

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «ОДЕСЬКА МОРСЬКА АКАДЕМІЯ»

Навчально-науковий інститут навігації

Кафедра морських перевезень

ДИПЛОМНА РОБОТА МАГІСТРАНТА

Спеціальність 271 Морський та внутрішній водний транспорт
Спеціалізація 271.01 Навігація і управління морськими суднами

ВОЛОШИНА МАКСИМА КОСТЯНТИНОВИЧА

(прізвище, ім'я по-батькові)

Тема роботи: **Комплексне опрацювання та дослідження етапів переходу судна «Erotokritos» за маршрутом Роттердам – Пунта Кардон**

Підпис магістранта _____

Завідувач кафедри _____

Керівник _____

Рецензент _____

Нормоконтроль _____

м. Одеса
2025 рік

НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «ОДЕСЬКА МОРСЬКА АКАДЕМІЯ»

Навчально-науковий інститут навігації

кафедра морських перевезень

спеціалізація 271.01 Навігація і управління морськими суднами

"ЗАТВЕРДЖУЮ"

Завідувач кафедри

" 28 " 08 2025 р.

ЗАВДАННЯ

по дипломній роботі магістранта

ВОЛОШИНА МАКСИМА КОСТЯНТИНОВИЧА

(прізвище, ім'я, по батькові)

1. **Тема роботи:** **Комплексне опрацювання та дослідження етапів переходу судна «Erotokritos» за маршрутом Роттердам – Пунта Кардон**
затверджена наказом по НУОМА від " ____ " ____ грудня 2025 р. № ____
2. Строк здачі курсантом закінченої роботи " 01 " ____ грудня 2025 року
3. Вхідні дані до роботи:
 1. Методичні вказівки для виконання магістерської роботи
 2. Суднова документація: Ship Particulars, Maneuvering Booklet, Wheelhouse poster, General Arrangement, Stability Booklet, Capacity Plan With Deadweight Scale тощо
 3. Основна нормативно-довідкова інформація, конвенції і кодекси
 4. Статистичні данні конференції ООН за останні роки
4. Зміст розрахунково-пояснювальної записки (перелік питань, що підлягають розробці):
 1. Характеристики судна
 2. Аналіз, оцінка та планування та розміщення вантажів
 3. Обробка та розміщення вантажів
 4. Оцінка морехідних якостей судна
 5. Конструктивні особливості суднових систем на танкерах-хімовозах
5. Перелік графічного матеріалу:
 1. Схематичне креслення судна
 2. Графічний план переходу
 3. Вантажний план
 4. Колектор вантажних ліній на танкері-хімовозі
 5. Схема стандартної системи "Power Pack"

6. Консультанти по роботі з вказанням розділів, що до неї відносяться:

Розділ	ПІБ консультанта	Підпис і дата
1. Характеристики судна	проф. Ніколаєва Л.Л.	
2. Аналіз, оцінка та планування навігаційного переходу	проф. Ніколаєва Л.Л.	
3. Обробка та розміщення вантажів	проф. Ніколаєва Л.Л.	
4. Оцінка морехідних якостей судна	проф. Ніколаєва Л.Л.	
5. Конструктивні особливості суднових систем на танкерах-хімовозах	проф. Ніколаєва Л.Л.	
6. Розрахунок економічних показників роботи судна в рейсі (кафедра «Менеджменту і економіки морського транспорту»)	проф. Ніколаєва Л.Л.	
7. Охоронні заходи та цивільна оборона на судні (кафедра «Судноводіння»)	проф. Ніколаєва Л.Л.	

7. Календарний план дипломної роботи магістранта

№ з/п	Назва етапів роботи	Строк виконання етапів роботи	Примітка
1.	Характеристики судна	28.08.2025 - 10.09.2025	виконано
2.	Аналіз, оцінка та планування навігаційного переходу	11.09.2025 - 25.09.2025	виконано
3.	Обробка та розміщення вантажів	26.09.2025 - 01.10.2025	виконано
4.	Оцінка морехідних якостей судна	02.10.2025 - 09.10.2025	виконано
5.	Конструктивні особливості суднових систем на танкерах-хімовозах	10.10.2025 - 20.11.2025	виконано
6.	Розрахунок економічних показників роботи судна в рейсі	21.11.2025 - 25.11.2025	виконано
7.	Охоронні заходи та цивільна оборона на судні	26.11.2025 - 28.11.2025	виконано

Дата видачі завдання 28.08.2025

Керівник _____ Завдання до виконання прийняв _____

Магістерська робота містить стор., рис., табл. і використаних джерела.

Виконано аналіз конструктивних особливостей суднових систем на танкерах-хімовозах.

Описано техніко-експлуатаційні данні по судну «Erotokritos».

Виконані всі пункти навігаційної проробки рейсу.

Складено вантажний план та виконані розрахунки остійності, яка відповідає усім вимогам остійності ІМО.

Виконана оцінка економічних показників рейсу.

Розглянуті питання з безпеки судноплавства.

Ключові слова: перевезення хімічних вантажів, особливості систем танкерів-хімовозів, хімічний вантаж, вантажна система, вантажний танк, насос.

The master's thesis contains p., fig., table. and the sources used.

An analysis of the structural features of ship systems on chemical tankers was performed.

The technical and operational data on the ship «Erotocritos» are described.

All navigation navigation items have been completed.

A cargo plan has been drawn up and stability calculations have been completed, which meet all IMO stability requirements.

The economic performance of the flight was evaluated.

The issues of navigation safety are considered.

Key words: chemical cargo transportation, features of chemical tanker systems, chemical cargo, cargo system, cargo tank, pump.

ЗМІСТ

ВСТУП.....	
1 ХАРАКТЕРИСТИКИ СУДНА.....	
1.1 Загальні відомості і головні розміри судна	
1.2 Транспортно-експлуатаційні характеристики судна.....	
1.3 Маневрені характеристики.....	
1.4 Навігаційне обладнання	
1.5 Забезпечення непотоплюваності	
2 АНАЛІЗ, ОЦІНКА ТА ПЛАНУВАННЯ НАВІГАЦІЙНОГО ПЕРЕХОДУ	
2.1 Загальні вимоги до аналізу та плануванню навігаційного переходу.....	
2.2 Оцінка запланованого переходу	
2.2.1 Підготовка для прийому та обміну навігаційною інформацією на переході.....	
2.2.2 Збір та аналіз гідрометеорологічної інформації	
2.2.3 Збір та аналіз навігаційної інформації при прибережному плаванні .	
2.3 Навігаційні розрахунки для забезпечення безпеки плавання.....	
2.3.1 Розрахунок ортодромії.....	
2.3.2 Складання маршрутних листів	
2.3.3 Графічний план переходу.....	
2.3.4 Розрахунок природної освітленості	
2.3.5 Розрахунок висот приливів та побудова графіків приливів	
2.4 Висновки	
3 ОБРОБКА ТА РОЗМІЩЕННЯ ВАНТАЖІВ	
3.1 Транспортні характеристики вантажів	
3.1.1 Наливні вантажі.....	
3.2 Підготовка вантажних приміщень до прийому вантажів та документальне оформлення морського перевезення	
3.3 Розрахунок чистої вантажопідйомності судна	

3.4	Складання вантажного плану	
3.5	Характеристика експлуатаційних умов рейсу	
4	ОЦІНКА МОРЕХІДНИХ ЯКОСТЕЙ СУДНА.....	
4.1	Розрахунок водотоннажності і координат центра ваги судна.....	
4.2	Розрахунки посадки і початкової остійності.....	
4.3	Контроль остійності за матеріалами Інформації	
4.4	Розрахунок і побудова діаграм остійності	
4.5	Розрахунки нормованих параметрів остійності.....	
4.6	Перевірка виконання рекомендованих ІМО критеріїв остійності.....	
4.7	Контроль загальної поздовжньої міцності судна	
5	КОНСТРУКТИВНІ ОСОБЛИВОСТІ СУДНОВИХ СИСТЕМ НА ТАНКЕРАХ-ХІМОВОЗАХ	
5.1	Конструкція корпусу танкерів-хімовозів.....	
5.2	Вантажна система на танкері-хімовозі	
5.3	Покриття вантажних танків на танкерах-хімовозах.....	
5.4	Система підігріву вантажу на танкері-хімовозі.....	
5.5	Газовідвідна система на танкерах	
5.6	Системи інертних газів і азотного захисту вантажу на танкерах-хімовозах.....	
6	РОЗРАХУНОК ЕКОНОМІЧНИХ ПОКАЗНИКІВ РОБОТИ СУДНА В РЕЙСІ.....	
6.1	Рейсове завдання.....	
6.2	Розрахунок кількісних експлуатаційних показників роботи судна в рейсі.....	
6.3	Розрахунку якісних експлуатаційно-економічних показників роботи судна в рейсі.....	
6.4	Прогнозування роботи судна за експлуатаційний період.....	
6.5	Оцінка ефективності виконаного рейсу і роботи судна за експлуатаційний період.....	
7	ОХОРОННІ ЗАХОДИ ТА ЦИВІЛЬНА ОБОРОНА НА СУДНІ	

7.1 Прогнозування наслідків надзвичайної ситуації на об'єкті морського транспорту	
7.1.1 Вихідні дані	
7.1.2 Оцінка масштабів хімічного зараження території.....	
7.1.3 Висновки і рекомендовані заходи зменшення людських втрат	
7.1.4 Стандартні робочі процедури по залишанню судна після здійснення терористичного акту, що призвів до незворотних руйнувань судна	
ВИСНОВКИ.....	
СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ.....	

ВСТУП

Актуальність теми дослідження. Розвиток індустрії перевезень хімічних речовин, а також специфіка небезпек, які представляють вантажі, що перевозяться привів до введення спеціальних вимог до танкерів-хімовозів щодо їх конструкції, розмірами танків, правил і обмежень щодо скидання хімічних речовин тощо.

Перевезенням небезпечних вантажів приділяється особлива увага, зокрема перевезенням рідинних складних хімічних сполук. Такі речовини володіють широким спектром властивостей і можливих реакцій, що робить перевезення таких вантажів складним технологічним процесом, який вимагає наявності великого обсягу знань і умінь оператора морських перевезень, а так само особливого підходу до кожного вантажу.

Мета та завдання дослідження полягають у визначенні конструктивних особливостей суднових систем на танкерах-хімовозах, щоб сформувані необхідні знання у оператора морських перевезень щодо роботи з системою підігріву вантажу, інертних газів та азотної захисної атмосфери.

Об'єктом дослідження є процес перевезення рідких хімічних речовин танкерним флотом.

Предметом дослідження є технологічні і конструктивні особливості танкерів-хімовозів, що працюють в міжнародному судноплавстві.

Методи дослідження: Зокрема були використані теоретичні методи – історичний метод (проаналізовано основні етапи розвитку конструкції), системний підхід (аналіз обґрунтованості конструктивних рішень на танкерах-хімовозах з метою догляду за вантажем).

Наукова новизна полягає у виявленні конструктивних особливостей танкерів-хімовозів, для узагальнення технології перевезення різних видів рідинних хімічних вантажів танкерним флотом.

РОЗДІЛ 1

ХАРАКТЕРИСТИКИ СУДНА

1.1 Загальні відомості і головні розміри судна

Основні відомості про судно на якому виконувався рейс представлені у вигляді табл. 1.1 [2].

Таблиця 1.1 – Основні відомості про судно

№	Назва характеристики	Опис характеристики
1.	Назва судна	Erotokritos
2.	Тип судна	Tanker
3.	Позивний сигнал судна	C6HT7
4.	ІМО №	9978377
5.	ММСІ №	636019072
6.	Рік і місце будівництва	2024, Sumitomo Heavy Marine Yokosuka
7.	Клас Регістра	RL ∇ 100A1, Double Hull Oil Tanker, CSR, ESP, Occasional Helicopter Landling Area, Ship Right(CM, ACS(B,C)), *IWS, LI, ASPM4, ECO(BIO, EAL, EEDI-3, NOx3, P, VECS-L) ∇ LMS, IGS, UMS, BWTS*, EGCS(Open, Partial), EGCN(SCR, EGR) Ⓔ, ∇ AMS, ∇ ACCU, CPS, AB-CM
8.	Порт приписки	Нассау
9.	Судновласник:	Herodotus Shipping SA
10.	Менеджмент:	Alberta Shipmanagement LTD.
11.	Довжина найбільша (L), м:	243,8
12.	Довжина між перпендикулярами (L_{LL}), м:	139,67

Продовження табл. 1.1

1	2	3																																												
13.	Ширина найбільша (В), м:	44,04																																												
14.	Висота борту до верхньої палуби (Н), м:	21,55																																												
15.	Найбільше осідання (Т), м:	Тл = 15,218; Тт = 15,553; Тз = 14,903																																												
16.	Осадка (Т) в повному вантажу і порожньому, м:	Тmax = 15,218; Тmin = 2,72																																												
17.	Водотоннажність, т: в повному вантажу (Δ): порожньому (Δ0):	135364,7; 20425,7																																												
18.	Повна вантажопідйомність (Δw), т:	114939																																												
19.	Головний двигун: тип: потужність, кВт: частота обертання, об/хв.:	MAN-B&W; 6G60ME-C10 1 set; 10300 76,2																																												
20.	Режими роботи головного двигуна	<table><tr><th>Engine order</th><th>RPM</th><th>Scantling Full Load (kts)</th><th>Normal Ballast (kts)</th></tr><tr><td>Full Sea Ahead</td><td>76.2</td><td>14.6</td><td>15.8</td></tr><tr><td>Full Ahead</td><td>56</td><td>10.9</td><td>12.4</td></tr><tr><td>Half Ahead</td><td>46</td><td>8.9</td><td>10.4</td></tr><tr><td>Slow Ahead</td><td>32</td><td>6.1</td><td>7.2</td></tr><tr><td>Dead Slow Ahead</td><td>24</td><td>4.5</td><td>5.3</td></tr><tr><td>Dead Slow Astern</td><td>-24</td><td></td><td></td></tr><tr><td>Slow Astern</td><td>-32</td><td></td><td></td></tr><tr><td>Half Astern</td><td>-46</td><td></td><td></td></tr><tr><td>Full Astern</td><td>-56</td><td></td><td></td></tr><tr><td>Emergency Full Astern</td><td>-61</td><td></td><td></td></tr></table>	Engine order	RPM	Scantling Full Load (kts)	Normal Ballast (kts)	Full Sea Ahead	76.2	14.6	15.8	Full Ahead	56	10.9	12.4	Half Ahead	46	8.9	10.4	Slow Ahead	32	6.1	7.2	Dead Slow Ahead	24	4.5	5.3	Dead Slow Astern	-24			Slow Astern	-32			Half Astern	-46			Full Astern	-56			Emergency Full Astern	-61		
Engine order	RPM	Scantling Full Load (kts)	Normal Ballast (kts)																																											
Full Sea Ahead	76.2	14.6	15.8																																											
Full Ahead	56	10.9	12.4																																											
Half Ahead	46	8.9	10.4																																											
Slow Ahead	32	6.1	7.2																																											
Dead Slow Ahead	24	4.5	5.3																																											
Dead Slow Astern	-24																																													
Slow Astern	-32																																													
Half Astern	-46																																													
Full Astern	-56																																													
Emergency Full Astern	-61																																													
21.	Швидкість судна, вузл.: завантаженого: в баласті:	14,6 (Full sea); 15,8 (Full sea)																																												
22.	Гребний гвинт: кількість лопастей, од.: діаметр та крок гвинта, мм.:	FPP 4; 7900; 5911;																																												

Продовження табл. 1.1

1	2	3
	дискове відношення: напрямок обертання:	0,7; Right
23.	Тип керма:	electrohydraulic
24.	Тип стернової машини:	Full-Spade type
25.	Судова електростанція: Склад суднової радіоапаратури відповідає вимогам районів А3 та включає в себе:	VHF RT2048, VHF DSC RM2042, SART(2), NAVTEX RECEIVER NT-900, EPIRB, JRC-MCU 331F – GMDSS Communication Console, HF SSB RE 2100, HF SSB DSC WATCHRECEIVER RM 2150, Inmarsat-C JUE-85
26.	Валова реєстрова місткість:	60177
27.	Чиста реєстрова місткість:	35972
28.	Добова витрата палива, т/добу: на ходу: важке паливо (HFO), т: дизельне паливо (DFO): на стоянці: дизельне паливо (DFO):	 45,5; 2,5 3,2
29.	Координати центру мас порожнього судна:	Z = 12,28 м; X = -10,73 м

1.2 Транспортно-експлуатаційні характеристики судна

1. Схематичний план бокового виду судна з розташуванням приміщень для вантажів і запасів представлено у формі рис. 1.1 [2].

2. План верхньої палуби судна (вид зверху) показаний на рис. 1.2.

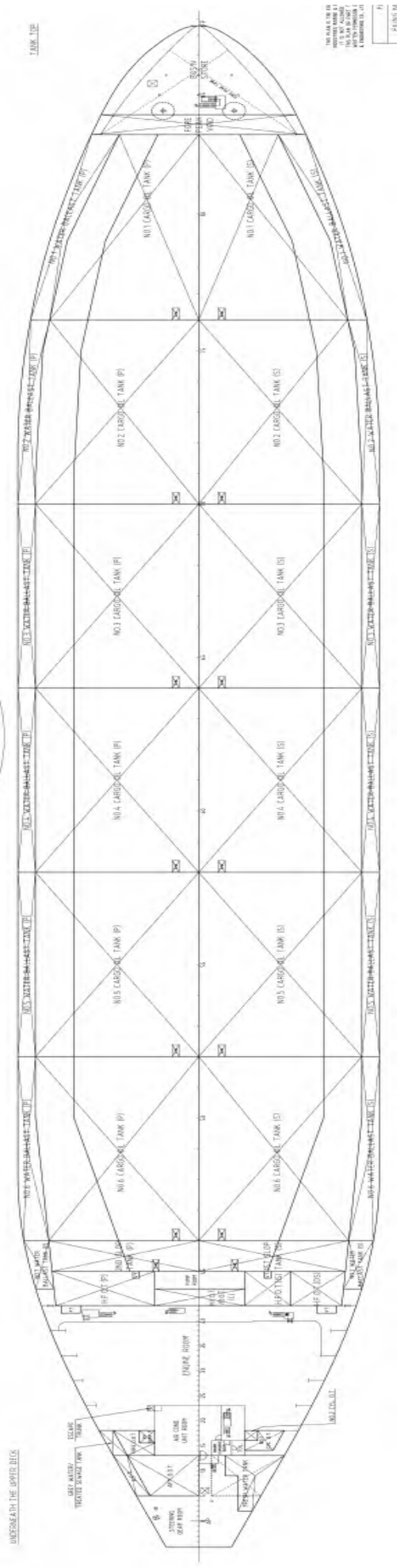
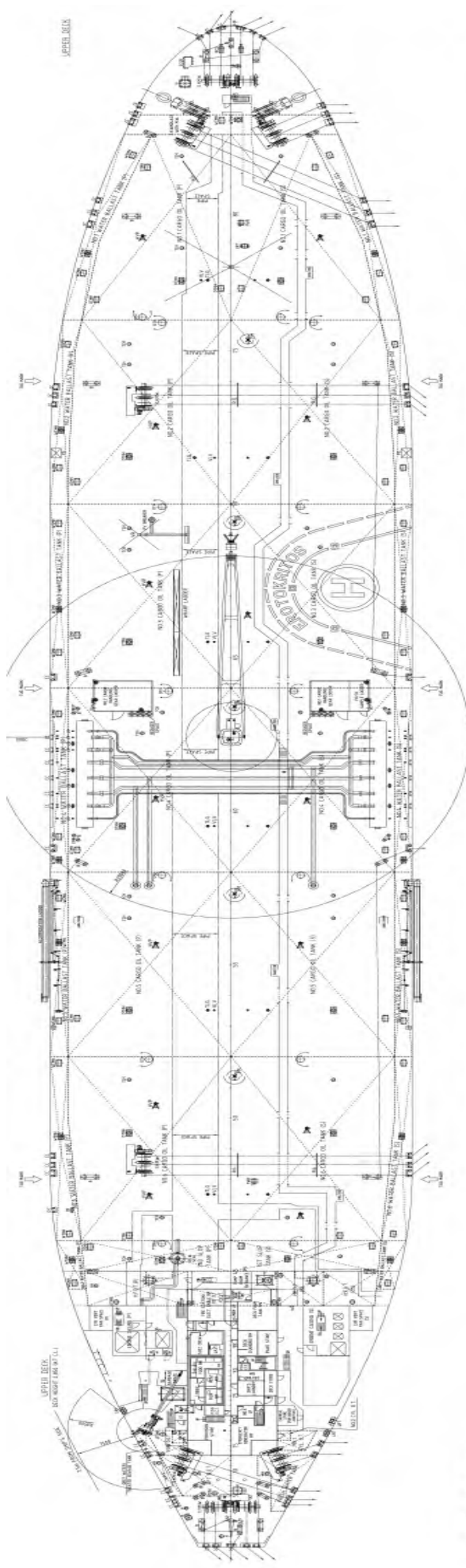


Рисунок 1.2 – План верхньої палуби судна (вид зверху)

3. Вантажна шкала судна показана на рис. 1.3

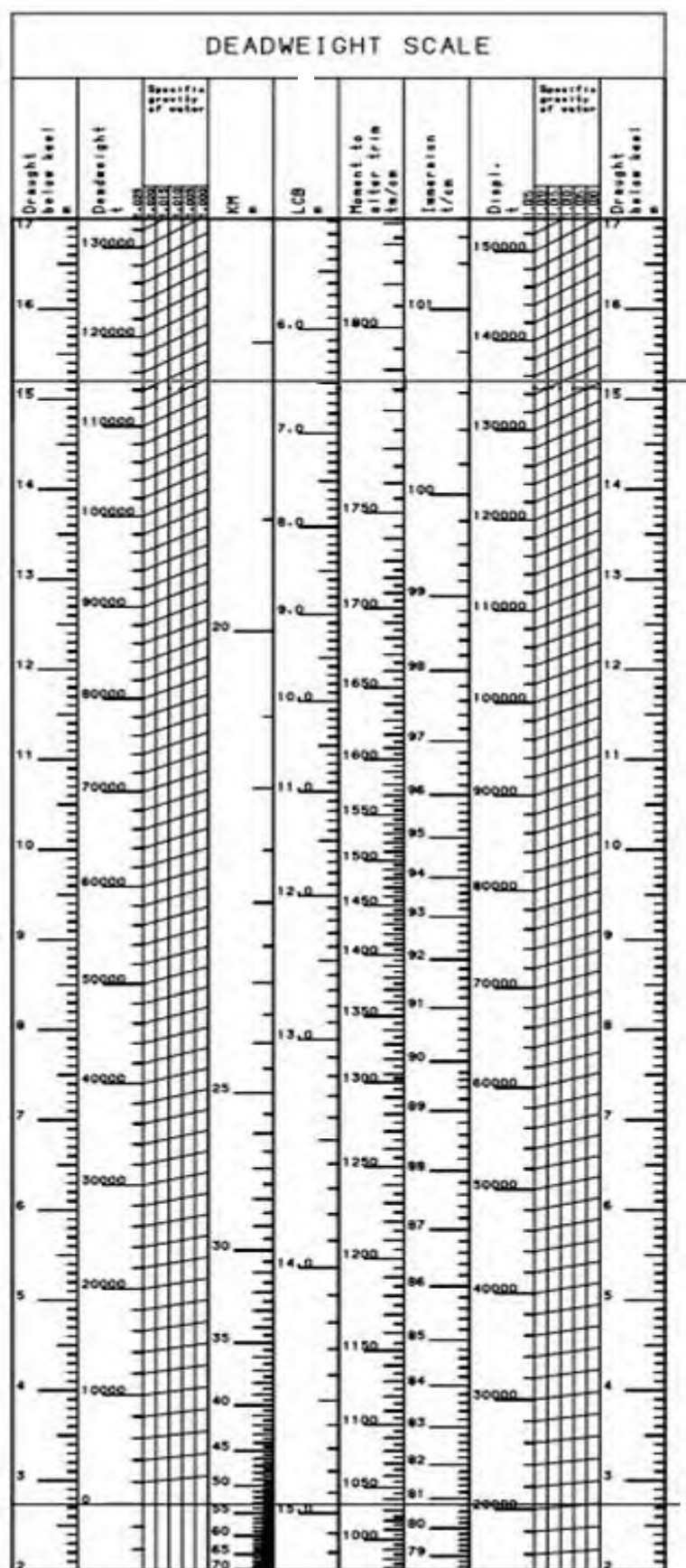


Рисунок 1.3 – Вантажна шкала судна

1.3 Маневрені характеристики

Маневрені характеристики судна представлені у вигляді «Wheelhouse poster» на рис. 1.4 та рис. 1.5 [2].

