....	263
7.6.2. Opór okrętu w szczególnych warunkach pływania.....	268
7.7. Modelowanie ruchu statków po określonym akwencie w celu wyznaczenia natężenia emisji związków szkodliwych	275
7.7.1. Matematyczny opis drogi statku	275
7.7.2. Modelowanie ruchu statków po określonym akwencie	283
7.8. Analiza możliwości wykorzystania informacji uzyskanych z systemu AIS do modelowania ruchu statków po określonym akwencie	291
7.8.1. Systemy monitorowania ruchu statków	291
7.8.2. Charakterystyka systemu AIS	296
7.8.3. Pozyskanie danych statystycznych strumieni ruchu statków	300
8. Wieloaspektowa metoda wyznaczania emisji związków toksycznych okrętowych silników głównych i pomocniczych.....	303
8.1. Teoretyczne podstawy modelowania emisji spalin z silników okrętowych	303
8.2. Analiza metod szacowania i modelowania emisji związków szkodliwych w spalinach.....	307
8.3. Założenia do modelu szacowania emisji związków szkodliwych w spalinach silników głównych statków pływających po określonym akwencie	323
8.4. Obliczanie mocy chwilowej silnika z uwzględnieniem oporów okrętu	330
8.4.1. Obliczanie chwilowej mocy efektywnej silnika napędowego bez uwzględnienia warunków pływania (stan morza 0 ^o B)	330
8.4.2. Korekta osiąągów okrętu ze względu na przyrost oporów spowodowanych wpływem warunków pływania (wpływ wiatru i fali na opory okrętu)	337
8.5. Obliczanie wartości emisji związków szkodliwych w spalinach okrętowych silników głównych	340
9. Wyznaczanie emisji związków szkodliwych w spalinach okrętowych silników głównych w warunkach rzeczywistej eksploatacji.....	351
9.1. Wprowadzenie	351
9.2. Statyczne testy badania silników okrętowych	352
9.3. Stochastyczny model procesu eksploatacji okrętowego tłokowego silnika głównego	358
9.4. Metodyka tworzenia charakterystyk dynamicznych emisji zanieczyszczeń okrętowych silników spalinowych	363
10. Zakończenie.....	371
Literatura.....	381