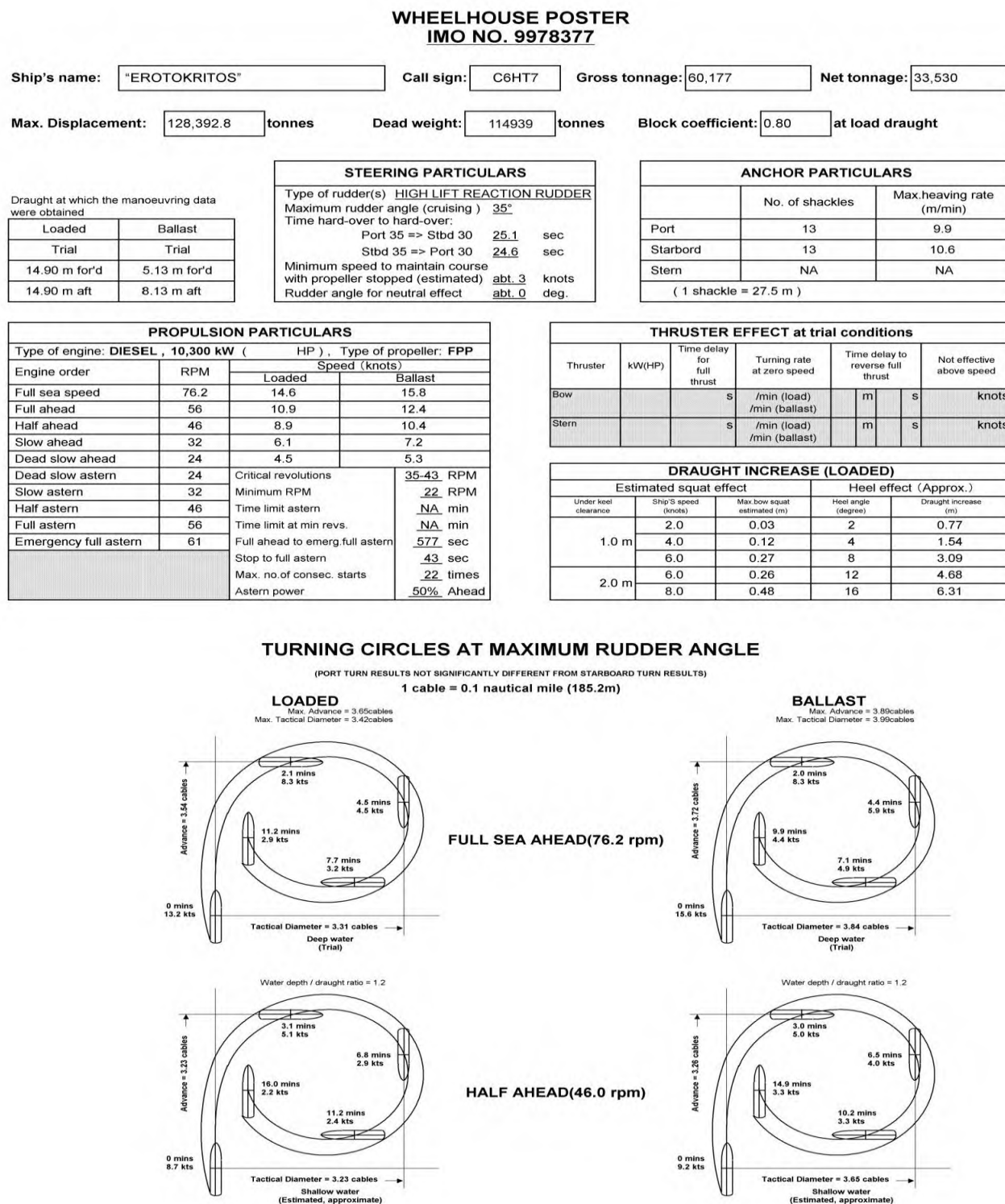


Рисунок 1.4 – Маневрені характеристики судна (Частина 1)

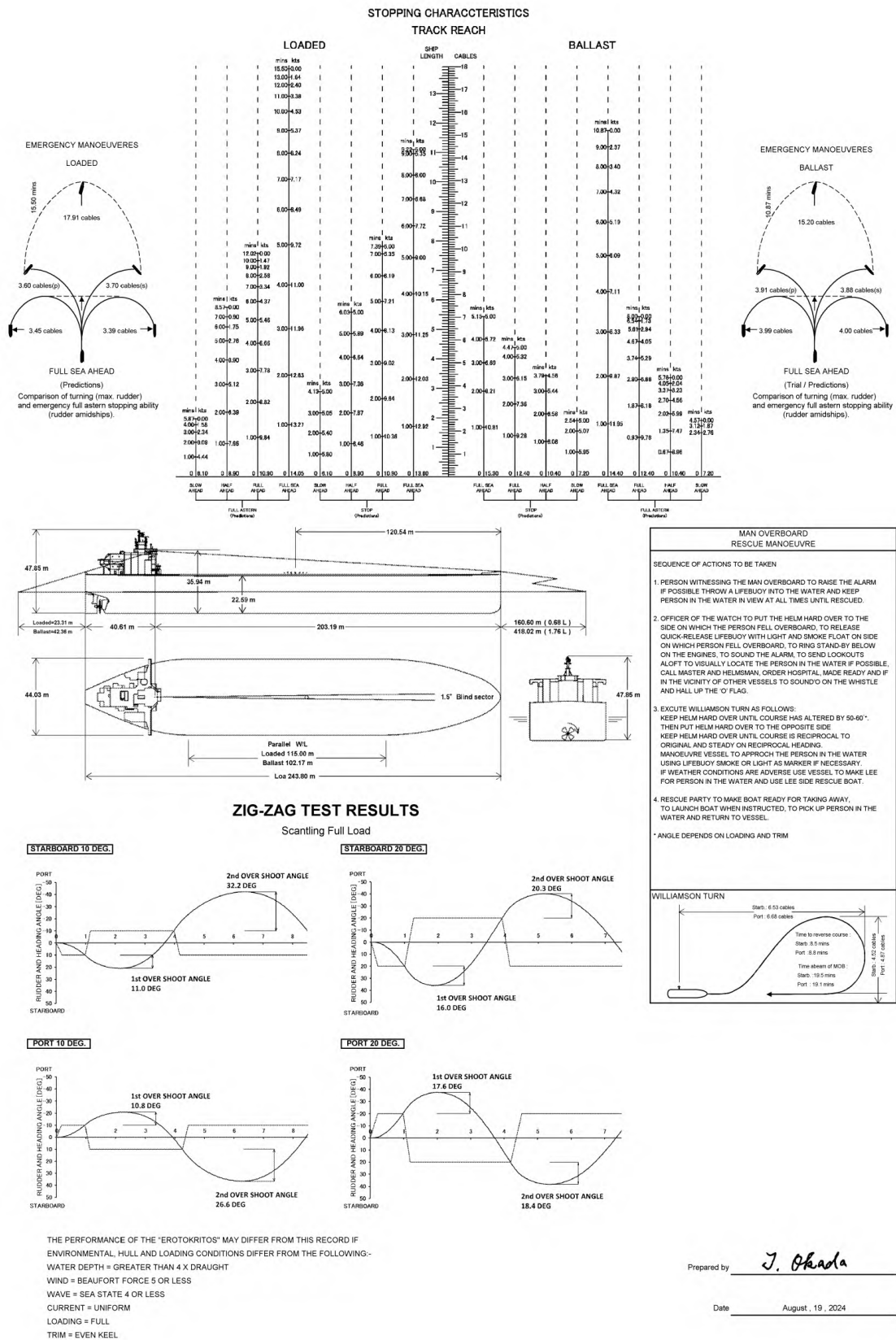


Рисунок 1.5 – Маневрені характеристики судна (Частина 2)

1.4 Навігаційне обладнання

Навігаційне устаткування судна представлено у формі табл. 1.2.

Таблиця 1.2 – Технічні засоби навігації

Прилад, система	Тип і марка
Магнітний компас	Magnetic compass SPERRYMARINE
Гірокомпас (ГК)	Gyro Compass TOKIMEC TG-5000
Лаг	Furuno, DS-50
AIS	SAAB 4
Радіолокатор	FURUNO
ПІ CHC (GPS)	FURUNO GP-31
Ехолот	F2000 SAM 4620
Автокермовий пристрій	RUMB autopilot
ECDIS	Navisailor 4000

Точносні характеристики ТЗН судна представлено в табл. 1.3.

Таблиця 1.3 – Точносні характеристики ТЗН на судні

Тип, марка ТЗН	Умови	Вимірювані навігаційні параметри	СКП одного вимірювання
Гуго Compass TOKIMEC TG-5000	Зображення, рухоме судно	Курс / пеленг	1,0 °
РЛС FURUNO	Електронний візир Шкали до 3 миль Шкали більше 3 миль	пеленг дистанція дистанція	0,5 ° 1,0% від D 0,5% від D
Ехолот	Глибини 0-20 м Глибини 20-2000 м	глибина глибина	± 0,2 м 1-1,5% від глибини

Оснащення ТЗН судна відповідає вимогам Конвенції СОЛАС-74.

1.5 Забезпечення непотоплюваності

Забезпечення непотоплюваності судна досягається конструктивними заходами, що зберігають плавучість і остійність при пошкодженні корпусу, наприклад, затопленні відсіків. Корпус судна є герметичним, за винятком горловини ланцюгового ящика. Всі інші закриття в корпусі судна герметичні. Судно має подвійне дно. Вздовж обох бортів головної палуби є система водовідливних шпигатів.

Конструктивно непотоплюваність судна забезпечується також пристроєм на судні осушувальних систем, вимірювальних труб, водонепроникних закриттів і т.п. Судно, побудоване з центральною суцільною перегородкою для всіх вантажних танків, а також є засоби для інертування баластних танків та інших порожніх приміщень

Водонепроникний підрозділ розподіляється на поперечні перегородки, що розташовані на шпангоутах, які розділені між собою водонепроникними перегородками та водонепроникними палубами.

Баластова система призначена для зміни крену та диференту судна шляхом прийому води з-за борту в баластні танки та з них з-за борт. В табл. 1.4 наведені характеристики баластного обладнання судна [2].

Таблиця 1.4 – Характеристики баластних насосів танкера

Particular	No.	Type	Capacity (m ³ /h. / mTH)	Location/ Remark
Ballast pump	2	M.D.V.C.	3000 / 35 m discharge head	Engine Room Self priming
Ballast stripping adductor	2		120 / 20	Engine Room

РОЗДІЛ 2

АНАЛІЗ, ОЦІНКА ТА ПЛАНУВАННЯ НАВІГАЦІЙНОГО ПЕРЕХОДУ

2.1 Загальні вимоги до аналізу та плануванню навігаційного переходу

Загальні вимоги щодо планування переходу містяться у вимогах кодексу з підготовки та дипломуванню моряків та несення вахти (ПДНВ-78/95) у розділі А-VIII / 2, частина 2, які формулюються наступним чином [3]:

1. Майбутній рейс має плануватися заздалегідь, беручи до уваги всю наявну до цього інформацію;

2. Старший механік повинен, проконсультувавшись з капітаном, визначити заздалегідь потреби майбутнього рейсу, беручи до уваги потреби в паливі, воді, мастильних матеріалах, хімікатах, витратних та інших запасних частинах, інструментах, запасах та інших вимог;

3. До початку кожного рейсу капітан кожного судна повинен забезпечити, щоб передбачуваний шлях з порту відходу до першого порту заходу планувався, використовуючи відповідні карти та інші навігаційні посібники, необхідні для майбутнього рейсу, що містять точну повну і відкориговану інформацію щодо тих навігаційних обмежень і небезпек, які мають постійний або передбачуваний характер, і які мають відношення до безпеки плавання суден;

4. По завершенні перевірки запланованого шляху, беручи до уваги всю що до нього інформацію, запланований шлях повинен бути прокладений на відповідних картах і бути постійно доступним для вахтового помічника капітана, який до того як лягти на відповідний курс, зобов'язаний перевірити його;

5. Якщо в ході рейсу прийнято рішення про зміну наступного порту заходу або якщо необхідно суттєво відхилитися від запланованого шляху з

інших причин, змінений шлях повинен опрацьовуватися заздалегідь, до того як він буде істотно змінений.

Планування переходу і його виконання включає в себе чотири послідовних фази [4]:

- Оцінка (Appraisal);
- Планування (Planning);
- Виконання (Execution);
- Управління (Monitoring);

Оцінка майбутнього плавання проводиться на основі зібраної інформації, яку судноводій може зібрати з таких джерел [5]:

1. Каталог карт і книг (Catalogue of Admiralty Carts and Publications NP131);

2. Навігаційних карт (Charts) – необхідно з'ясувати, на якій картографічній основі складені карти, щоб підвищити достовірність прокладки на ній обсервацій, отриманої по навігаційних супутникам;

3. Океанські шляху світу (Ocean Passage For the World) - містить відомості про кліматичні особливості районів світу, про системи океанських течій;

4. Маршрутні і лоцманські довідкові карти;

5. Лоції (Pilot Books, Sailing Directions);

6. Перелік вогнів і туманних сигналів (Admiralty List of Lights and Fog Signals);

7. Табл. приливів (Tide Tables);

8. Повідомлення мореплавцям (Notices to Mariners);

9. Інформація про радіосигналах (Radio Signal Information);

10. Радіонавігаційні і місцеві попередження (Radio and Local Warnings);

11. Посадка і остійність судна (Draft and Stability of Ship).

Планування переходу складається з трьох етапів:

1. Трансокеанські перехід і відкриті морські води;
2. Прибережні води і вузькості;
3. Ділянки лоцманської проводки.

При плануванні трансокеанського переходу вибирають шлях з урахуванням оцінки майбутніх метеорологічних умов (клімату, погоди) за багаторічними даними, а також з урахуванням фактичної погоди і її прогнозу. Необхідно враховувати також океанські течії. Визначають відстань між портами, розраховують на перехід з урахуванням штормового запасу необхідну кількість бункера, мастил, води, провізії [6].

Прибережне плавання і плавання в обмежених водах вимагає значно більшої уваги. Шлях обирають осторонь від небезпек з урахуванням систем розподілу руху. Беруть до уваги національні вимоги та обмеження при проходженні територіальних вод. Враховують час проходження найбільш складних ділянок, освітленість на цей час, дії приливних течій і т.п.

При виконанні переходу головним завданням є контроль за безпечним плаванням судна за маршрутом, заданому попередньої прокладкою шляхом безперервного ведення виконавчої прокладки. Виконавча прокладка полягає у веденні числення шляху судна на картах, визначенні місця судна, періодичної корекцією обсерваціями числення шляху, нанесенні на карту зчислимого і обсервованого місця судна.

2.2 Оцінка запланованого переходу

Відомості про підібрані карти зведені в табл. 2.1 [7].

Таблиця 2.1 – Перелік карт на перехід

Chart No.	Назва карти	Дата випуску
1	2	3
The World General Charts of the Oceans		
4011	North Atlantic Ocean – Northern Part	Aug. 2019
4012	North Atlantic Ocean Southern Part	Sep. 2019

Продовження табл. 2.1

1	2	3
The World Index of Charts at 1 : 3500000 or comparable scale		
4140	North Sea	May. 2021
4102	Western Approaches to the British Isles	Dec. 2017
4103	English Channel to the strait of Gibraltar and Arquipelago dos Acores	Apr. 2012
4104	Lisboa (Lisbon) to Freetown	Dec. 2016
4114	Arquipelago dos Acores to Flemish Cap	Sep. 2015
4407	Trinidad to the Mid-Atlantic Ridge	Oct. 2017
4400	The West Indies	Jul. 2016
4402	Caribbean Sea	Jan. 2014
Routening Charts and Plans		
1406	Dover and Calais to Orford Ness and Scheveningen	Jun. 2021
1610	Approaches to the Thames Estuary	Oct. 2018
1630	West Hinder & Outer Gabbard to Vlissingen & Scheveningen	Jun. 2019
323	Dover Strait Eastern Part	Jun. 2021
2675	English Channel	Mar. 2021
1892	Dover Strait Western Part	Sep. 2019
2451	Newhaven to Dover and Cap D'antifer to Cap Griz-Nes	Dec. 2015
2656	English Channel-Central Part	Dec. 2020
2450	Anvil Point to Beachy Head	Feb. 2018
2454	Start Point to The Needles including Off Casquets TSS	Feb. 2018
2655	English Channel Western Entrance	Mar. 2013
3689	Eastern Part of Haiti to Puerto Rico including Mona Passage	Jul. 1950
472	Mona Passage	Dec. 2000
1966	Carupano to Punta Gallinas Including Isla de Aves	-

Продовження табл. 2.1

1	2	3
2194	Punta Macolla to Punta Gallinas Including	Jan. 2017
2190	Punta Salinas to Punta Cardon	Jul. 2017
Non-Navigational Charts		
5124(6)	Routening Chart – North Atlantic Ocean-June	Dec. 2011
D6083	Load Line Regulations	Apr. 1999
5006	The World Time Zone	Dec. 2012
5000	Astronomical Chart– Azimuth Diagram – Modified Weir (Latitude 0°-65°)	Oct. 1950
5049	Instructional Chart – English Channel	Oct. 1987
5052	Instructional Chart – Dover Strait	Nov. 1977
5058	Co-Tidal and Co -Range Lines- British Isles and adjacent waters	Mar. 1996
5095C	Gnomonic Chart – North Atlantic, showing curves for obtaining true bearings of Gibraltar	-
5375	Magnetic Variation Chart – Magnetic Variation, annual rates of change – North Atlantic Ocean and Mediterranean Sea	-
5004	Plotting Diagram – Diagram to facilitate the plotting of dead reckoning position lines and other navigational problems	-
5015	Diagram to facilitate the obtaining of a ship's position by Summer's method	-
D6018	Plotting Sheet for Astro Fixing	-
D6067	Instructional Chart – Use of Symbols And Abbreviations (As recommended by IHO)	Dec. 2011

Список публікацій на перехід представлено у табл. 2.2 [8, 9].

Таблиця 2.2 – Перелік публікацій на перехід

Номер	Назва посібника
1	2
Admiralty List of Radio Signals	
281(1)	Part 1, Maritime Radio Stations: Europe, Africa and Asia
281(2)	Part 2, Maritime Radio Stations: The Americas, Far East and Oceania
Radio Aids to Navigation, Satellite Navigation Systems, Legal Time, Radio Time Signals and Electronic Position Fixing Systems	
283(1)	Part 1, Maritime Safety Information Services: Europe, Africa and Asia
283(2)	Part 2, Maritime Safety Information Services: The Americas, Far East and Oceania
284	Meteorological Observation Stations
285	Global Maritime Distress and Safety System (GMDSS)
288	Satellite Navigation Systems
Admiralty Sailing Directions (Pilots) (ASD)	
5	South America Pilot, Vol.1
1	Africa Pilot, Vol.1
67	West Coast of Spain and Portugal Pilot
23	Gibraltar Pilot
Admiralty Tide Tables (ATT)	
201	Spain (Gibraltar)
202	East America, Mediterranean Sea and Atlantic Ocean
Miscellaneous Tidal Publications	
120	Admiralty Manual of Tides
List of Lights and Fog Signals	
80	Western Side of South Atlantic Ocean and East Pacific Ocean
77	Eastern Atlantic Ocean, Western Indian Ocean and Arabian Sea

Продовження табл. 2.2

1	2
Astronomical Publications	
313-00	The Nautical Almanac 2009
303(4)	Sight Reduction Forms (H.494)
323	Star Finder and Identifier
Miscellaneous Publications	
100	The Mariners Handbook
136	Ocean Passages for the World (4 th Edition, 1987)
131	Catalogue of Admiralty Charts and Publications - 2009
133A	Chart Correction Log and Folio index – Second Edition 1999
294	How to Correct your Charts the Admiralty Way
735	IALA Maritime Buoyage System, Edition 5, 1994
5011	Symbols and Abbreviations used on Admiralty Charts, Edition 2. 1998
	International Regulations for Collision prevention at Sea 1972 (COLREG – 72)
Software	
	Fairplay 2017 – World Shipping Encyclopedia
	Ports Guide 2017
	Program Distance Tables 2017

Підібрані матеріали охоплюють весь район плавання.

2.2.1 Підготовка до прийому та обміну навігаційною інформацією на переході

З посібника ALRS 283 вибираємо інформацію, необхідну для одержання

факсимільних карт погоди на маршруті переходу, яку зводимо в табл. 2.3 [8].

Таблиця 2.3 – Радіостанції факсимільних гідрометеорологічних передач

№	Радіостанція	Позначення і межі карти	Зміст передачі	Час передачі
1	Pinneberg (Germany)	NA 1:20000000 1:15000000 43°N 67°W – 61°N 79°E; 19°N 27°W – 27°N 33°E;	Surface pressure analysis , 24h & 48h prognosis Sea and swell, wind direction, direction of swell 24h,48h,72h,96h prognosis Relative humidity	06h 25m 06h 51m 19h 26m 06h 8m
2	Northwood (UK)	NA 1:25000000 54°N 82°W – 26°N 45°W; 54°N 51°E – 28°N 12°E;	Surface analysis Ocean fronts Sea surface temperature Thickness/GPH analysis Sea and swell 24h prognosis Significant winds 48h,72h,96h prognosis	00h 00m 12h 00 m 01h 36m 13h 36 m 14h 00m 08h 12m 11h 12m 08h 24m 21h 24m
3	New Orleans (U.S. Coast Guard)	5°S – 50°N; 0° - 70°W ; 5°N – 60°N; 0° - 100°W ;	Tropical surface analysis (E half) Cyclone danger area or high wind	0020 1220 0135 1335

З посібника ALRS 285 вибираємо інформацію про райони NAVAREA і станціях NAVTEX по маршруту переходу . Данні зводимо в табл. 2.4 [8, 9].

Таблиця 2.4 – Райони NAVAREA, станції NAVTEX на переході

№	Ділянка переходу	Район NAVAREA	Станції NAVTEX	Координатор NAVAREA
1	2	3	4	5
1	Dover Strait	I	Niton [I],[T],[E],[K]	UK

Продовження табл. 2.4

1	2	3	4	5
	English Channel		Netherlands Coastguard [P] Oostende [T], [V], [B] Corsen [A], [E]	
2	North Atlantic - West	IV	Miami, [A] Bermuda Radio, [B]	USA
3	Caribbean Sea	IV	San Juan [R] Curacao [H]	USA

З посібника ALRS 286 визначаємо наявність по маршруту контрольних постів, районів, де здійснюється керування рухом суден постами СУРС, розв'язують питання про зв'язок з контрольними станціями і постами – строках, формі та способах подачі інформації.

З'ясовують деталі зв'язку з лоцманськими станціями і операторами терміналів у портах.

Отримані відомості зводять у табл. 2.5.

Таблиця 2.5 – Зв'язок на переході та СУРС

№	Станція	Спосіб зв'язку	Канали, частоти	Примітка
1	2	3	4	5
1	Maas Pilot	VHF Telephone	16,02,03 +31 (010) 2522687	Vessels should order Pilots 12h prior to departure.
2	Nieuwe Waterweg VTS	VHF Telephone Fax	16 +31 (010) 5931600 +31 (010) 5925767	Provides licensed Deep Sea pilots for the English Channel, North Sea and Sagerrak.
3	CALDOVREP (Dover Strait), Dover Coastguard,	VHF MMSI	11 002320010	Mandatory ship reporting area for vessels over 300 gt,

Продовження табл. 2.5

1	2	3	4	5
	Dover, VTS, UK			2n.m. before entering area, 24/24h.
4	AMVER	Telephone Fax Telex	+230 127594 +1 212 6687684 +230 127594	Operated by USCG, provides aid to SAR ops. Call nearest RCC, voluntary.
5	Marine Traffic, Punta Cordon	VHF Telephone	16,13 + 507 2724201	Send ETA 48h and 24h in advance. Initial contact 12n.m. before breakwater on VHF Ch.16.

Зв'язок забезпечено на всьому переході.

2.2.2 Збір та аналіз гідрометеорологічної інформації

Узагальнюючи основні погодні умови складемо табл. 2.6 і табл. 2.7 [11].

Таблиця 2.6 – Атмосферний тиск і розшифровка «роз вітрів»

Характерис- тики за ділянками	Порт Роттердам	Атлантичний океан	Порт Пунта Кордон
1	2	3	4
Атмосфер- ний тиск, мм р. ст.	761	695	599
Направлення вітру	Повторюваність вітру, %	Повторюваність вітру, %	Повторюваність вітру, %
N	10	11	11

Продовження табл. 2.6

1	2		3		4	
NE	12		46		46	
E	5		14		14	
SE	4		0		0	
S	9		0		0	
SW	22		1		1	
W	22		1		1	
NW	13		25		25	
Результуючий вітер	Направл., румб	W	Направл., румб	NE	Направл., румб	NE
	швидк., м/с	12	швидк., м/с	18	швидк., м/с	11
Максим. швидкість вітру, м/с	Спост.	3,2	Спост.	5,1	Спост.	4,5
	Розрах.	4-8	Розрах.	4-9	Розрах.	11
Повторюваність штилів, %	3		2		2	
Схема «Рози вітрів»	Відображено на графічному плані		Відображено на графічному плані		Відображено на графічному плані	

Видимість, водний і тепловий режим атмосфери в табл. 2.7 [12].

Таблиця 2.7 – Видимість, водний і тепловий режим атмосфери, гідрометеорологічні характеристики

Характеристики за ділянками	Порт Роттердам	Атлантичний океан	Порт Пунта Кордон
1	2	3	4
Температура повітря, °С	26-29	20-27	26
Температура води, °С	23	21	24
Відносна вологість, %	80	82	84
Повторюваність туманів, %	1-2	3-6	1-2
Видимість менше 2 миль	1-3	3-7	7-11
Хмарність, бали	4-6	5-6	8
Солоність води, ‰	35,4	35,5	35,5

Продовження табл. 2.7

1		2	3	4
Щільність води, г/см ³		1,025 (1,000)	1,024	1,025
Постійні течії	назва	Пів. Атлантична	Пів. Пасатна, Канарська,	Гвінейська
	направлення	W	SW / NE	SE
	швидкість, вузл	3	2/3	2
	стійкість	≥50	≥50	≥50
Швидкість приливних течій, вузл		≥1	≥1	≥1
Висота хвиль, м	середня	≥1	≥1	≥1
	максимальна	2	10	5
Період хвиль, с		6	7	4

Описані метрологічні умови охоплюють весь район плавання.

2.2.3 Збір та аналіз навігаційної інформації при прибережному плаванні

Порт Роттердам (Rotterdam) є одним з найбільших портів світу [13]. Його річний вантажообіг перевищує 400 млн. т. Через порт проходить близько 2/3 всіх вантажів, що ввозяться в країну і вивозяться з неї, а також 3/4 всіх вантажів, що перевозяться по річці Рейн.

Основними предметами ввезення є: нафта (близько 70% від загального обсягу ввезених вантажів), руди чорних і кольорових металів, вугілля, ліс, каучук, зернові, бавовна і багато інших видів сировини. Вивозять з порту нафто-продукти (до 70% від загального обсягу вивозяться вантажів), кам'яне вугілля, хімічні товари, машини, устаткування, судна та інші види промислової продукції.

Розташування. Основним гідротехнічною спорудою, що забезпечує можливість заходу в порт Роттердам великих суден з Північного моря, є канал

Роттердамсе-Ватервег.

Максимальні розміри суден. Порт здатний приймати судна довжиною до 400 метрів, шириною до 56 метрів. Контейнерний термінал здатний приймати судна осадкою до 20,0 метрів.

Щільність води. У порту офіційна щільність води становить 1,000 кг / м³.

Лоцманська проводка. Лоцмана лоцманської станції порту Роттердам проводять судна в море і в усі порти і гавані, розташовані на каналі Роттердамсе-Ватервег і в річці Ауде-Маас; крім того, вони здійснюють проводку суден внутрішніми водними шляхами.

Контактні дані порту.

Harbour Master Rotterdam:

E-mail:harbourmaster@dirkzwager.com

Tel: +31(0)10 5925767

Pre-arrival information. Время прибытия судна к порту должно быть отослано агенту за 72,48,24 часа до прибытия.

У порту Роттердам є близько 40 гаваней, доступних для морських судів. Більшість з них являє собою басейни, вириті в мілинах і захищені від розмиву і заметів молами, дамбами і набережними. Загальна довжина причалів порту, до яких можуть швартуватися судна з осадкою 6 м і більше, близько 38 км. На фарватерах і каналах порту систематично проводяться днопоглиблювальні роботи.

Навігаційна інформація. На підходах до рукаву Зет-ван-Хук-ван-Холланд з моря необхідна навігаційна інформація передається на судна радіолокаційною станцією Пілот-Маас.

Консультації з питань навігаційної обстановки на каналах і фарватерах, ведуть до портів і гаваням в гирлі річки Маас, а також по питанням, пов'язаним з придбанням і установкою навігаційних і гідрометеорологічних приладів, можна отримати у відділенні метеорологічного інституту.

План порту Роттердам наведено на рис. 2.1.

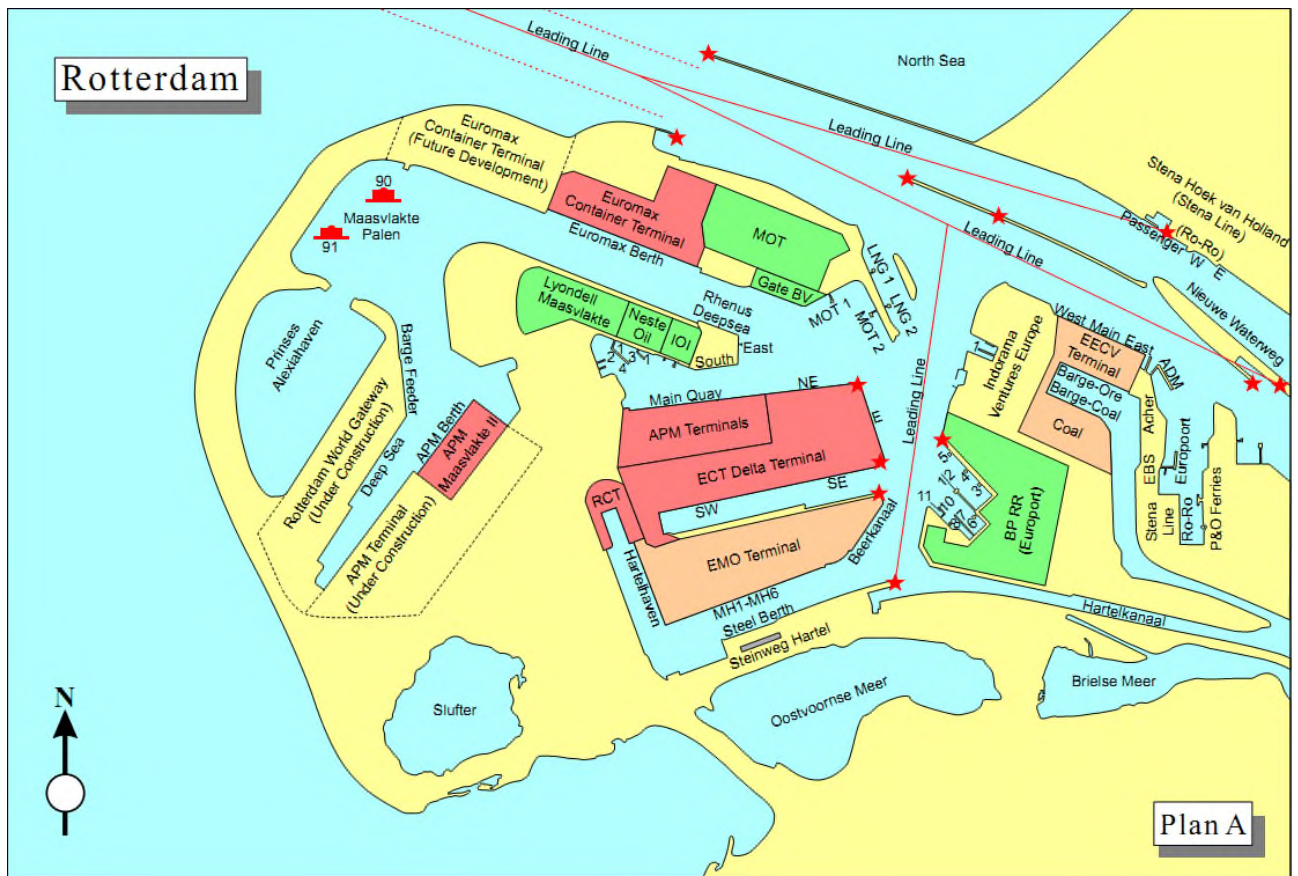


Рисунок 2.1 – План порту Роттердам

Документи. Для оформлення в порту необхідно надати наступні документи та сертифікати:

- Cargo Manifest – 2;
- Crew Effects Declaration – 3;
- Crew List – 4;
- Derat (Exemption) Certificate – 1;
- General Declaration – 1;
- ISM Certificate – 1;
- ISSC – 1;
- Maritime Declaration of Health – 1;
- Passenger List – 1;
- Safe Manning Certificate – 1;
- Ship's Register – 1;
- SOPEP – 1;

Stores List – 3.

Порт Пунта-Кардон розташований у Венесуельській затоці на південно-західному узбережжі півострова Парагвана [13]. Порт обслуговує великий нафтопереробний завод і використовується в першу чергу для експорту нафти.

Це відкритий морський порт практично без обмежень через вітри E'ly.

Приблизно 16000000 т вантажів та 195 суден, що обробляються щорічно.

В порту діє тропічна вантажна марка.

Максимальний розмір судна, що оброблено портом: довжина 274 м, осадкою 13,9 м, 120000 DWT.

Нотіс про прибуття та запити про лоцмана та інші вимоги повинні бути надіслані за 72 години до прибуття до "Марина Каракас" через радіо узбережжя Ла Гуайри.

Оформлення митниці та капітана порту готується та доставляється агентом на борт судна. Вантажні документи, такі як накладні, сертифікати якості та їх кількості, сертифікати походження вантажу підготовлені операторами терміналів передаються капітану порту для оформлення судна в порту.

Зв'язок: для передачі повідомлень рекомендується використовувати мобільне радіо, радіо Кюрасао або Марітекс. Можливий зв'язок Inmarsat.

До Пунта-Кардона рухаються із WNW за допомогою схеми розділення руху та прохід між Punta Gorda (11° 38'N 070° 14'W) та Punta Cardon, 1,5 миль SSE.

Лоцман є обов'язковим для суден, що входять або виходять з порту. Вишка лоцманів у координатах 11° 38,10'N 070 ° 15,00'W та 011 ° 36,90'N 070 ° 15,00'W.

Усі лоцмани – працівники уряду Венесуели.

Представник агента організує їх допомогу в будь-який час.

Якщо капітанові потрібно буде знехтувати накази лоцмана, щоб забезпечити безпеку судна, капітан повинен негайно подати письмовий звіт капітану порту з цього приводу через агентство, вказуючи причину своєї дії.

Якірна стоянка: В межах 2 миль від W та лінії причалу можна встати на якірну стоянку з глибинами, що змінюються від 16-30 м, основний ґрунт є іл із деяким дрібним камінням, піску, якість тримання висока.

Діапазон приливів та потоків: Нормальний діапазон приливу становить приблизно 0,28 м. Проте, спостерігались 0,45 м.

Щільність доки: 1025.

В порту є достатня кількість буксирів.

План порту представлено на рис. 2.2.

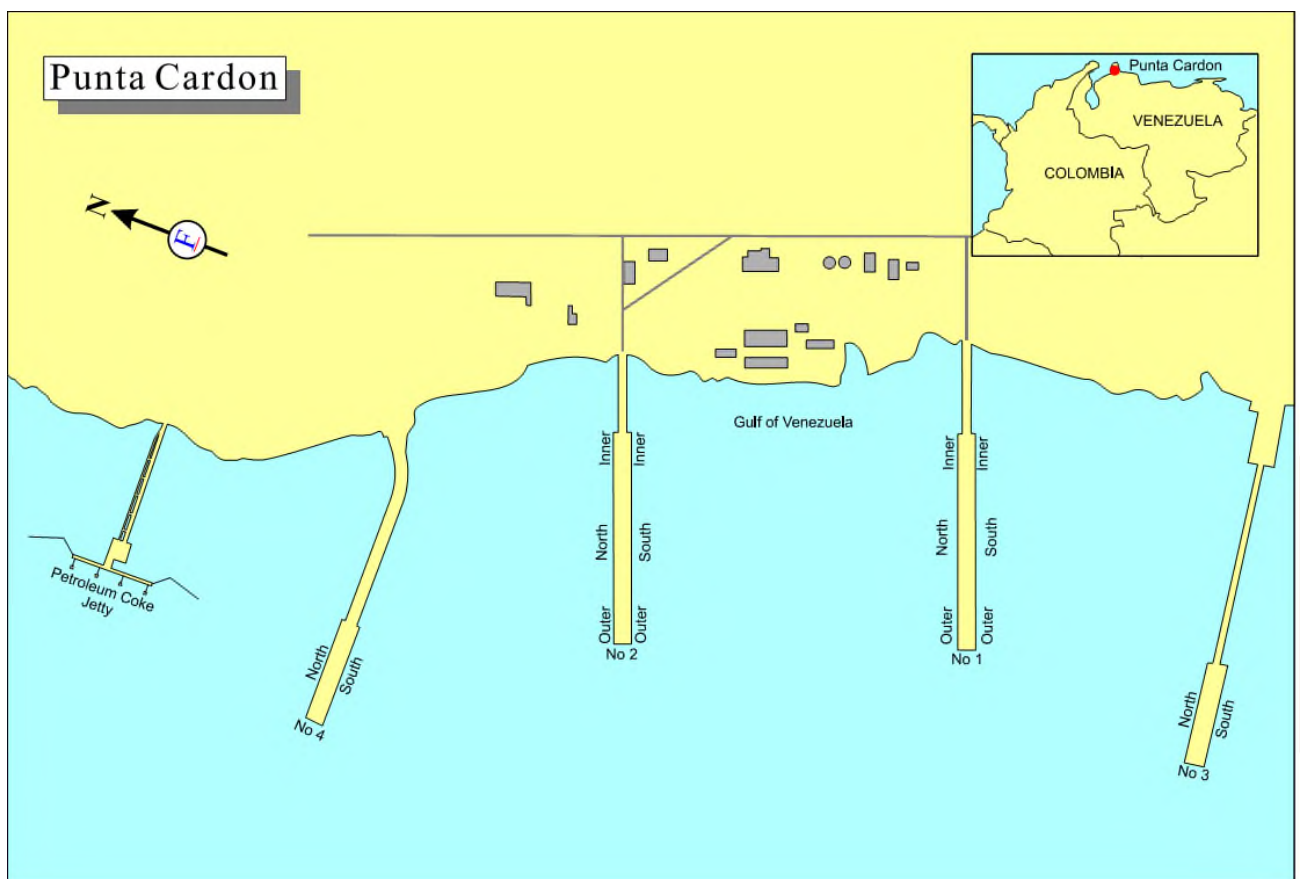


Рисунок 2.2 – План порту Пунта-Кардон

Перелік документів:

Crew Effects Declarations – 2;

Crew Lists – 6;

Cargo Manifests (discharge and transit) – 2;

Passenger (Nil) Lists – 6;

Passenger Effects Declarations – 2;

Provision Lists – 3.

Всі дані і свідчення пеленгів і дистанцій з використанням ЗНО наведені в «PASSAGE PLAN», складеного за стандартами Компанії та задовольняючого всім вимогам «Bridge Team Management» (табл. 2.8) [14, 15].

Таблиця 2.8 – ЗНО використовувані на переході

N п/п	Назва	Координати φ і λ	Дальність бачення, милі	Характери- стики
1	Maas Center	52° 00,9N 003° 48,8E	15	Iso 4s
2	Punta Castillo Grande	10° 23,5N 075° 32,7W	17	F1W15s, fi 1,0
3	Puerto Manaure	11° 47,1N 072° 26,6W	15	FLW12s, fi 1,0
4	Chichibacoa	12° 16,7N 071° 13,5W	17	F1W10s, fi 0,5
5	Punta Espada	12° 04,7N 071° 07,8W	18	F1W20s, fi 1,6
6	Monjes del Sur	12° 21,4N 070° 54,2W	25	F1W10s, fi 0,6
7	E Point entrance to river	18° 24,8N 068° 57,1W	15	F1W6s, fi 1,0
8	Cabo Rojo	17° 56,0N 067° 11,5W	20	F1W20s, fi 1,0
9	Isla de Tarifa	36° 00,1N 005° 6,4W	W 26, R 18	F1(2)W10s, fi 0,4, ec 2,1, fi 0,4 ec 7,1
10	Sagrado Corazon Breakwater	36° 00,4N 005° 36,2W	5	F1 G 5s, fi 0,5
11	Punta Altima	35° 53,9N 005° 16,8W	22	F1(2)W10s, fi 0,4, ec 2,1, fi 0,4 ec 7,1
12	Ilot au Nord	35° 54,7N 005° 28,9W	5	QW
13	Cabo Tinoso	37° 32,1N 001° 06,5W	24	F1 (1+3) W 20s, fi 0,2
14	Islote Esombreras	37° 33,5N 000° 58,5W	17	F1W 5s fi 0,2
15	Cabo de Palos	37° 38,1N 000° 41,4W	23	F1(2)W 10s fi 0,3

Описані ЗНО охоплюють весь район плавання.

2.3 Навігаційні розрахунки для забезпечення безпеки плавання

2.3.1 Розрахунок ортодромії

Однієї з головних завдань штурмана є забезпечення безпечного переходу судна з одного порту в іншій по найбільш економічно вигідному шляху з урахуванням ряду факторів, наприклад, безпека вантажу, комфортабельність пасажирів. Але насамперед звичайно є безпека судна, людей і вантажу. Основою для вибору шляху в океані є ортодромія, або дуга великого кола (ДВК), яка завжди коротше локсодромії або дорівнює їй. Найкоротший шлях по ДВК проходить у більш високих широтах і може завести в зону штормів і айсбергів, тому при плаванні необхідно враховувати прогнозовану на 3-5 діб метеообстановку. При плаванні по екватору і меридіану або поблизу їх ортодромія і локсодромія збігаються. Але зі збільшенням широти на курсах одмінних від 0 або 180 (ця різниця зростає). Курси і відстані ділянок локсодромії розраховують у програмі або на калькуляторі по формулах, або знімають із меркаторської карти [16].

Локсодромічний курс розраховується по формулі, де значення підставляються без обліку знаків, а в отриманого курсу перша буква буде відповідати різниці широт, а друга – різниці довгот:

$$K_L = \arctg (PД/PMЧ) \quad (2.1)$$

Довжина локсодромії, розраховується по формулі:

$$S_L = PШ/\cos K_L \quad (2.2)$$

Довжина ортодромії, розраховується по формулі:

$$D = 60 \arccos (\sin \varphi_H \cdot \sin \varphi_{до} + \cos \varphi_H \cdot \cos \varphi_{до} \cdot \cos PД) \quad (2.3)$$

Виграш у відстані Δ і виграш у відсотковому відношенні $\Delta\%$ розраховується по формулах:

$$\Delta = S_{\text{Л}} - Д \quad (2.4)$$

$$\Delta \% = (S_{\text{Л}} - Д) / S_{\text{Л}} \cdot 100\% \quad (2.5)$$

Через те, що плавання в Атлантичному океані проходить практично вздовж меридіана, то розрахунок плавання по ДВК можна не робити.

Приклад розрахунку:

$$(\varphi_1 = 49^\circ 08,5' \text{N} \quad \lambda_1 = 005^\circ 59,7' \text{W} ; \quad \varphi_2 = 18^\circ 30,1' \text{N} \quad \lambda_2 = 067^\circ 58,3' \text{W})$$

Розрахунки виконаємо в табл. 2.9.

Таблиця 2.9 – Розрахунок локсодромії

фк	18°30,1'N	МЧ	1122,6	λк	067°58,3'W	К	58,7°
фн	49°08,5'N	МЧ	3377,6	λн	005°59,7'W	S	3533,9
РШ	30°38,4'к S	РМЧ	-2255,0	РД	061°58,6'к W		

Виконаємо розрахунок ортодромії в табл. 2.10.

Таблиця 2.10 – Розрахунок ортодромії

$\sin \varphi_1 \cdot \sin \varphi_2$	+	0,24000
$\cos \varphi_1 \cdot \cos \varphi_2 \cdot \cos(\lambda_2 - \lambda_1)$	+	0,29147
$\cos D$		0,53147
D		3473,7

$$\lambda_o = \frac{(\lambda_k + \lambda_n)}{2} - a \tan \left[\operatorname{tg} \left(\frac{\lambda_k - \lambda_n}{2} \right) \cdot \sin(\varphi_k + \varphi_n) \operatorname{cosec}(\varphi_k - \varphi_n) \right] \quad (2.6)$$

$$\operatorname{ctg} K_o = \operatorname{tg} \varphi_k \cdot \operatorname{cosec}(\lambda_k - \lambda_o) \quad (2.7)$$

Результати розрахунків заносимо в табл. 2.11.

Таблиця 2.11 – Поворотні точки ортодромії

№	λ_i	φ_i	Курс	Відстань
Start	005°59,7'W	49°08,5'N	—	—
1	010°00,0' W	48°39,8N	259,8 °	161,07 nm
2	020°00,0' W	46°47,5N	254,6 °	420,08 nm
3	030°00,0' W	43°49,9N	247,3 °	458,76 nm
4	040°00,0' W	39°34,0N	240,4 °	516,63 nm
5	050°00,0' W	33°43,3N	234,0 °	596,04 nm
6	060°00,0' W	26°01,6N	228,5 °	695,61 nm
End	067°58,3'W	18°30,1'N	224,5 °	632,28 nm

Висновок: З огляду на те що при плаванні через Атлантичний океан різниця між локсодромією і ортодромії складе $3533,9 - 3480,5 = 53,4$ милі, маршрут судна буде протікати по ортодромії, оскільки різниця у відстані істотна.

2.3.2 Складання маршрутних листів

Табличний план переходу (Маршрутний лист) є обов'язкової складової планування переходу. Його готують одночасно з розрахунками для графічного плану переходу.

Маршрутний лист у хронологічному порядку відображає всі події протягом рейсу по переходу. Крапка повороту (waypoint) позначає основну подію. Наступні події між крапками переходу можуть бути представлені у вигляді попереджуючих крапок (alerts).

На рис. 2.3 представлений маршрутний лист, що включає в себе необхідні для судна дані при плаванні, включно з прибережним плаванням в вузькостях і портових водах з лоцманом на борту.

# WP	Cours, °	S, n.m.	V, kn	Time, h	Date	φ	λ	B, °	D, n.m.	Name
1	353	0,2	8,0	0,03	02.09.14 9:00	51° 53,50 N	004° 20,66 E			
2	302	0,2	8,0	0,03	02.09.14 9:22	51° 53,63 N	004° 20,32 E	212°	4,7	New Waterbreaker
3	268	0,7	9,5	0,1	02.09.14 9:26	51° 53,61 N	004° 19,22 E			
4	282	1,5	10,5	0,1	02.09.14 9:35	51° 53,92 N	004° 16,92 E			
5	304	1,9	11,5	0,2	02.09.14 9:44	51° 54,97 N	004° 14,40 E			
6	319	1,4	11,5	0,1	02.09.14 9:52	51° 56,00 N	004° 12,95 E			
7	300	1,6	11,5	0,1	02.09.14 10:00	51° 56,80 N	004° 10,72 E			
8	311	2,2	11,5	0,2	02.09.14 10:12	51° 58,25 N	004° 08,00 E			
9	296	1,4	11,5	0,1	02.09.14 10:19	51° 58,84 N	004° 06,00 E			
10	286	2,5	11,5	0,2	02.09.14 10:32	51° 59,55 N	004° 02,08 E			
11	292	11,3	11,5	1,0	02.09.14 11:31	52° 03,80 N	003° 45,00 E			
12	267	33,5	11,5	2,9	02.09.14 14:26	52° 02,18 N	002° 50,60 E			
13	233	11,1	11,5	1,0	02.09.14 15:24	51° 55,50 N	002° 36,20 E			
14	222	38,6	11,5	3,4	02.09.14 18:45	51° 26,80 N	001° 54,50 E			
15	204	14,7	11,5	1,3	02.09.14 20:02	51° 13,40 N	001° 45,00 E			
16	229	35,2	11,5	3,1	02.09.14 23:05	50° 50,40 N	001° 02,60 E			
17	236	23,4	11,5	2,0	03.09.14 1:07	50° 27,20 N	000° 32,00 E			
18	254	87,3	11,5	7,6	03.09.14 8:43	50° 13,60 N	001° 40,00 W			
19	306	31,7	11,5	2,8	03.09.14 11:28	50° 32,40 N	002° 20,00 W			
20	331	3	11,5	0,3	03.09.14 11:44	50° 35,00 N	002° 22,30 W	123°	1,6	Portland Anchorage
21	238	193,7	11,5	16,8	04.09.14 4:35	48° 51,00 N	006° 35,00 W			
22	239	3432,7	11,5	298,5	16.09.14 15:04	19° 13,00 N	066° 57,00 W			
23	227	107,3	11,5	9,3	17.09.14 0:24	18° 00,00 N	068° 20,00 W			
24	200	351,3	11,5	30,5	18.09.14 6:57	12° 30,00 N	070° 25,00 W			
25	180	35,5	11,5	3,1	18.09.14 10:02	11° 54,50 N	070° 25,00 W			
26	149	18,9	11,5	1,6	18.09.14 11:41	11° 38,32 N	070° 15,08 W			
27	160		11,5	0,0	18.09.14 11:41	11° 38,10 N	070° 15,00 W	90°	2,7	Punta Cardon PS

Рисунок 2.3 – Маршрутний лист

Загальна відстань: $S = 4442,8$ миль

Тривалість рейсу: 16,1 діб.

2.3.3 Графічний план переходу

Графічний план переходу представлений на рис. 2.4.



Рисунок 2.4 – Графічний план переходу

2.3.4 Розрахунок природної освітленості

Природня освітленість суттєво впливає на безпеку плавання, як про це свідчить аварійна статистика. Судноводію необхідно знати час настання цивільних і навігаційних сутінків, час заходу і сходу Сонця і Місяця.

У момент навігаційних сутінків проводяться виміри висот зірок і планет для визначення місця судна астронавігаційними способами, у момент заходу Сонця спускають Державний прапор, прапори і вимпели.

Для проходу небезпечних ділянок, вузькостей, каналів, проток, входу або виходу в портах слід завчасно знати світлий час доби.

Виробнича діяльність судна також іноді залежить від світлого часу. Тому на перехід була розрахована таблиця освітленості (табл. 2.12) [17].

Таблиця 2.12 – Елементи освітленості

Дата	Початок нав. сутінків	Сонце				Кінець нав. сутінків	Місяць		
		Захід		Схід			Захід Тз	Вік, %	Схід Тс
		Тз	А	Тс	А				
02/09	4:02	5:17	255°04	18:42	090°07	19:56	2:09	9	16:55
03/09	4:02	5:17	255°09	18:42	090°12	19:57	3:12	4	17:22
04/09	4:07	5:21	255°14	18:35	090°17	19:49	4:17	1	17:47
05/09	4:21	5:27	255°19	18:30	105°22	19:35	5:26	0	18:10
06/09	4:22	5:27	255°24	18:27	090°27	19:32	6:30	1	18:38
07/09	4:30	5:34	255°29	18:22	090°32	19:22	7:34	4	19:10
08/09	4:34	5:34	255°35	18:20	090°37	19:20	8:36	10	19:46
09/09	4:40	5:36	255°40	18:18	090°45	19:15	9:40	17	20:24
10/09	4:44	5:40	255°45	18:15	090°48	19:08	10:35	26	21:18
11/09	4:44	5:40	255°50	18:13	090°53	19:08	11:38	37	22:09
12/09	4:50	5:42	255°55	18:10	090°58	19:02	12:28	48	23:16
13/09	4:52	5:44	256°01	18:07	091°04	18:59	13:25	59	0:17
14/09	4:55	5:45	256°06	18:05	091°09	18:55	14:11	70	0:29
15/09	4:59	5:47	256°11	18:04	091°14	18:51	14:55	80	1:37
16/09	5:00	5:48	256°17	18:01	091°20	18:48	15:44	89	2:38
17/09	5:01	5:49	256°22	18:02	091°25	18:49	16:30	95	3:39
18/09	5:04	5:50	256°28	17:59	091°30	18:45	17:13	99	4:42

Освітленість виконана на дати рейсу.

2.3.5 Розрахунок висот приливів та побудова графіків приливів

Графік приливу дозволяє наочно і просто вирішувати завдання судноводіння, пов'язані з розрахунками глибини в приливних зонах. Коливання

рівня зображуються у вигляді кривої, побудованої в прямокутних координатах. По осі абсцис відкладають поясне (суднове) час t у годиннику, по осі ординат – висоту приливу h у метрах. З таблиць приливів вибирають і наносять на графік крапки висот ПВ і МВ. Необхідний тому адміралтейських таблиць (АТТ) вибираємо на обкладинці. Безпека плавання в морях із приливами вимагає попередніх розрахунків для пророкування рівня моря в заданому районі.

Порт Роттердам і Пунта-Кардон є основними портами. Дані по приливним явищам для них беремо з Admiralty Tide Tables Vol.1, Vol.2., які представлені в табл. 2.14. [18]

Таблиця 2.14 – Час і висоти настання повних і малих вод в портах

Роттердам				Пунта-Кардон			
02/09		02/09		18/09		18/09	
Тп	hп	Тп	hп	Тп	hп	Тп	hп
08:02	2,0	20:24	1,9	13:40	0,4	22,26	0,4
Тм	hм	Тм	hм	Тм	hм	Тм	hм
04:26	0,2	16:33	0,4	05:30	0,1	17:09	0,3

За результатами розрахунків побудовані графіки приливів на рис. 2.5-2.6.

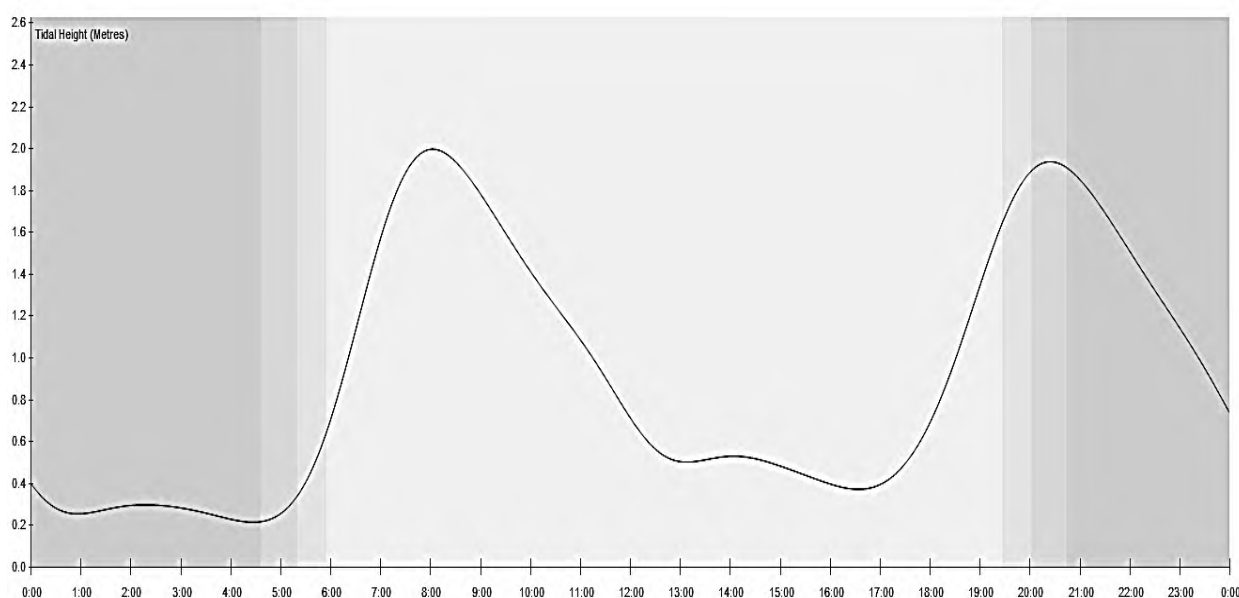


Рисунок 2.5 – Графік приливів для порту відходу

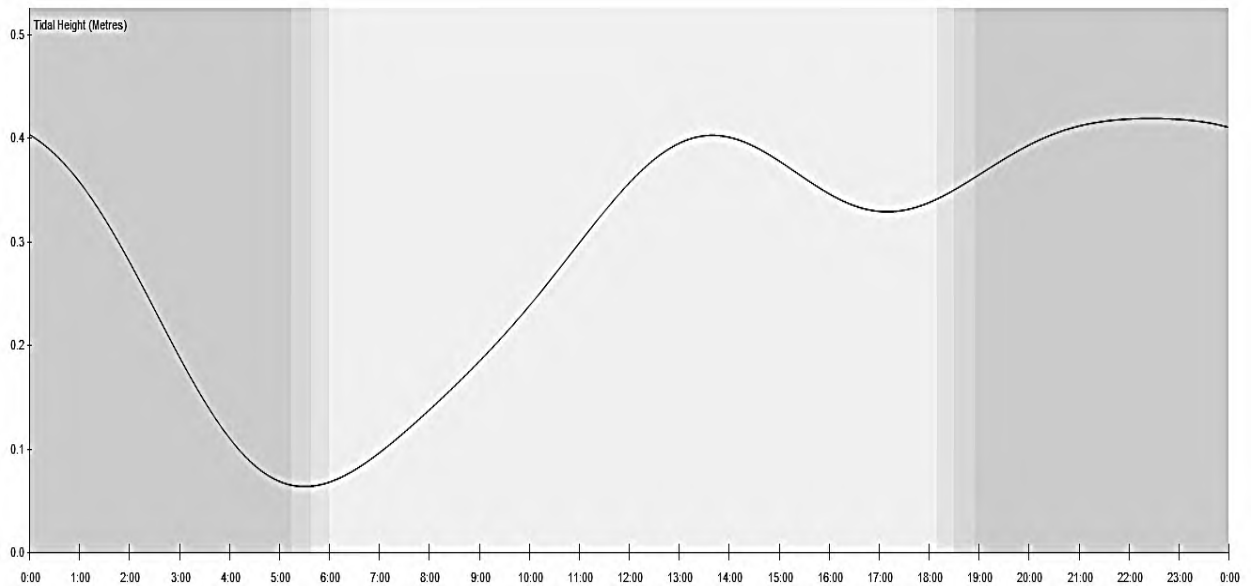


Рисунок 2.6 – Графік приливів для порту приходу

2.4 Висновки

Проведене навігаційне планування рейсу танкера Tyrrhenian за маршрутом Роттердам – Пунта-Кардон проходило у помірних кліматичних умовах. Підібрані навігаційні карти і посібники дозволили опрацювати весь маршрут переходу, та забезпечити безпеку навігації.

За результатами виконання розділу визначені:

- загальна відстань між портами: 4442,8 миль;
- загальний час виконання переходу: 16,1 діб;
- швидкість судна: 11,4 вузл. (за вказівкою судновласника ек. хід);
- період виконання: з 2.09.25-18.09.25.

РОЗДІЛ 3

ОБРОБКА ТА РОЗМІЩЕННЯ ВАНТАЖІВ

3.1 Транспортні характеристики вантажів

3.1.1 Наливні вантажі

У даному рейсі до завантаження наданий вантаж, що є різновидом так званої «світлої» нафти, а саме – бензол ($\rho = 0.99 \text{ г/см}^3$).

Бензол – безбарвна, прозора, легкорухома рідина з характерним «ароматичним» смаком, горить яскравим копченим полум'ям і утворює легкозаймисті пари. На холоді застигає в кристалічну масу, що плавиться при 6°C .

Бензол практично не змішується з водою: при 22°C розчиняється не більше $0,08\%$ (розчинність води в бензолі при 25°C – $0,05\%$). Бензол добре розчиняється в багатьох органічних розчинниках: необмежено – у вуглеводнях, ефірах, досить добре – у метанолі, етанолі, ацетоні, трихлорметані (хлороформі).

За своїми властивостями бензол і сам є прекрасним розчинюючим засобом для жирів, смол, мастил, асфальту, алкалоїдів, сірки, фосфору, йоду та ін. З деякими розчинниками бензол утворює азеотропні суміші. Температура кипіння досягає 80°C . Октанове число бензолу – 113 [19].

Бензол входить до складу бензина, широко застосовується в промисловості, є вихідною сировиною для виробництва лікарств, різних пластмас, синтетичної резины, красителей. Хоча бензол входить до складу сырой нефти, у промислових масштабах він синтезується з інших її компонентів. Токсичен, канцерогенен.

Після отримання судном рейсового завдання старший помічник капітана організовує роботи по підготовці вантажних танків до прийому вантажу, зазначеного в рейсовому завданні. Керуючись допомогою по підготовці вантажних танків до прийому нафтопродуктів (Tank Cleaning Guide), а також з дотриманням вимог Конвенції MARPOL-73/78, вантажні танки наводяться в належний стан для прийому даного вантажу [20].

На підставі перерахованих вище характеристик вантажу, нижче представлена табл. 3.1 з його об'ємно-масовими характеристиками.

Таблиця 3.1 – Транспортні характеристики

Найменування вантажу	Вид тари	Паспортна густина вантажу ρ^{15}_4	Норми вантаж. робіт, м³/год	
			завантаження	вивантаження
бензол	наливом	0,8726	2500	1800

Основним документом, який регламентує перевезення небезпечних вантажів морем є IMDG CODE (International Maritime Dangerous Goods Code), оскільки цей Кодекс входить як доповнення до Конвенції SOLAS 1974, Розділ VII, частина А. Правило VII 1.3 цього розділу забороняє перевезення небезпечних вантажів морем крім тих випадків, коли вона здійснюється у відповідність з IMDG Кодексом.

Крім того Конвенція MARPOL-73/78, Додаток III, правило 1, (2) також забороняє перевезення шкідливих речовин на суднах, за винятком тих, які перевозяться у відповідність з IMDG Кодексом.

Допоміжні документи: Перевірочний лист з безпеки (документ, відомий як Material Safety Data Sheet (MSDS)); Міжнародне керівництво з безпеки для нафтових танкерів і терміналів (ISSGOT); Рекомендації ООН з перевезення небезпечних вантажів. Типові правила (ST/sc/ac, 10/1/Rev.10).

3.2 Підготовка вантажних приміщень до прийому вантажу

Одним з важливих етапів підготовки до розрахунку вантажного плану є детальне вивчення транспортних характеристик і властивостей вантажів, які визначають умови їх перевезення, перевантаження і зберігання.

Підготовка до завантаження проводиться в наступній послідовності [21].

Відправник вантажу до початку навантаження являє капітану Декларацію (інформацію) про вантаж, що містить відомості про вантаж: найменування вантажу і його фізико-хімічні властивості, види небезпеки, вимоги до чистоти танків і технологічний режим перевезення. На підставі Декларації виконується додаткова зачистка танків, а в нашому випадку ще й необхідність інертизації.

Мийка танків (зачистка) виконується, керуючись посібником з підготовки вантажних танків до прийому нафтопродуктів (Tank Cleaning Guide) і вимогами Міжнародної конвенції по запобіганню забрудненню моря з суден 1973 р. і Протоколу 1978 р. (MARPOL-73/78).

Основний принцип вимог до якості відмитої поверхні вантажних танків полягає в тому, під який вантаж готуються вантажні танки, і які три останніх вантажу раніше перевозилися танкером. У нашому випадку, три останніх вантажу були різні сорти мазуту. У зв'язку з цим вимоги до чистоти танків для прийому вантажу, в даній вантажній комбінації, невисокі і навіть допускається прийом вантажу понад залишків попереднього.

У всякому разі при митті танків виконуються наступні роботи:

- 1) мийка вантажного трубопроводу;
- 2) мийка танків мийними машинкам (в нашому випадку допускається холодною водою);
- 3) вентиляція танків.

Перед постановкою танкера під навантаження необхідно обпресувати вантажну і зачисну магістралі заборотної водою на робочий тиск, попередньо прокачавши їх цією водою.

Слід перевірити час відкриття і закриття дистанційно керованих клінкетів вантажних систем (про що складають спеціальний акт). Крім того, перевіряють щільність закриття клінкерів в насосному відділенні і кінгстон.

Необхідно перевірити справність шлангів пристроїв, шлангів, вантажного крана, призначеного для підтримки шлангів. Крім того, оглядають маркування шлангів і при необхідності відновлюють його. Обов'язково проводять гідравлічне випробування шлангів (передбачене інструкцією); про факт проведення випробувань роблять запис в машинному журналі.

Перед навантаженням перевіряють засоби контролю, сигналізації (про заповнення танків на 95, і 98%). Крім того, перевіряють справність пристрою, який відсікає, для зупинки перекачування вантажу (яке повинно бути пов'язане з подібним пристроєм, який відсікає, на вантажну базу), а також засобів освітлення палуби в районі маніфолдів.

Також необхідно переконатися в надійності заповнення вантажних танків інертним газом.

Особливо ретельно вантажний помічник повинен перевірити закриття клінкерів зачисної системи (оскільки іноді вахтові матроси забувають їх закривати). Перевіряють також систему аварійної зупинки вантажних насосів.

Старший помічник капітана повинен перевірити готовність протипожежних засобів.

Особливу увагу необхідно приділити перевірці закриття всіх шпігатів на вантажній палубі (через які в море може потрапити нафтопродукт), закриття не використовуваних при вантажних операціях патрубків вантажного і зачисного палубних трубопроводів. Слід перевірити установку піддонів під фланці приймального трубопроводу. Підготувати газовідвідну систему до вантажних операцій.

При виконанні всіх цих (і інших) операцій відповідальні особи судна заповнюють спеціальну «Декларацію про готовність судна до вантажних операцій».

Підготовлені танки пред'являються представнику відправника вантажу для огляду і придатності до прийому даного вантажу. Складається Акт про придатність танків до навантаження.

У разі відмови відправника вантажу від огляду танків, запрошується компетентний незалежний сюрвейєр, що своїм рапортом підтверджує придатність танків для прийому даного вантажу.

Завантаження і розвантаження вантажів на судні супроводжується оформленням ряду документів, що проходять через судно і візованих капітаном, старшим помічником і судовими тальманами [22].

Перш за все капітан отримує рейсове розпорядження (Voyage Order) від фрахтувальника, судновласника або оператора за наявною на судні зв'язку. Далі капітан зобов'язаний слідувати рейсовим інструкціям і слідувати в порт навантаження. За 96, 48, 24, 12 годин подавати нотіс про очікуваний час прибуття судна. Після прибуття судна на якірну стоянку або за 12 годин до прибуття в порт призначення за відсутності очікування подати попередній вантажний план. У випадку очікування вантажних операцій капітан повинен подати нотіс про готовність (Notice of Readiness). Попередній вантажний план розробляється старшим помічником капітана в залежності від кількості вантажу, вказаного у рейсовому завданні, або вантажопідйомності судна.

До початку вантажних операцій представник термінала- Вантажний майстер (Loading Master), Інспектор терміналу з безпеки (Safety Inspector) і Старший помішник капітана підписують SSCL – Ship Shore Safety Checklist, як того вимагає ISGOTT, обмовляється швидкість навантаження, аварійні сигнали, методи зв'язку і т.д. До початку вантажних операцій, зазвичай до заходу судна в порт, фрахтувальник видає MSDS (Material Safety Data Sheet) – перевірочний лист з безпеки і сертифікат якості (Certificate of Quality), де вказуються всі характеристики та властивості вантажу.

Під час вантажних операцій ведеться Таймшит (Timesheet) – акт обліку стояночного часу – складають в кожному порту вантаження і вивантаження. Його підписує капітан і представник фрахтувальника. Вантаження відбувається

під контролем вантажного (або вахтового) помічника капітана і супроводжується щогодинним підрахунком вантажу на борту і контролем остійності. По закінченню вантажних операцій старший помічник і сюрвеєрів роблять виміри рівнів вантажу в танках і складають – Звіт про порожнечі або Акт про завантаження (Ullage Report) на його підставі складається Коносамент. При навантаженні зріджених газів вільний простір вантажного танка заповнюється парами, які утворюються при випаровуванні самого вантажу, тому при підрахунку вантажу скрапленого газу враховують і масу газової фази вантажу в танку (часом досить значну).

Коносамент (Bill of Lading) – документ, що видається судновласником або його агентом власнику відправляється морем вантажу в посвідченні факту прийняття його до перевезення. Коносамент підписується капітаном. Коносамент, який не містить ніяких застережень називається чистим. Так само капітан і вантажний майстер підписують Pumping Log судна і терміналу.

Pumping Log – звіт, який відображає щогодинну швидкість навантаження / вивантаження, кількість навантаженого / вивантаженого вантажу, тиск на маніфолді.

Морський протест (Sea Protest) – заява капітаном про прийняття екіпажем всіх заходів щодо забезпечення збереження вантажу з метою захисту інтересів судновласника, коли втрата або пошкодження вантажу сталися внаслідок дій непереборної сили. Підписується капітаном і членами екіпажу, представниками агента і засвідчується нотаріусом.

3.3 Розрахунок чистої вантажопідйомності судна

Повна розрахункова водотоннажність судна Δ_p , яке служить вихідною величиною при визначенні його чистої вантажопідйомності Δ_c на рейс, залежить від вантажних марок в портах вантаження і вивантаження і вантажних марок і обмежень опади на трасі переходу.

Для визначення Δp необхідно по карті зон і сезонних районів визначити діючі вантажні марки відповідно до пори року.

Перехід Роттердам – Пунта-Кардон починається в зоні дії літньої вантажної марки і закінчується в зоні дії тропічної вантажної марки без обмежень за осадкою. За розрахункову водотоннажність приймаємо, встановлене для зони дії літньої вантажної марки [23, 24].

Повна водотоннажність по літню вантажну марку (з ТЕХ судна):

$$\Delta p = \Delta_l = 135364,7 \text{ т},$$

Після знаходження розрахункового водотоннажності судна визначають повну вантажопідйомність (дедвейт) судна:

$$\Delta w = \Delta p - \Delta_0, \quad (3.1)$$

де Δ_0 – водотоннажність судна порожньому, т.

$$\Delta w = 135364,7 - 20425,7 = 114939 \text{ т},$$

Ходовий час визначено в розділі 2, і за вказівкою судновласника для економії швидкості складає 11,5 вуз.:

$$t_x = 4442,8 / (11,5 \cdot 24) + 0,01 = 16,1 \text{ доби}.$$

Нормативна тривалість часу стоянки розраховується за формулою:

$$t_{\text{ст}} = \frac{\sum_{i=1}^n Q_i}{M}, \quad (3.2)$$

де: Q_i – маса вантажу одного найменування, т;

n – кількість найменувань вантажу (обов'язкових і факультативних);

M – валова норма вантажних робіт, т/год.

Стояночний час розраховую приймаючи значення ваги вантажу з рейсового завдання, яке становить – 95714,7 т:

$$\sum_{i=1}^n Q_i = DW. \quad (3.3)$$

$$t_{CT} = 95714,7 / (1800 \cdot 24) = 2,21 \text{ діб},$$

Кількість вантажу, яке може прийняти судно, залежить від величини запасів. Зазвичай немає необхідності враховувати стояночні запаси, що витрачаються в порту навантаження, так як до моменту закінчення навантаження стояночні запаси, передбачені на час навантаження будуть витрачені. Тому загальна кількість рейсових запасів $R_{зап}$ розраховуються як сума ходових запасів $R_{хзап}$ і необхідних для порту вивантаження стояночних запасів $R_{стзап}$:

$$R_{зап} = R_{хзап} + R_{стзап}; \quad (3.4)$$

Кількість ходових запасів становить суму:

$$R_{хзап} = R_{хт} + R_{хв} + R_{хсм}; \quad (3.5)$$

де $R_{хт}$, $R_{хв}$, $R_{хсм}$ – відповідно кількість палива, води і мастила необхідне на перехід від порту завантаження до порту вивантаження.

$$R_{хт} = q_{хт} \cdot t_{х}; \quad (3.6)$$

$$R_{хв} = q_{хв} \cdot t_{х}; \quad (3.7)$$

$$R_{хсм} = q_{хсм} \cdot t_{х}; \quad (3.8)$$

де $q_{хп}$, $q_{хв}$, $q_{хсм}$ – добова норма витрачання палива, води і мастила на ходу судна відповідно, т/добу.

$$R_{хп} = 45,5 \cdot 16,1 = 732,6 \text{ т},$$

$$R_{хд} = 2,5 \cdot 16,1 = 40,3 \text{ т},$$

$$R_{хв} = 5 \cdot 16,1 = 80,5 \text{ т},$$

$$R_{хсм} = 0,28 \cdot 16,1 = 4,5 \text{ т},$$

$$R_{хзап} = 732,6 + 40,3 + 80,5 + 4,5 = 857,9 \text{ т},$$

Аналогічно знаходять кількість стоянкових запасів;

$$P_{\text{стзап}} = P_{\text{стт}} + P_{\text{ств}} + P_{\text{стсм}}; \quad (3.9)$$

$$P_{\text{стт}} = q_{\text{стт}} \cdot t_{\text{ст}}; \quad (3.10)$$

$$P_{\text{ств}} = q_{\text{ств}} \cdot t_{\text{ст}}; \quad (3.11)$$

$$P_{\text{стсм}} = q_{\text{стсм}} \cdot t_{\text{ст}}; \quad (3.12)$$

де $q_{\text{стп}}$, $q_{\text{ств}}$, $q_{\text{стсм}}$ – добова норма витрачання палива, води і мастила на стоянці судна відповідно, т/добу.

$$P_{\text{стп}} = 3,2 \cdot 2,21 = 7,1 \text{ т},$$

$$P_{\text{ств}} = 1,5 \cdot 2,21 = 3,3 \text{ т},$$

$$P_{\text{стсм}} = 0,02 \cdot 2,21 = 0,04 \text{ т},$$

$$P_{\text{стзап}} = 7,1 + 3,3 + 0,04 = 10,44 \text{ т},$$

$$P_{\text{зап}} = 857,9 + 10,44 = 868,4 \text{ т},$$

Розрахувавши загальну кількість рейсових запасів, приступають до визначення чистої вантажопідйомності судна ($\Delta\text{ч}$) на рейс:

$$\Delta\text{ч} = \Delta w - (P_{\text{зап}} + P_{\text{ек}}); \quad (3.13)$$

де $P_{\text{ек}}$ – константа, екіпаж, постачання та ін.

$$\Delta\text{ч} = 114939 - (868,4 + 249,7) = 113820,9 \text{ т}$$

Значення чистої вантажопідйомності судна визначає максимальну кількість вантажу, яке судно може прийняти до перевезення на даний рейс.

Оскільки рейс фактичний, то кількість запасів прийнятих на судно відрізняється від розрахованого. Також на судні встановлена опріснювальна установка. Запаси палива, масла води прийняті дещо більше ніж необхідно на рейс. Кількість вантажу в кожному танку визначається з урахуванням його розширення від підвищення температури повітря.

Аналізуючи значення температур на переході, робимо висновок, що температура вантажу в існуючому діапазоні зміни температури не перевищуватиме температуру завантаження.

Згідно рейсовому завданням (Voyage Order) судно має завантажити 95714,7 т вантажу. Відомості про маси і обсягах партій вантажу показано в табл. 3.2.

Таблиця 3.2 – Відомості про маси і обсягах партій вантажу

Назва вантажу	Щільність, г/см ³	Маса вантажу Q_i , т	Обсяг який займає вантаж V_i , м ³	Обсяг вантажних танків (98%), м ³
бензол	0,8726	95714,7	109689,2	127605,61

Отримані данні з таблиці використовуються в наступному розділі.

3.4 Складання вантажного плану

Перевізник несе відповідальність за неправильне розміщення вантажів на судні. Неправильне або невдале розміщення вантажів, перевантаження окремих відсіків неминуче призводить до перенапруження корпусу, а в окремих випадках до пошкоджень і навіть аварії судна.

Специфіка конструкції танкера така, що остійність судна, як правило, задовільна, навіть не дивлячись на наявність вільних поверхонь рідини. Але навіть при перевезенні однорідного вантажу його розподіл здійснюється відповідно до вимог Інформації капітану про остійність і міцність судна і рекомендаціями заводської інструкції. У вигляді великих навантажень, які зазнає танкер на вигин, його поздовжня міцність визначається по згинальним моментам і силам, які перерізують, в певних перетинах.

Вантажні танки дозволено заповнювати тільки на 98%, 2 відсотка залишається на непередбачене температурне розширення вантажу, для забезпечення безпечного перевезення. Розрахунок виконуємо в табличній формі 3.3.

Таблиця 3.3 – Розподіл вагового навантаження по вантажним приміщенням судна

Найменування вантажного приміщення	Щільність вантажу	Обсяг танка 98%, м ³	Зайнятий обсяг, %	Маса вантажу, т	Обсяг вантажу, м ³
1	2	3	4	5	6
No.1 Cargo Oil Tank P	0,8726	8135,23	83,6	6055,6	6939,7
No.1 Cargo Oil Tank S	0,8726	8120,25	83,7	6050,9	6934,3
No.2 Cargo Oil Tank P	0,8726	10917,84	84,1	8172,5	9365,7
No.2 Cargo Oil Tank S	0,8726	10912,83	84,2	8178,7	9372,8
No.3 Cargo Oil Tank P	0,8726	11026,90	84,7	8318,6	9533,1
No.3 Cargo Oil Tank S	0,8726	11024,52	84,7	8317,4	9531,7
No.4 Cargo Oil Tank P	0,8726	11016,04	84,4	8274,5	9482,6
No.4 Cargo Oil Tank S	0,8726	11021,25	84,3	8277,3	9485,8
No.5 Cargo Oil Tank P	0,8726	10997,75	83,8	8202,0	9399,5

Продовження табл. 3.3

1	2	3	4	5	6
No.5 Cargo Oil Tank S	0,8726	11006,48	83,7	8203,8	9401,6
No.6 Cargo Oil Tank P	0,8726	10245,08	84,9	7746,3	8877,3
No.6 Cargo Oil Tank S	0,8726	10257,04	84,7	7739,4	8869,4
SLOP. TK(P)	0,8726	1461,68	83,4	1085,4	1243,9
SLOP. TK(S)	0,8726	1462,72	83,9	1092,3	1251,8
Разом		127605,61		95714,7	109689,2

Прийняті данні використовуються в розрахунках наступного розділу.

3.5 Характеристика експлуатаційних умов рейсу

При складанні вантажного плану необхідно в комплексі враховувати характеристики судна, вантажів, траси і портів заходу.

Гідрометеорологічні умови плавання опис і характеристика портів заходу в частині що стосується вантажних операцій представлені в розділі 2.

При складанні вантажного плану необхідно в комплексі враховувати характеристики судна, вантажів, траси і портів заходу.

Гідрометеорологічні умови плавання опис і характеристика портів заходу в частині що стосується вантажних операцій представлені в розділі 2.

Порт Роттердам. Роттердам розташований на річці Маса і є головним портом Північних європейських внутрішніх районів. Порт загальною довжиною 77 км. Роттердам - головний порт європейського контейнерного транспорту. З перевантаженням 6100000 TEU, цей порт в основному випереджає всі інші порти в Європі. Приблизно 70% контейнерів, завантажених

і розвантажених в Роттердамі, або прибувають від або, призначені для набагато більших європейських країн, ніж Нідерланди. Міжконтинентальні послуги майже всіх найбільших перевізників включають Роттердам. Від цього стратегічно розташованого порту контейнери, призначені для інших європейських країн, і після прибуття відправляються каботажних судном, баржею, вантажівкою або поїздом в інші країни. Великий промисловий центр порту і його положення в воротах європейської мережі внутрішнього водного шляху дозволяють йому робити велику пропускну здатність до обробки вантажів.

Роттердам добре обладнаний для обробки контейнерів, але і має засоби для насипних і генеральних вантажів, вугілля і руд, сирої нафти, СПГ, біо-палива, сільськогосподарських продуктів, хімікатів, автомобілів, фруктів і охолоджених вантажів. Є також велика кількість суднобудівних заводів, і доступні склади.

Порт ніколи не вкривається льодом. Навіть серйозними зимами, коли лід дрейфує в річці, викликаючи деякі труднощі і затримки руху морських суден.

Повна вантажна пропускну здатність становить приблизно 421000000 т і 10780000 TEU щорічно. Приблизно 37000 суден щорічно відвідують порт.

Порт обслуговує усі типи суден, і має можливість виконувати усі види портового обслуговування.

На момент рейсу діє літня вантажна марка.

Порт працює 24 години на добу. Святкові дні: Новий рік, Різдво, Міжнародний жіночий день, 1 травня.

Порт Пунта-Кардон розташований у Венесуельській затоці на південно-західному узбережжі півострова Парагвана.

Порт обслуговує великий нафтопереробний завод і використовується в першу чергу для експорту нафти.

Це відкритий морський порт практично без обмежень через вітри E'ly.

Приблизно 16000000 т вантажів та 195 суден, що обробляються щорічно.

В порту діє тропічна вантажна марка.

Часи роботи: Протягом 24 годин.

В порту є всі види обслуговування суден, включаючи бункерування, медичну допомогу, зміну екіпажу, поповнення запасів та ін.

РОЗДІЛ 4

ОЦІНКА МОРЕХІДНИХ ЯКОСТЕЙ СУДНА

4.1 Розрахунок водотоннажності і координат центра ваги судна

Для оцінки морехідних якостей використовувались Інформація про остійність (BBBWWW 0000922B – Final Trim & Stability Longitudinal Strength Calculation). Абсциси відраховуються від мідель-шпангоуту і мають знак в корму «-», а в носовій частині «+». Диферент на корму має знак «-», а на ніс «+».

Розподіл запасів на судні на відхід і прихід представлено в табл. 4.1.

Таблиця 4.1 – Розподіл запасів на відхід

Найменування цистерн	Міст- кість, т	Маса, т	Плечі, м		Моменти, тм	
			x	z	M _x	M _z
1	2	3	4	5	6	7
Моторне паливо $\rho = 1,010 \text{ т/м}^3$						
NO.1 HFO STOR.T.(P)	996,13	650,2	-78,48	12,59	-51028	8186
NO.2 HFO STOR.T.(P)	551,79	430,5	-86,30	15,45	-37152,2	6651,2
NO.1 HFO STOR.T.(S)	1165,5	820,9	-78,70	13,22	-64604,8	10852,3
H.F.O. SERV.T.(P)	70,42	69,4	-80,30	15,70	-5572,8	1089,6
H.F.O. SETT.T.(P)	70,42	67,9	-80,30	15,61	-5452,4	1059,9
Всього моторного палива		2038,9	-80,34	13,65	-163810,2	27839
Дизельне паливо $\rho = 0,890 \text{ т/м}^3$						
NO.1 DO. STOR.T.(P)	221,01	125,4	-83,90	13,79	-10521,1	1729,3
NO.2 DO. STOR.T.(P)	312,25	170,9	-88,85	13,81	-15184,5	2360,1

Продовження табл. 4.1

1	2	3	4	5	6	7
MGO. SERV. T.(S)	41,37	38,9	-90,70	14,61	-3528,2	568,3
Всього дизельного палива		335,2	-87,21	13,90	-29233,8	4657,7
Мастило $\rho = 0,900 \text{ т/м}^3$						
NO.1 CYL.O. STOR.T.(S)	24,24	11,6	-97,10	17,45	-1126,4	202,4
NO.2 CYL.O. STOR.T.(S)	24,24	17,8	-98,70	17,79	-1756,9	316,7
M/E L.O. STOR.T.(S)	24,24	9,4	-100,30	17,33	-942,8	162,9
M/E L.O. SETT.T.(S)	24,24	13,5	-101,90	17,55	-1375,7	236,9
NO.1 G/E L.O. STOR.T.(S)	20,20	8,6	-103,50	17,37	-890,1	149,4
NO.2 G/E L.O. STOR.T.(S)	20,20	10,1	-105,10	17,47	-1061,5	176,4
TURB. L.O. STOR.T.(S)	4,81	2,5	-83,10	11,95	-207,8	29,9
M/E L.O. SUMP T.(C)	32,77	19,6	-96,83	1,11	-1897,9	21,8
Всього масла		93,1	-99,45	13,92	-9259,1	1296,4
Вода $\rho = 1,000 \text{ т/м}^3$						
F.W. T. (P)	240,48	160	-112,38	18,45	-17980,8	2952
F.W. T. (S)	118,42	60	-114,18	18,08	-6850,8	1084,8
B.D.W. T. (S)	121,89	100	-110,65	18,90	-11065	1890
Всього води		320,0	-112,18	18,52	-35896,6	5926,8
ВСЬОГО ЗАПАСІВ		2787,2	-85,46	14,25	-238199,7	39719,9

Розподіл запасів на прихід приведено в табл. 4.2.

Таблиця 4.2 – Розподіл запасів на прихід

Найменування цистерн	Міст- кість, т	Маса, т	Плечі, м		Моменти, тм	
			x	z	M _x	M _z
1	2	3	4	5	6	7
Моторне паливо $\rho = 1,010 \text{ т/м}^3$						
NO.1 HFO STOR.T.(P)	996,13	290,2	-78,48	10,97	-22775	3183
NO.2 HFO STOR.T.(P)	551,79	430,5	-86,30	15,45	-37152,2	6651,2
NO.1 HFO STOR.T.(S)	1165,5	448,3	-78,70	11,04	-35281,2	4949,2
H.F.O. SERV.T.(P)	70,42	69,4	-80,30	15,70	-5572,8	1089,6
H.F.O. SETT.T.(P)	70,42	67,9	-80,30	15,61	-5452,4	1059,9
Всього моторного палива		1306,3	-81,32	12,96	-106233,6	16932,9
Дизельне паливо $\rho = 0,890 \text{ т/м}^3$						
NO.1 DO. STOR.T.(P)	221,01	125,4	-83,90	13,79	-10521,1	1729,3
NO.2 DO. STOR.T.(P)	312,25	130,6	-88,84	13,34	-11602,5	1742,2
MGO. SERV. T.(S)	41,37	38,9	-90,70	14,61	-3528,2	568,3
Всього дизельного палива		294,9	-86,98	13,7	-25651,8	4039,8
Мастило $\rho = 0,900 \text{ т/м}^3$						
NO.1 CYL.O. STOR.T.(S)	24,24	11,6	-97,10	17,45	-1126,4	202,4
NO.2 CYL.O. STOR.T.(S)	24,24	14,8	-98,70	17,65	-1460,8	261,2
M/E L.O. STOR.T.(S)	24,24	9,4	-100,30	17,33	-942,8	162,9
M/E L.O. SETT.T.(S)	24,24	12,0	-101,90	17,46	-1222,8	209,5
NO.1 G/E L.O. STOR.T.(S)	20,20	8,6	-103,50	17,37	-890,1	149,4
NO.2 G/E L.O. STOR.T.(S)	20,20	10,1	-105,10	17,47	-1061,5	176,4

Продовження табл. 4.2

1	2	3	4	5	6	7
TURB. L.O. STOR.T.(S)	4,81	2,5	-83,10	11,95	-207,8	29,9
M/E L.O. SUMP T.(C)	32,77	19,6	-96,83	1,11	-1897,9	21,8
Всього масла		88,6	-99,44	13,7	-8810,1	1213,5
Вода $\rho = 1,000 \text{ т/м}^3$						
F.W. T. (P)	240,48	119,5	-112,38	18,03	-13429,4	2154,6
F.W. T. (S)	118,42	40	-114,18	17,63	-4567,2	705,2
B.D.W. T. (S)	121,89	80	-110,65	18,44	-8852	1475,2
Всього води		239,5	-112,1	18,1	-26848,6	4335
ВСЬОГО ЗАПАСІВ		1929,3	-86,84	13,75	-167544,1	26521,2

Розподіл вантажів представлено в табл. 4.3.

Таблиця 4.3 – Розподіл вантажу

Найменування приміщень	Місткість 98%, м ³	т, т	Заповнення, %	Плечі, м		Моменти, тм	
				x	z	M _x	M _z
1	2	3	4	5	6	7	8
NO.1 C.O.T. (P)	8135,23	6055,6	83,6	91,94	10,78	556752	65279
NO.1 C.O.T. (S)	8120,25	6050,9	83,7	91,94	10,78	556320	65229
NO.2 C.O.T. (P)	10917,84	8172,5	84,1	63,68	10,75	520425	87854
NO.2 C.O.T. (S)	10912,83	8178,7	84,2	63,68	10,76	520820	88003
NO.3 C.O.T. (P)	11026,90	8318,6	84,7	33,91	10,80	282084	89841
NO.3 C.O.T. (S)	11024,52	8317,4	84,7	33,91	10,80	282043	89828
NO.4 C.O.T. (P)	11016,04	8274,5	84,4	4,02	10,76	33263	89034
NO.4 C.O.T. (S)	11021,25	8277,3	84,3	4,02	10,76	33275	89064
NO.5 C.O.T. (P)	10997,75	8202,0	83,8	-25,86	10,74	-212104	88089
NO.5 C.O.T. (S)	11006,48	8203,8	83,7	-25,86	10,74	-212150	88109

Продовження табл. 4.3

1	2	3	4	5	6	7	8
NO.6 C.O.T. (P)	10245,08	7746,3	84,9	-55,31	11,42	-428448	88463
NO.6 C.O.T. (S)	10257,04	7739,4	84,7	-55,31	11,41	-428066	88307
SLOP T.(P)	1461,68	1085,4	83,4	-73,08	12,12	-79321	13155
SLOP T.(S)	1462,72	1092,3	83,9	-73,08	12,17	-79825	13293
ВСЬОГО ВАНТАЖУ	95714,7			14,05	10,90	1345068	1043548

На підставі виконаних розподілів вантажу і запасів складемо табл. 4.4 і табл. 4.5 зведених даних і розрахунку водотоннажності із зазначенням координат центру ваги судна.

Таблиця 4.4 – Зведені дані і розрахунок водотоннажності на відхід

Найменування статей навантаження	На відхід				
	Маса, т	Плечі, м		Моменти, тм	
		x	z	M _x	M _z
Судно порожнем	20425,7	-10,73	12,28	-219168	250828
Екіпаж, провізія, постачання	249,7	-45,09	16,77	-11259	4187
Суднові запаси	2787,2	-85,46	14,25	-238199,7	39719,9
Вантаж	95714,7	14,05	10,90	1345068	1043548
ВСЬОГО ВОДОТОННАЖНІСТЬ	119177,3	7,35	11,23	876441	1338283

Таблиця 4.5 – Зведені дані і розрахунок водотоннажності на прихід

Найменування статей навантаження	На прихід				
	Маса, т	Плечі, м		Моменти, тм	
		x	z	M _x	M _z
Судно порожнем	20425,7	-10,73	12,28	-219168	250828
Екіпаж, провізія, постачання	249,7	-45,09	16,77	-11259	4187
Суднові запаси	1929,3	-86,84	13,75	-167544,1	26521,2
Вантаж	95714,7	14,05	10,90	1345068	1043548
ВСЬОГО ВОДОТОННАЖНІСТЬ	118319,4	8,00	11,20	947097	1325084

Схематично розподіл вантажу представлено на рис. 4.1.

SLOP. TK(P) 83,4% Ull = 3,159м P = 1085,4 т V = 1243,9 м³	NO.6 C.O.T(P) 84,9% Ull = 3,205м P = 7746,3т V = 8877,3 м³	NO.5 C.O.T(P) 83,8% Ull = 3,627м P = 8202,0 т V =9399,5 м³	NO.4 C.O.T(P) 84,4% Ull = 3,511м P = 8274,5 т V =9482,6 м³	NO.3 C.O.T(P) 84,7% Ull = 3,442м P = 8118,6 т V =9533,1 м³	NO.2 C.O.T(P) 84,1% Ull = 3,564м P = 8172,5 т V =9365,7 м³	NO.1 C.O.T(P) 83,6% Ull = 3,521м P = 6055,6 т V = 6939,7 м³
SLOP. TK(S) 83,9% Ull = 3,072м P = 1092,34 т V = 1251,8 м³	NO.6 C.O.T(S) 84,7% Ull = 3,219м P = 7739,4 т V =8869,4 м³	NO.5 C.O.T(S) 83,7% Ull = 3,624м P = 8203,8 т V =9401,6 м³	NO.4 C.O.T(S) 84,3% Ull = 3,505м P = 8277,3 т V =9485,8 м³	NO.3 C.O.T(S) 84,7% Ull = 3,444м P = 8317,4 т V =9531,7м³	NO.2 C.O.T(S) 84,2% Ull = 3,552м P = 8178,7 т V =9372,8 м³	NO.1 C.O.T(S) 83,7% Ull = 3,534м P = 6050,9 т V = 6934,3 м³

$T_K = 13,77 \text{ м}$

$T_H = 13,36 \text{ м}$

Рисунок 4.1 – Схема вантажного плану судна

4.2 Розрахунки посадки та початкової остійності

Розрахунок посадки судна на відхід на прихід виконується з використанням вантажної шкали і гідростатичних кривих (табл. 4.6) [25].

Таблиця 4.6 – Розрахунок посадки судна на відхід і прихід

Найменування величин	Позначення і формули	Значення величин	
		Відхід	Прихід
Водотоннажність масова, т	D	119177,3	118319,4
Абсциса центра ваги судна, м	x_g	7,35	8,00
Водотоннажність об'ємна, м ³	$V = D / \rho$	116271	115434
Густина води, т/м ³	ρ	1,025	1,025
Осадка судна, м	T	13,57	13,49
Момент диферентуючий на 1 см, тм/см	M_{cm}	1744,3	1741,4
Абсциса центра плавучості судна, м	x_c	7,95	8,09
Абсциса Ц.В. площі ватерлінії, м	x_f	-4	-3,91
Апліката поперечного метacentра, м	z_m	19,53	19,55
Коефіцієнт загальної повноти	δ	0,814	0,813
Диферент судна, м	$d = D(x_g - x_c) / (100M_{cm})$	-0,41	-0,06
Осадка судна носом, м	$T_n = T + (L/2 - x_f) d/L$	13,36	13,46
Осадка судна кормою, м	$T_k = T_n - d$	13,77	13,52

Для виконання розрахунків та контролю остійності судна необхідно визначити поправки на вплив вільної поверхні рідких вантажів (вантажу і запасів) до метacentричної висоти і плечам статичної остійності. При визначенні виправлення на вільні поверхні в розрахунок приймаються цистерни запасів з найбільшим виправленням Δm_h незалежно від ступеня їхнього заповнення. Для вантажних танків виправлення приймається відповідно до їх

фактичного заповнення. Поправочні моменти Δm_h вибираються з таблиці даних по суднових цистернах, що приводиться в Інформації (табл. 4.7).

Таблиця 4.7 – Поправки на вплив вільної поверхні рідких вантажів

Найменування цистерн	Δm_h , тм
NO.1 HFO STOR.T.(P)	1398
NO.2 HFO STOR.T.(P)	227
NO.1 HFO STOR.T.(S)	1608
NO.1 DO. STOR.T.(P)	91
NO.2 DO. STOR.T.(P)	109
F.W. T. (P)	216
F.W. T. (S)	78
B.D.W. T. (S)	129
NO.1 C.O.T. (P)	7994
NO.1 C.O.T. (S)	7979
NO.2 C.O.T. (P)	15811
NO.2 C.O.T. (S)	15804
NO.3 C.O.T. (P)	16026
NO.3 C.O.T. (S)	16258
NO.4 C.O.T. (P)	16246
NO.4 C.O.T. (S)	16253
NO.5 C.O.T. (P)	16227
NO.5 C.O.T. (S)	16240
NO.6 C.O.T. (P)	16222
NO.6 C.O.T. (S)	16241
SLOP T.(P)	2588
SLOP T.(S)	2590
Сума: $\Sigma \Delta m_h$	186335

Розрахунок параметрів початкової остійності виконаний у табл. 4.8.

Таблиця 4.8 – Розрахунок параметрів початкової остійності

Найменування величин	Позначення і формули	Значення величин	
		Відхід	Прихід
Водотоннажність масова, т	D	119177,3	118319,4
Невиправлена апліката центра ваги судна, м	z_{g0}	11,23	11,20
Апліката поперечного метacentра, м	z_m	19,53	19,55
Невиправлена метacentрична висота, м	$h_0 = z_m - z_{g0}$	8,30	8,35
Виправлення на вільні поверхні, м	$\Delta h = \Sigma \Delta m_h / D$	1,56	1,57
Виправлена апліката центра ваги судна, м	$z_g = z_{g0} + \Delta h$	12,79	12,77
Виправлена метacentрична висота, м	$h = h_0 - \Delta h$	6,74	6,78

4.3 Контроль остійності за матеріалами Інформації

Перевірку остійності за матеріалами Інформації виконаємо по критичній аплікаті центра ваги судна в табл. 4.9 [26].

Таблиця 4.9 – Перевірка остійності з критичного піднесення ЦВ судна

Найменування величин	Позначення і формули	Значення величин	
		Відхід	Прихід
Водотоннажність масова, т	D	119177,3	118319,4
Виправлена апліката центра ваги судна, м	z_g	12,79	12,77
Максимальна гранична апліката центра ваги судна, м	$z_g^{\max}$	18,28	18,45

Так як $Z_g < Z_g^{\max}$, то остійність задовольняє всім вимогам.

4.4 Розрахунок і побудова діаграм остійності

Плечі статичної остійності розраховані з використанням таблиці плечей остійності форми (Cross-Curves of Stability).

Плечі остійності форми l_ϕ вибираються по осадці для тих кутів крену, які приведені в таблиці. Ці плечі відлічуються від точки К, що відповідає кільовій лінії.

Плечі остійності ваги необхідно розраховувати по формулі:

$$l_g = z_g \sin \theta,$$

а виправлені на вплив вільних поверхонь плечі статичної остійності будуть рівні:

$$l = l_\phi - l_g.$$

Розрахунок плечей діаграми статичної остійності виконується в табличній формі. У табл. 4.10 також представлений розрахунок площ під діаграмою статичної остійності до 30° , до 40° і від 30° до 40° з використанням коефіцієнтів Сімпсона за формулами:

$$a_{0-40} = 1/3 \Delta\theta \cdot \sum_{40};$$

$$a_{0-30} = 3/8 \Delta\theta \cdot \sum_{30};$$

$$a_{30-40} = a_{0-40} - a_{0-30}.$$

Таблиця 4.10 – Розрахунок плечей статичної остійності на відхід

Водотоннажність D, т								119177,3
Апліката центра ваги судна z_{g0} , м								11,23
Апліката умовного центра мас z_m , м (полюс – точка «О»)								0,00
Виправлена апліката центра ваги судна, $z_g = z_{g0} + \Delta h$, м								12,79
$\Delta\theta = 0,1745 \approx 10^\circ/57,3$								
Кут крену θ°	Плеche форми, l_ϕ , м	$\sin \theta^\circ$	$(z_g - z_m) \cdot \sin \theta^\circ$	Плеche статичної остійності $l = l_\phi - z_g \cdot \sin \theta^\circ$, м	Множ-ник	Добу-ток	Множ-ник	Добуток
1	2	3	4	5	6	7	8	9
0	0,00	0,000	0,000	0,000	1	0,000	1	0,000

Продовження табл. 4.10

1	2	3	4	5	6	7	8	9
10	3,408	0,174	2,225	1,183	4	4,732	3	3,549
20	6,830	0,342	4,374	2,456	2	4,912	3	7,368
30	9,709	0,500	6,395	3,314	4	13,256	1	3,314
40	11,625	0,643	8,224	3,401	1	3,401	$\sum_{30}$	14,231
50	12,689	0,766	9,797	2,892	$\sum_{40}$	26,301	$a_{0-30} = 0,931$	
60	13,118	0,866	11,076	2,042	$a_{0-40} = 1,530$			
70	13,026	0,940	12,023	1,003				
					$a_{30-40} = 1,530-0,931 = 0,599$			

Розрахунок плечей статичної остійності на прихід приведено в табл. 4.11.

Таблиця 4.11 – Розрахунок плечей статичної остійності на прихід

Водотоннажність D, т							118319,4	
Апліката центра ваги судна z_{g0} , м							11,20	
Апліката умовного центра мас z_m , м (полюс – точка «О»)							0,00	
Виправлена апліката центра ваги судна, $z_g = z_{g0} + \Delta h$, м							12,77	
$\Delta\theta = 0,1745 \approx 10^\circ/57,3$								
Кут крену θ°	Плеche форми, l_ϕ , м	$\sin \theta^\circ$	$(z_g - z_m) \cdot \sin \theta^\circ$	Плеche статичної остійності $l = l_\phi - z_g \cdot \sin \theta^\circ$, м	Множ-ник	Добу-ток	Множ-ник	Добуток
0	0,00	0,000	0,000	0,000	1	0,000	1	0,000
10	3,413	0,174	2,222	1,191	4	4,764	3	3,573
20	6,840	0,342	4,367	2,473	2	4,946	3	7,419
30	9,743	0,500	6,385	3,358	4	13,432	1	3,358
40	11,665	0,643	8,211	3,454	1	3,454	$\sum_{30}$	14,350
50	12,725	0,766	9,782	2,943	$\sum_{40}$	26,596	$a_{0-30} = 0,939$	
60	13,148	0,866	11,059	2,089	$a_{0-40} = 1,547$			
75	13,047	0,940	12,004	1,043	$a_{30-40} = 1,537 - 0,939 = 0,608$			

За результатами розрахунків будуюмо діаграми остійності на відхід (рис. 4.2) і на прихід (рис. 4.3).

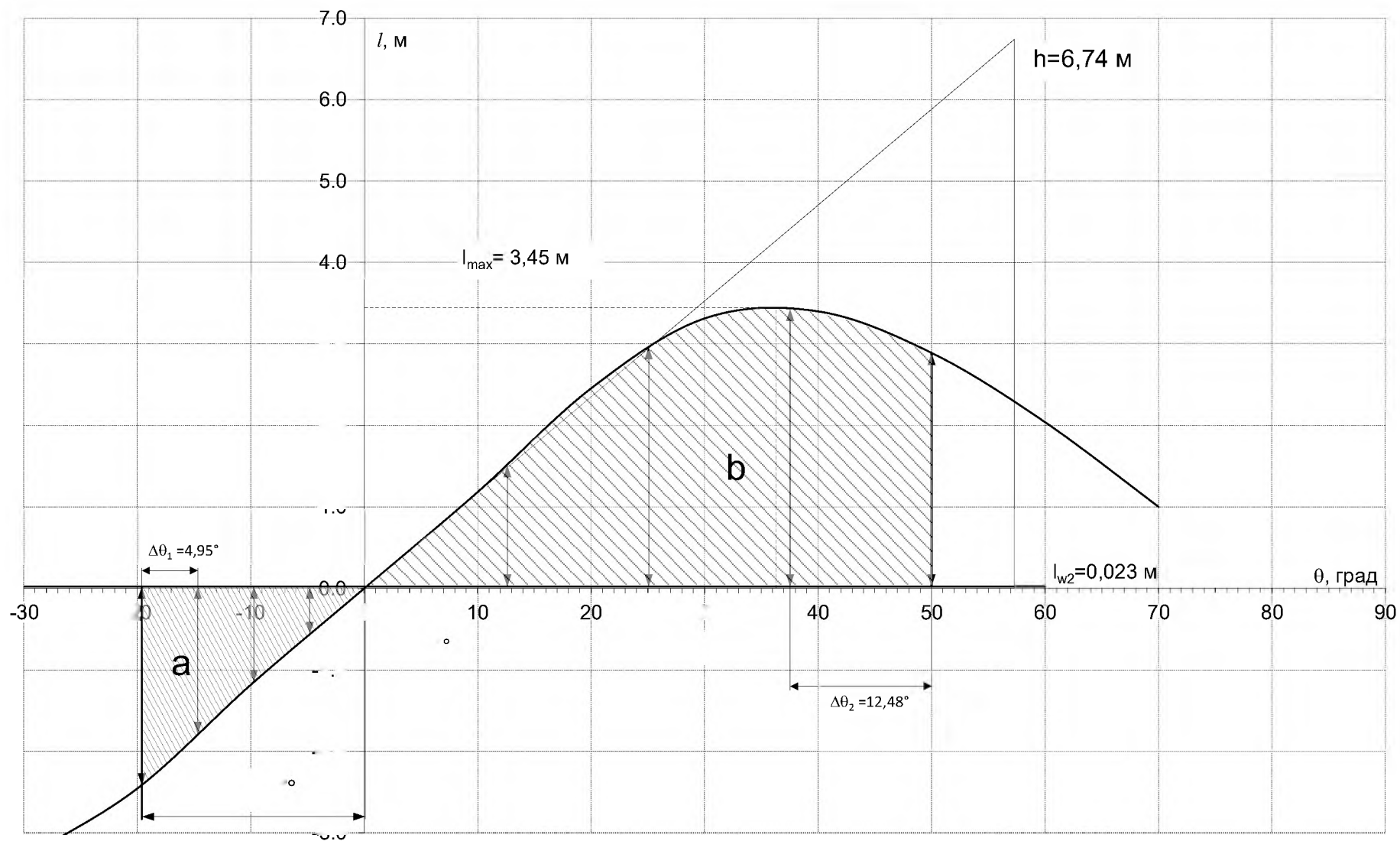


Рисунок 4.2 - Діаграма статичної остійності на відхід і визначення критерію погоди

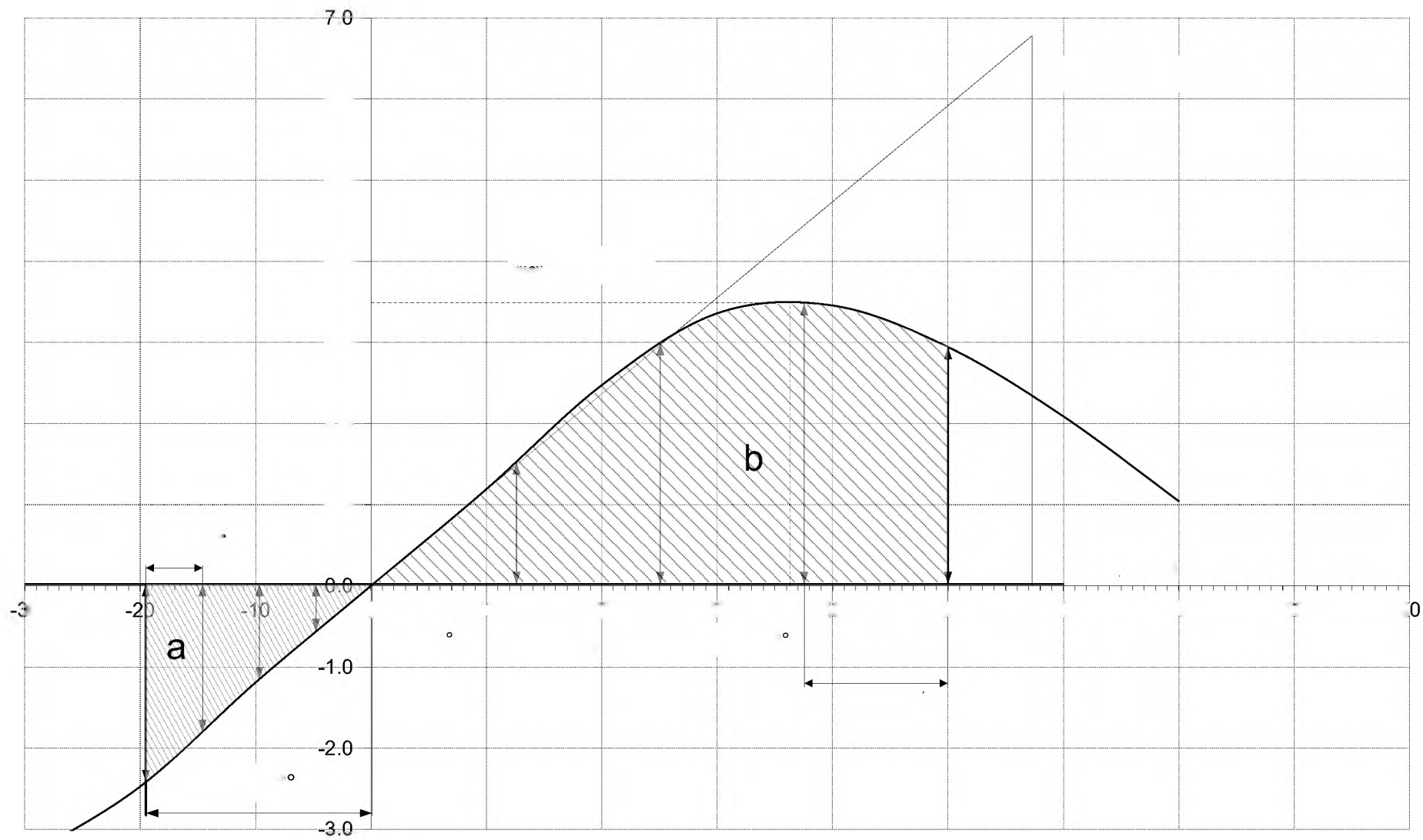


Рисунок 4.3 - Діаграма статичної остійності на прихід і визначення критерію погоди

4.5 Розрахунки нормованих параметрів остійності

Рекомендовані критерії остійності неушкоджених суден Міжнародною Морською Організацією (IMO) містяться в Adoption of the International Code on Intact Stability, 2008 (2008 IS Code), Resolution MSC.267(85).

Розрахунок нормованих параметрів остійності виконаний у табл. 4.12.

Таблиця 4.12 – Розрахунок нормованих параметрів остійності

Найменування величин	Позначення і формули	Значення величин	
		Відхід	Прихід
1	2	3	4
Водотоннажність масова, т	D	119177,3	118319,4
Осадка судна, м	T	13,57	13,49
Виправлена метацентрична висота, м	h	6,74	6,78
Площа парусності, м ²	A _v	2563	2582
Апліката центра парусності (ЦП), м	z	6,39	6,42
Плече парусності при постійному вітрі, м	$z_v = z + T/2$	13,18	13,17
Плече кренувального моменту від тиску вітру, м	$l_{w1} = 0,504 A_v z_v / (g D)$	0,015	0,015
Кренувальне плече від пориву вітру, м	$l_{w2} = 1,5 l_{w1}$	0,023	0,023
Відносна площа скулових кілей, %	$100 A_k / (L B)$	0,886	
Коефіцієнт	k	0,982	
Відносна ширина	B/T	3,24	3,26
Безрозмірний множник	X ₁	0,852	0,848
Коефіцієнт загальної повноти	δ	0,814	0,813
Безрозмірний множник	X ₂	1,000	1,000

Продовження табл. 4.12

1	2	3	4
Інерційний коефіцієнт	$c=0,373+0,023B/T-0,043L/100$	0,345	0,345
Період хитавиці, с	$T_{\theta} = 2 \pi B / \sqrt{h}$	11,7	11,7
Коефіцієнт	S	0,0671	0,0671
Коефіцієнт	$r = 0,73 + 0,6 (z_g - T) / T$	0,696	0,698
Амплітуда хитавиці, °	$\theta_r = 109 k X_1 X_2 \sqrt{r S}$	19,7	19,6
Кут заливання, °	θ_f	>50	>50
Кут входу палуби у воду, °	$\theta_d = \arctg(2(H-T) / B)$	19,5	19,7
Кут крену від постійного вітру, °	θ_0	0,1	0,1
Кут крену при хитавиці назустріч вітру, °	$\theta_1 = \theta_r - \theta_0$	19,6	19,5
Границя площ.«b» діаграми праворуч, °	θ_b	50,0	50,0
Площа «a» діаграми, м-рад	a	0,413	0,412
Площа «b» діаграми, м-рад	b	2,057	2,083
Критерій погоди	$K = b / a$	4,98	5,06

Для визначення критерію погоди на діаграмах статичної остійності необхідно побудувати площі «a» і «b».

Для розрахунку величини площ «a» і «b» використаємо правило Сімпсона. Для цього площі «a» і «b» діляться на чотири ділянки однакової довжини по куту крену.

Розрахунок площ виконується в табличній формі аналогічно розрахунку площі a_{0-40} . При цьому, замість множника 0,1745, приймаємо довжини ділянок $\Delta\theta_1$ і $\Delta\theta_2$ у радіанах.

Визначення площ «а» і «b» на відхід виконано в табл. 4.13.

Таблиця 4.13 – Визначення площ «а» і «b» на відхід за правилом Сімпсона

$\Delta\theta_1 = (\theta_1 + 1,5\theta_0)/4 = (19,6 + 1,5 \cdot 0,1)/4 = 4,95^\circ$ $\Delta\theta_1^{\text{рад}} = 4,95^\circ/57,3 = 0,0864$ рад					
$\Delta\theta_2 = (\theta_b - 1,5\theta_0)/4 = (50 - 1,5 \cdot 0,1)/4 = 12,48^\circ$ $\Delta\theta_2^{\text{рад}} = 12,48^\circ/57,3 = 0,2177$ рад					
a_i	k_i	$a_i \cdot k_i$	b_i	k_i	$b_i \cdot k_i$
$a_1 = 2,44$	1	2,440	$b_1 = 0$	1	0
$a_2 = 1,81$	4	7,240	$b_2 = 1,49$	4	5,960
$a_3 = 1,17$	2	2,340	$b_3 = 2,94$	2	5,880
$a_4 = 0,58$	4	2,320	$b_4 = 3,41$	4	13,640
$a_5 = 0$	1	0	$b_5 = 2,869$	1	2,869
		$\Sigma_a = 14,34$			$\Sigma_b = 28,349$
$a = \frac{1}{3} \Sigma_a \cdot \Delta\theta_1^{\text{рад}} = \frac{1}{3} 14,34 \times 0,0864 = 0,413$			$b = \frac{1}{3} \Sigma_b \cdot \Delta\theta_2^{\text{рад}} = \frac{1}{3} 28,349 \times 0,2177 = 2,057$		

В табл. 4.14 виконані розрахунки площ на прихід.

Таблиця 4.14 – Визначення площ «а» і «b» на прихід за правилом Сімпсона

$\Delta\theta_1 = (\theta_1 + 1,5\theta_0)/4 = (19,5 + 1,5 \cdot 0,1)/4 = 4,93^\circ$ $\Delta\theta_1^{\text{рад}} = 4,93^\circ/57,3 = 0,0860$ рад					
$\Delta\theta_2 = (\theta_b - 1,5\theta_0)/4 = (50 - 1,5 \cdot 0,1)/4 = 12,48^\circ$ $\Delta\theta_2^{\text{рад}} = 12,48^\circ/57,3 = 0,2177$ рад					
a_i	k_i	$a_i \cdot k_i$	b_i	k_i	$b_i \cdot k_i$
$a_1 = 2,44$	1	2,440	$b_1 = 0$	1	0
$a_2 = 1,82$	4	7,280	$b_2 = 1,50$	4	6,000
$a_3 = 1,17$	2	2,340	$b_3 = 2,97$	2	5,940
$a_4 = 0,58$	4	2,320	$b_4 = 3,46$	4	13,840
$a_5 = 0$	1	0	$b_5 = 2,92$	1	2,920
		$\Sigma_a = 14,38$			$\Sigma_b = 28,70$
$a = \frac{1}{3} \Sigma_a \cdot \Delta\theta_1^{\text{рад}} = \frac{1}{3} 14,38 \times 0,0860 = 0,412$			$b = \frac{1}{3} \Sigma_b \cdot \Delta\theta_2^{\text{рад}} = \frac{1}{3} 28,70 \times 0,2177 = 2,083$		

4.6 Перевірка виконання рекомендованих ІМО критеріїв остійності

Виконаємо перевірку остійності за загальними вимогами ІМО порівнюючи розраховані значення з нормативними в табл. 4.15 [27].

Таблиця 4.15 – Перевірка виконання рекомендацій ІМО

Найменування величин	Позна-чення	Значення величин			Викон. (YES/ NO)
		норма-тивні	відхід	прихід	
Площа під ДСО до кута крену 30^0 , м·рад	A_{30}	$\geq 0,055$	0,931	0,939	YES
Площа під ДСО до кута крену 40^0 , м·рад	A_{40}	$\geq 0,09$	1,530	1,547	YES
Площа під ДСО між 30° і 40° , м рад	A_{30-40}	$\geq 0,03$	0,599	0,608	YES
Плече ДСО при куті крену 30° або більше, м	l_{30}	$\geq 0,20$	3,314	3,358	YES
Кут крену, що відповідає максимуму ДСО, $^\circ$	θ_m	≥ 25	36,3	36,3	YES
Виправлена метацентрична висота, м	h	$> 0,15$	6,74	6,78	YES
Критерій погоди	K	≥ 1	4,98	5,06	YES
Кут крену від постійного вітру, $^\circ$	θ_0	$\leq 15,6$	0,1	0,1	YES

На відхід і прихід остійність судна задовольняє всім вимогам ІМО.

4.7 Перевірка загальної поздовжньої міцності корпусу

Загальна міцність контролюється по силах, що перерізають, і згинальним моментам у декількох поперечних перерізах по довжині корпусу.

Для кожного з обраних перерізів необхідно по прийнятому вантажному плану розрахувати силу, що перерізує, і згинальний момент і порівняти їх із припустимими значеннями. Розрахунок міцності виконаємо використовуючи судову програму схвалену класифікаційним товариством.

Результати розрахунку по судовій програмі перерізуючої сили, SF і згинального моменту BM на відхід судна представлені в табл. 4.16.

Таблиця 4.16 – Перевірка подовжньої міцності на відхід

Переріз	X, м	SF, т	SFsea, %	Доп.SF, т	BM, тм	BMsea,%	Доп.BM,тм
13	10,40	440	13,9	3160	3204	10,5	30581
30	24,00	-895	25,1	-3568	1343	2,1	63710
47	37,60	-2514	44,8	-5607	-21518	30,0	-71644
51	40,80	-2386	36,3	-6575	-29342	32,0	-91743
55	44,00	-2251	29,8	-7543	-36745	32,8	-112130
57	48,80	-1876	23,0	-8142	-46732	32,7	-142712
60,5	63,745	-1309	31,3	-4179	-70093	37,2	-188583
64	78,69	-983	11,6	-8461	-86979	40,6	-214067
67,5	93,635	-633	19,4	-3262	-97935	43,9	-223242
71	108,58	-476	5,8	-8142	-106263	47,6	-223242
74,5	123,525	-99	1,2	-7951	-109743	49,2	-223242
78	138,47	112	1,2	9072	-109522	49,1	-223242
81,5	153,415	481	10,0	4791	-104155	49,8	-208970
85	168,36	714	8,8	8142	-95155	47,3	-201342
88,5	183,305	1132	30,8	3670	-80499	42,7	-188583
92	198,25	1502	18,5	8121	-60695	45,8	-132518
95,5	213,195	1816	46,9	3874	-34781	48,7	-71356
99	228,14	1638	61,8	2650	-8786	34,5	-25484

На рис. 4.4 представлена епюра перерізуючих сил і згинальних моментів на відхід.

Максимальна перерізуюча сила -2514 т на 55 шпангоуті.

Максимальний згинальний момент -109743 тм на 74,5 шпангоуті.

Протягом усього рейсу загальна поздовжня міцність забезпечена.

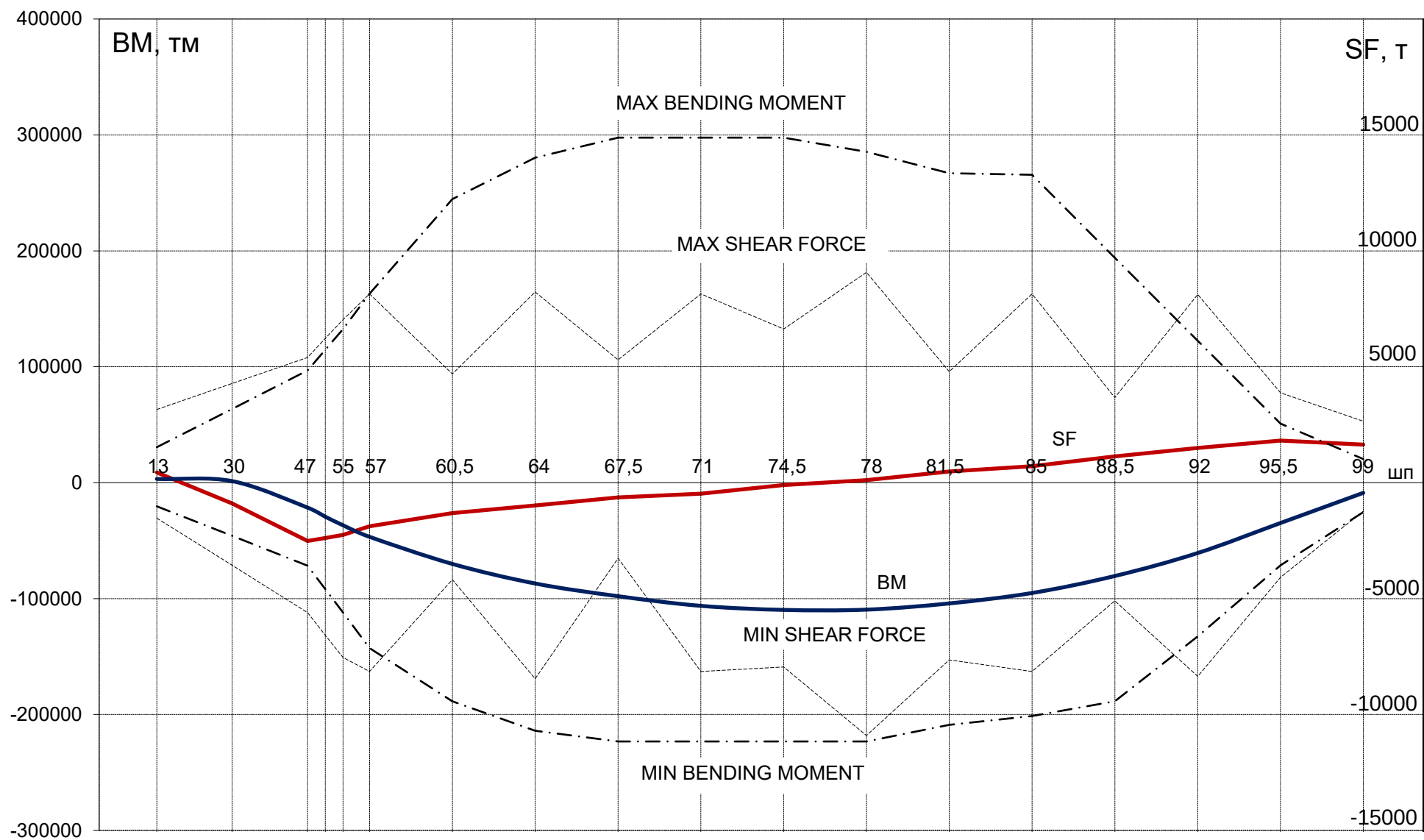


Рисунок 4.4. - Епюра перерізуєчих сил і згинальних моментів на відхід

РОЗДІЛ 5

КОНСТРУКТИВНІ ОСОБЛИВОСТІ

СУДНОВИХ СИСТЕМ НА ТАНКЕРАХ-ХІМОВОЗАХ

5.1 Конструкція корпусу танкерів-хімовозів

Розвиток індустрії перевезень хімічних речовин, а також специфіка небезпек, які представляють вантажі, що перевозяться привів до введення спеціальних вимог до танкерів-хімовозів щодо їх конструкції, розмірами танків, правил і обмежень щодо скидання хімічних речовин і т. д. Основні документи, що регламентують діяльність танкерів-хімовозів: МАРПОЛ-73/78 Додаток 2; Міжнародний кодекс споруди та обладнання суден, що перевозять небезпечні хімічні вантажі наливом (IBC code); СОЛАС-74/78 (глава VII особливо).

Згідно з Кодексом ІВС: «Судна, що підпадають під дію Кодексу, повинні витримувати звичайні наслідки затоплення внаслідок ймовірного пошкодження корпусу, викликаного якою-небудь зовнішньою силою. Крім того, для захисту судна і навколишнього середовища вантажні ємності певних типів суден повинні бути захищені від пробивання у разі незначного пошкодження судна в результаті, наприклад, навала на причал, удару про буксир і повинні бути вжиті заходи захисту від пошкодження в разі зіткнення або посадки на мілину шляхом розташування їх на певному мінімальному відстані всередину від зовнішньої обшивки судна. Як розміри передбачуваного ушкодження, так і відстань між вантажними посудинами і зовнішньої обшивкою судна повинні залежати від ступеня небезпеки, що виникає у зв'язку з продуктами, що підлягають перевезенню» [28].

Виходячи з того, що всі хімічні вантажі мають різний ступінь небезпеки і шкідливості для людини і навколишнього середовища згідно з Додатком 2 Конвенції МАРПОЛ хімічні речовини поділяють на чотири класи за ступенем небезпеки – X, Y, Z та Інші речовини (де речовини категорії X – найбільш

небезпечні). З даної класифікації шкідливих речовин випливають і різні вимоги до конструкції танкерів-хімовозів, що перевозять той чи інший вантаж. Для уніфікації вимог до конструкції всі танкера-хімовози були розділені на три типи, до кожного з яких пред'являються окремі вимоги до конструкції. Ці вимоги вказані в Кодексі ІВС.

Згідно з Кодексом ІВС:

- судно типу 1 є танкер-хімовоз, призначений для перевезення продуктів, зазначених у главі 17 Кодексу ІВС і становлять найбільшу небезпеку для навколишнього середовища і людини, які вимагають прийняття максимальних запобіжних заходів для виключення витоку такого вантажу;

- судно типу 2 є танкер-хімовоз, призначений для перевезення продуктів, зазначених у главі 17 Кодексу ІВС і представляють значну небезпеку для навколишнього середовища і людини, які вимагають прийняття суттєвих запобіжних заходів для виключення витоку такого вантажу;

- судно типу 3 є танкер-хімовоз, призначений для перевезення продуктів, зазначених у главі 17 Кодексу ІВС і представляють досить серйозну небезпеку для навколишнього середовища і людини, які вимагають помірного ступеня захисту для збільшення живучості в пошкодженному стані [28].

Варто так само відзначити, що глава 17 Кодексу ІВС являє собою зведену таблицю мінімальних вимог до перевезення всіх шкідливих речовин регламентуються Кодексом. Якщо виникає необхідність перевезення того або іншого вантажу зазначеного в главі 17, то в першу чергу слід переконатися, що судно, на яке передбачається вантажити конкретний вантаж, є відповідного типу. Допустимий тип танкера-хімовоза для перевезення шкідливої речовини вказаний в колонці «е» глави 17 Кодексу ІВС.

Головна відмінність всіх трьох типів полягає у вимогах, що пред'являються до розташування вантажних танків. Ці вимоги вказані в Розділі 2 Пункті 6 Кодексу ІВС.

На танкері-хімовозі типу 1 вантажні танки повинні бути захищені від ушкоджень у разі посадки на мілину або зіткнення шляхом їх ізоляції від

ймовірних пошкоджень подвійними бортами і подвійним днищем. На судні типу 1 відстань від бортової обшивки до вантажного танка повинно бути не менше 11,5м або однієї п'ятої частини найбільшої ширини судна, в залежності від того, що менше (відстань повинно бути виміряна від борту судна під прямим кутом).

Відстань від теоретичної лінії обшивки днища в діаметральній площині до вантажного танка повинно бути не менше 6м або однієї п'ятнадцятої від найбільшої ширини судна, в залежності від того, що менше, і, в будь-якому випадку ця відстань не повинна бути менше 760мм.

Ці вимоги застосовуються тільки до вантажних танках і не застосовуються до ємностей для розбавлених відходів, що утворилися при митті місткостей. На рис. 5.1 представлена схема розташування вантажних танків на танкері-хімовозі типу 1.

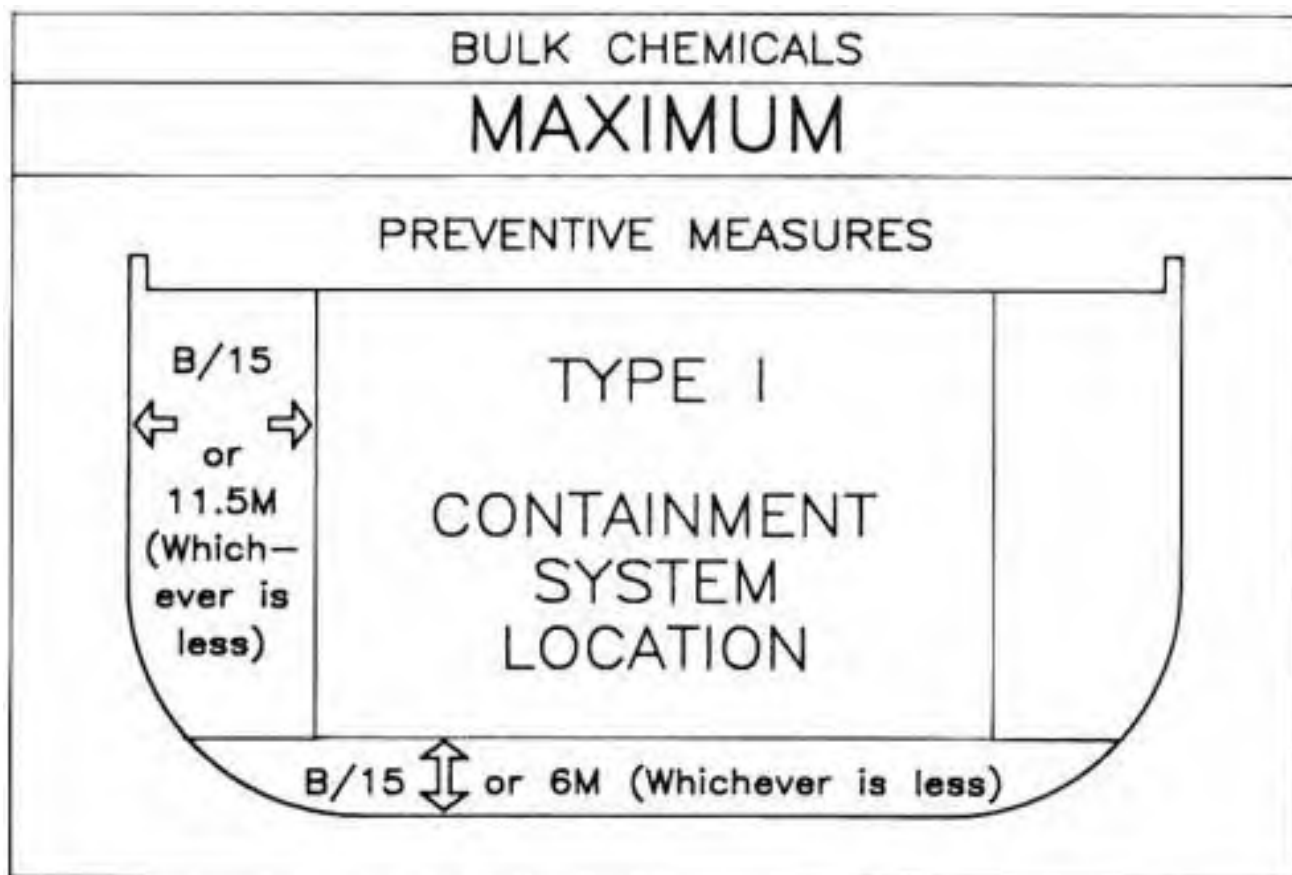


Рисунок 5.1 – Схема розташування вантажних танків на танкері-хімовозі типу 1

Для танкерів-хімовозів типу 2 вимоги до конструкції менш жорсткі. На судні типу 2 відстань від бортової обшивки до вантажного танка має бути не менше 760мм (відстань повинна бути виміряна від борту судна під прямим кутом).

Відстань від теоретичної лінії обшивки днища в діаметральній площині до вантажного танка повинно бути не менше 6м або однієї п'ятнадцятої від найбільшої ширини судна, в залежності від того, що менше, і, в будь-якому випадку ця відстань не повинна бути менше 760мм, як і на танкері-хімовозі типу 1. Що робить його пристосованим для перевезення вантажів середньої категорії небезпеки для людини та навколишнього середовища. На рис. 5.2 представлена схема розташування вантажних танків на танкері типу 2.

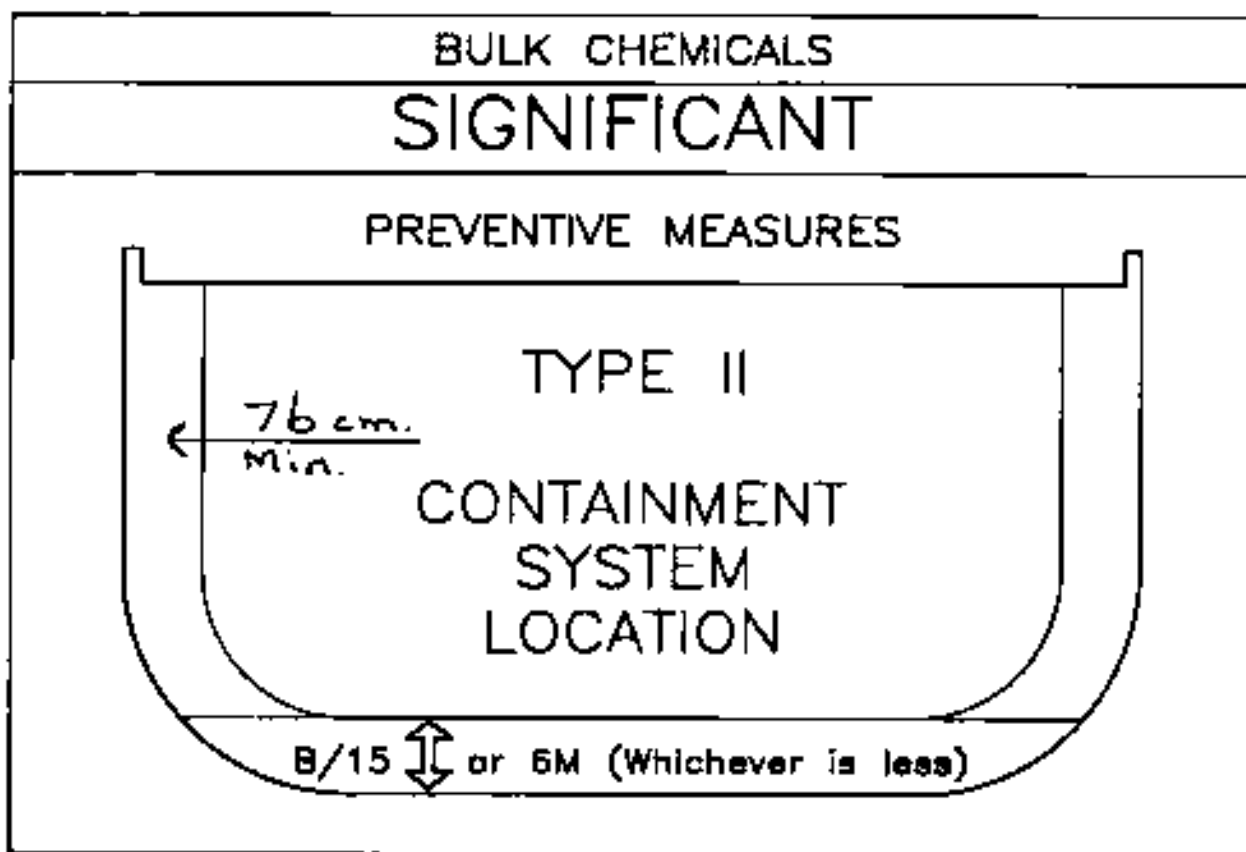


Рисунок 5.2 – Схема розташування вантажних танків на танкері-хімовозі типу 2

До танкерів-хімовозів типу 3 вимоги до розмірів бортових танків і танків подвійного дна не пред'являються. Однак, в силу того, що в даний час усі

танкера-хімовози є танкерами комбінованого класу (тобто усі танкера-хімовози одночасно є і нафтовими танкерами) до них застосовуються такі ж вимоги до бортових танків і танків подвійного дна як і до нафтових танкерів. Ці вимоги вказана в Додатку 1 Конвенції МАРПОЛ (Правило 19. «Вимоги до подвійного корпусу та подвійного дна на нафтових танкерах, поставлених 6 липня 1996 року або після цієї дати.»). У цьому випадку, вантажні танки повинні розташовуватися так, щоб відстань від вантажного танка до бортової обшивки корпусу судна було не менше величини дорівнює: $0,5 + (\text{дедвейт судна} / 20000)$ або 2м, в залежності від того, що менше, і в будь-якому випадку не менше 1м. Відстань від вантажного танка до теоретичної лінії донної обшивки, виміряне під прямим кутом до донної обшивки, повинно бути не менше 2м або однієї п'ятнадцятої ширини судна, і, в будь-якому разі, не менше 1м (рис. 5.3).

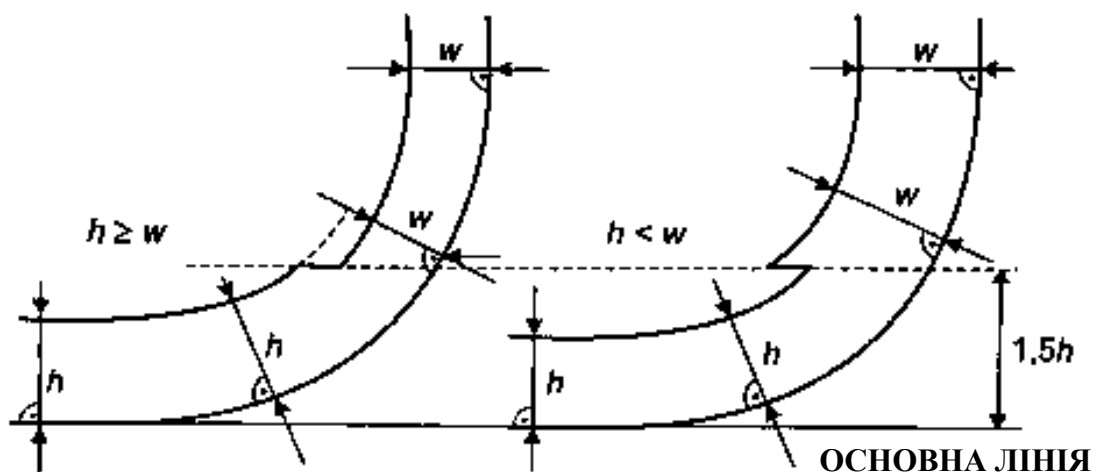


Рисунок 5.3 – Межі вантажного танка для нафтового танкера

Так само слід зазначити, що вимоги пред'являються до розташування ушкоджень, обумовлені у главі 2 Кодексу ІВС які повинен витримати танкер-хімовоз кожного з типів.

Судна повинні витримувати пошкодження в розмірах, що визначаються типом судна згідно з такими стандартами:

1) тип 1 повинний витримувати пошкодження в будь-якому місці по його довжині.

2) тип 2 довжиною більше 150м повинний витримувати пошкодження в будь-якому місці по його довжині.

3) тип 2 довжиною 150м або менше повинний витримувати пошкодження в будь-якому місці по довжині, крім перебирання, що обмежують машинне приміщення, розташоване в кормі.

4) типу 3 довжиною більше 225м повинний витримувати пошкодження в будь-якому місці по його довжині.

5) типу 3 довжиною 125м або більше, але менш як 225м повинний витримувати пошкодження в будь-якому місці по довжині, крім перебирання, що обмежують машинне приміщення, розташоване в кормі.

6) тип 3 довжиною менше 125м повинний витримувати пошкодження в будь-якому місці по довжині, виключаючи пошкодження машинного приміщення, розташованого в кормі.

5.2 Вантажна система на танкері-хімовозі

Головною особливістю танкерних перевезень хімічних речовин є те, що в порівнянні з нафтовими танкерами партії вантажів хімічних речовин набагато менше за обсягом.

З цього випливає, що фрахтування цілого танкера-хімовоза для перевезення однієї невеликої партії вантажу невігідно.

Вантажну систему на танкері-хімовозі конструюють таким чином, щоб можна було прийняти кілька абсолютно різних видів вантажу. У теорії кількість видів вантажу, які може прийняти сучасний танкер-хімовоз дорівнює кількості вантажних танків цього танкера.

На практиці таке судно зазвичай перевозить від 2 до 8 видів різних рідких вантажів (і не завжди всі з них хімічні речовини). Очевидно, що для досягнення

такої можливості вантажна система повинна бути іншою ніж на нафтовому танкері. Найбільш часто на танкерах-хімовозах зустрічається вантажна система FRAMO.

Суть системи FRAMO полягає в тому, що на кожний вантажний танк підводиться своя окрема від інших лінія зі своїм вантажним насосом, який, як правило, знаходиться безпосередньо в самому вантажному танку (рис. 5.4).

В системі FRAMO використовуються відцентрові одноступінчасті насоси вертикального типу на гідравлічному приводі які мають спеціальну систему збирання залишків вантажу з дна вантажних танків.

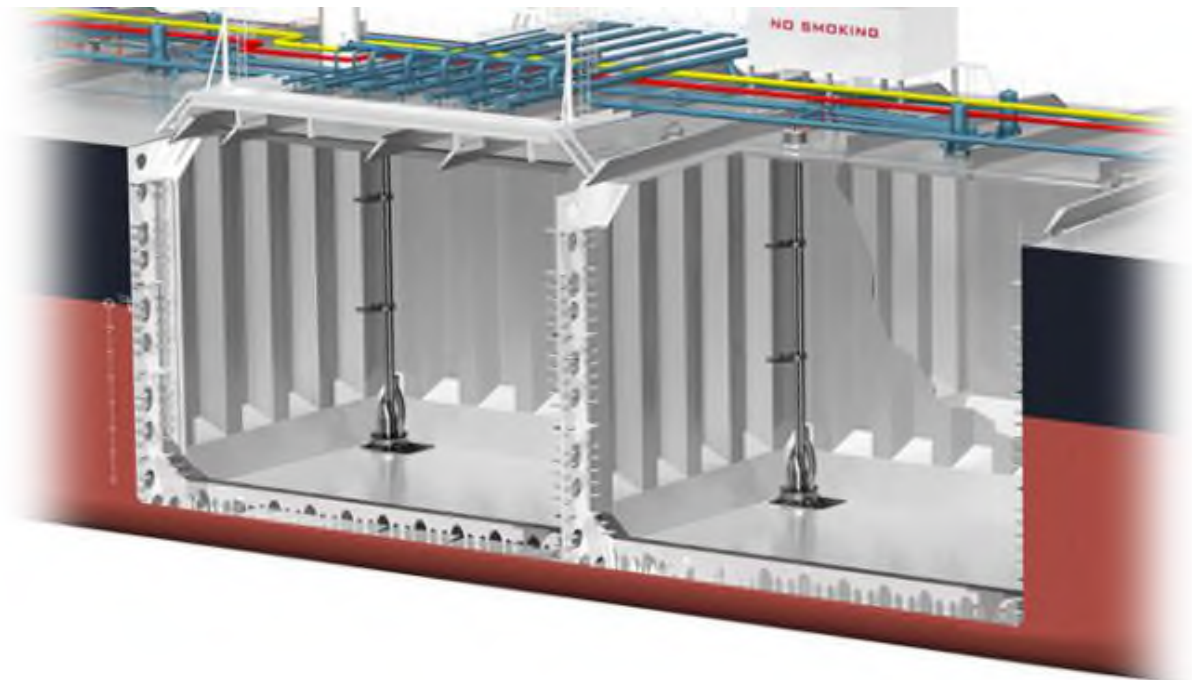


Рисунок 5.4 – Приклад розташування вантажних насосів на танкерах-хімовозах обладнаних системою FRAMO

Крім того, на танкерах-хімовозах обладнаних системою FRAMO колектори вантажних ліній влаштовані таким чином, що б до кожного танку можна було провести з'єднання з берега з будь-якого борту (тобто на кожному борту є з'єднання для кожного з вантажних танків). Приклад представлений на рис. 5.5.



Рисунок 5.5 – Колектор вантажних ліній на танкері-хімовозі

Як вже зазначалось вище вантажні насоси, то в системі FRAMO використовуються відцентрові одноступінчасті насоси вертикального типу на гідравлічному приводі (рис. 5.6).

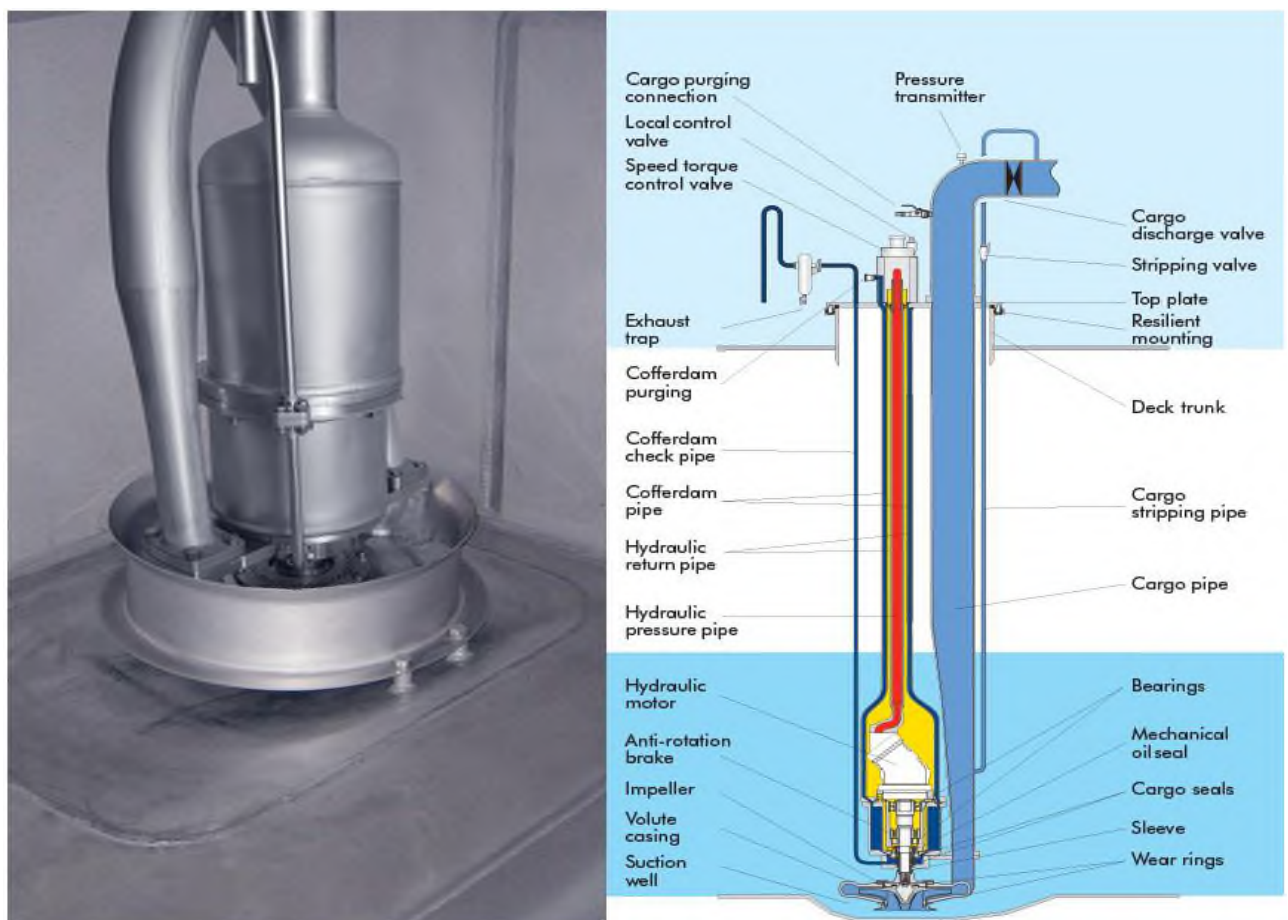


Рисунок 5.6 – Схема відцентрового насоса фірми FRAMO

Головними компонентами таких насосів є: крильчатка (Impeller), корпус спіралеподібної форми (Volute), дифузор (Diffuser), всмоктуючий отвір (Suction) і двигун. Принцип дії відцентрових насосів полягає в наступному: в наповненому рідиною корпусі і всмоктуючому трубопроводі приводиться в обертання робоче колесо. При його обертанні виникає відцентрова сила, що призводить до витіснення рідини від центру колеса до його периферійних ділянок. Там створюється підвищений тиск, який починає витісняти рідину в напірний трубопровід. Зниження тиску в центрі робочого колеса викликає надходження рідини в насос через всмоктуючий водопровід. Таким чином здійснюється робота по безперервній подачі рідини відцентровим насосом. Схема роботи відцентрового насоса представлена нижче на рис. 5.7.

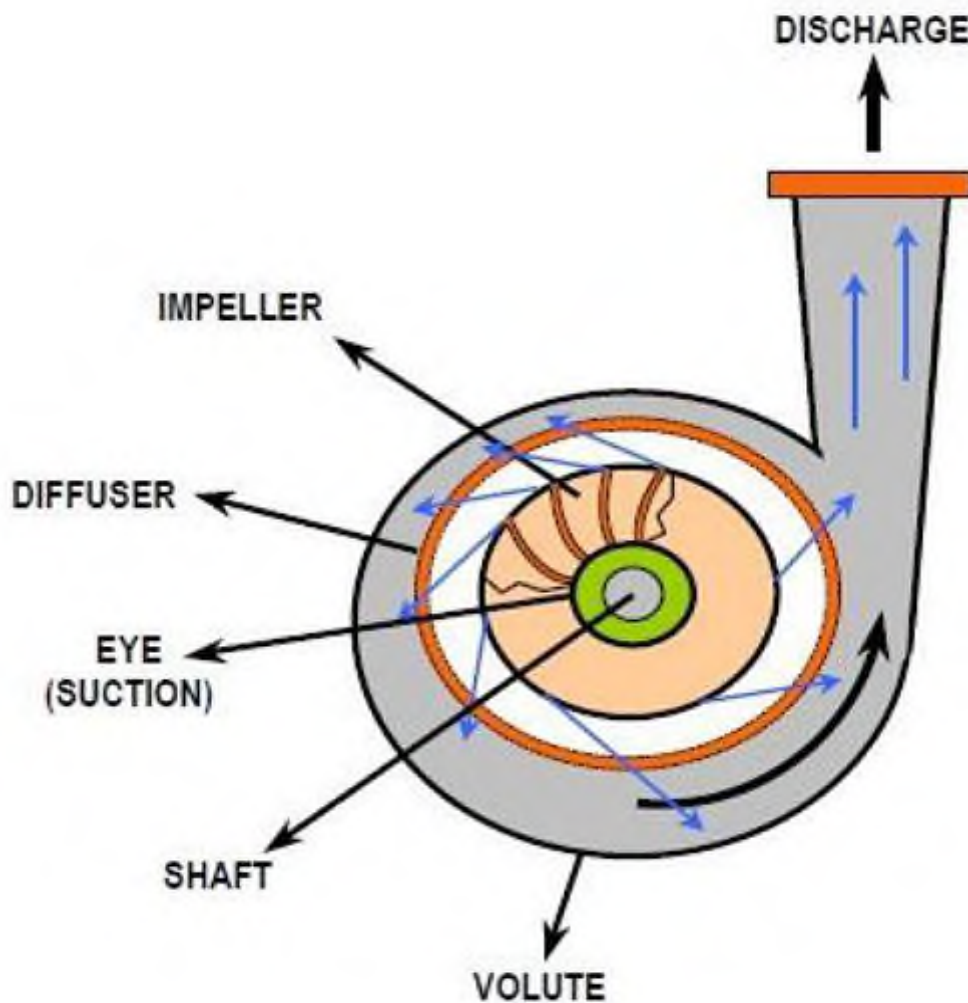


Рисунок 5.7 – Схема роботи відцентрового насоса

Двигуном для насосів виступає гідравлічна система, яка і приводить в рух крильчатку насоса. Гідравлічну систему на танкерах називають «Power Pack». «Power Pack» постачає вантажні насоси та інше гідравлічне обладнання гідравлічним маслом під високим тиском. Зазвичай система знаходиться в машинному відділенні або в спеціальному приміщенні на палубі. Система «Power Pack» складається зі спеціального танка для гідравлічного масла, насоса високого тиску і трубопроводу системи. Схема системи представлена нижче на рис. 5.8.

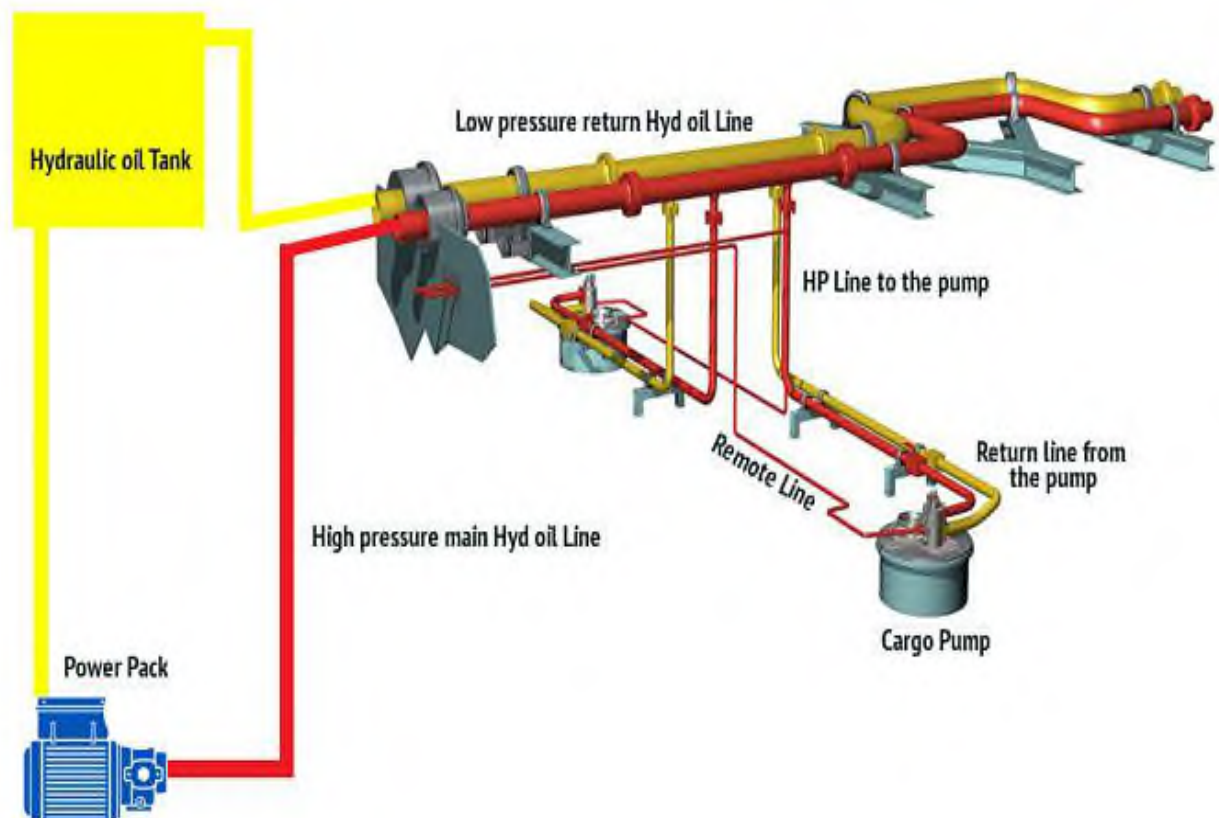


Рисунок 5.8 – Схема стандартної системи «Power Pack»

Варто також відзначити, що система використовується не тільки для вантажної системи, а і для інших суднових механізмів (брашпили, крани та ін.).

5.3 Покриття вантажних танків на танкерах-хімовозах

Для захисту конструкцій корпусу судна від впливу агресивних вантажів (кислот, лугів тощо), для запобігання вантажу від проникнення в нього сторонніх механічних домішок (іржі, пилу), а також для полегшення очищення танків при зміні вантажів використовуються різні типи покриття вантажних танків. Всі типи покриттів можна розділити на два види: металеве і неметалеве.

Нанесення тонкого шару металів, стійких до корозії, таких як мідь, нікель, хром, кадмій та інші на поверхню сталі, забезпечує надійний захист від корозії. Такі матеріали називаються анодованими, металевими, плакованими (Clad Metal) або напиленими.

Такий вид захисту використовується в суднобудуванні досить широко. Виготовляти вантажні танки повністю з нержавіючої сталі – не рентабельно. Тому часто використовують звичайну корабельну сталь плакованою 2-3 міліметровим шаром нержавіючої сталі. Але навіть нержавіюча сталь схильна до руйнування при впливі деяких хімічних речовин.

Особливо чутлива нержавіюча сталь до дії сірчаної і фосфорної кислот, а також морської води. Причому пошкоджується поверхня танка не при перевезенні концентрованих кислот, а під впливом їх слабких розчинів.

Ремонт пошкоджень в танках з нержавіючої сталі проводиться лише відповідно до вимог судовласника з використанням спеціального обладнання і кваліфікованим персоналом.

Існують найрізноманітніші способи захисту металів від корозії з використанням бітумних покриттів, полімерних плівок, лакофарбових покриттів та інших. На сучасних хімовозах всі вантажні танки мають захисне покриття або виготовлені з нержавіючої сталі.

Деякі види захисних покриттів поверхні вантажних танків розроблені спеціально для транспортування тих чи інших вантажів, але більшість покриттів, що використовуються в даний час, є універсальними і можуть витримувати вплив цілого ряду хімічних вантажів. Однак всі типи покриттів

мають деякі обмеження, які викликані сумісністю покриття танків з деякими видами хімічних вантажів. Ось чому дуже важливо точно знати тип покриття вантажних танків і його стійкість до дії різних хімічних речовин.

Для кожного виду покриття існують так звані «Листи стійкості покриття» (Coating Resistance List), де зазначаються всі обмеження для даного покриття, а також температурні режими та умови перевезення тих чи інших вантажів.

Покриття вантажних танків призначене для :

- зменшення корозії внутрішньої поверхні танків;
- запобігання пошкодження вантажу через вплив на нього окислів металу або з'єднань металу з попереднім вантажем;
- полегшення процесу очищення танків;
- полегшення процесу перевірки якості підготовки танків.

В даний час досить широко використовуються наступні види покриттів вантажних танків:

1. Епоксидне. Епоксидні смоли отримують в результаті взаємодії фенолу і епіхлоридину, а органічні аміни використовуються в якості затверджувача. Покриття наноситься в 3-6 шарів. Забезпечує захист металу від корозії за рахунок створення захисного шару.

Стійкий до впливу вуглеводнів, складних ефірів гліколів, вищих спиртів і розчинів лугів. Не стійко до впливу амінів, кислот, фенолів, хлорвмісних вуглеводнів. Під впливом нижчих спиртів і ароматичних вуглеводів епоксидне покриття може розм'якшуватися.

При мийці танків з епоксидним покриттям не рекомендується використовувати гострий пар і пропарку з толуолом. Найбільш відомі виробники епоксидних покриттів – Sigma Coating, Devoe chemicals, Hempel. Приклад танку з епоксидним покриттям на рис. 5.9 [29].

Використання епоксидного покриття вимагає дотримання досить жорстких вимог щодо часу повного висихання фарби (Curing Time) при повному перефарбовуванні танка або ремонті значній площі покриття танка.

Наприклад, протягом 3-х місяців після повного перефарбування танка, в ньому не рекомендується перевозити вантажі, що агресивно впливають на покриття.



Рисунок 5.9 – Вантажний танк з епоксидним покриттям

Більш того, після перевезення, наприклад, метанолу або вініл ацетату в танках з епоксидним покриттям, потрібно деякий час для того, щоб покриття танків відновило свої початкові властивості (близько 10 днів після мийки танки повинні залишатися порожніми або ж в них повинні перевозитися вантажі, які не надають агресивного впливу).

2. Поліуретанове. Стійкість цього покриття до впливу різних хімічних вантажів порівнянна з епоксидним покриттям, однак поліуретанове покриття стійке до дії органічних жирних кислот, але набагато гірше, ніж епоксидне, сприймає вплив лугів.

3. Гумове. Гуму використовують для вантажів з сильними корозійними властивостями, які не можуть бути перевезені в танках з епоксидним і поліуретановим покриттям.

Гумові покриття, в першу чергу, використовують для перевезення соляної кислоти. Так само гумові покриття підходять для перевезення фосфорних кислот і не рекомендуються для перевезення азотної і сірчаної кислот. Танки зазвичай покривають шаром в 6мм. Зазвичай використовують такі різновиди матеріалів: неопрен, хлоропрен, нітрил та бутил. Найчастіше використовують неопрен [30].

4. Цинкосилікатне. Покриття такого типу складається з неорганічних сполук кремнію (силікатів) і цинкової пудри. Наноситься в один шар товщиною близько 80 мікрон, вміст цинку становить до 90%. Захист металу здійснюється як за рахунок утворення захисного шару, так і за рахунок високої гальванічної активності цинку. Приклад танку з цинкосилікатним покриттям на рис. 5.10.



Рисунок 5.10 – Вантажний танк з цинкосилікатним покриттям

Цинкосилікатне покриття чудово витримує вплив вуглеводнів, спиртів, гліколей, складних ефірів, кетонів, амідів, фосфатів та ін. Проте вплив навіть слабких лугів, кислот, сольових розчинів, фенолів і крезолів призводить до руйнування захисного шару.

Захисні властивості такого покриття безпосередньо залежать від вмісту цинку в ньому, тобто чим більший вміст цинку, тим більш стійке покриття до негативних впливів викликаним вантажем, що перевозиться (рис. 5.11).

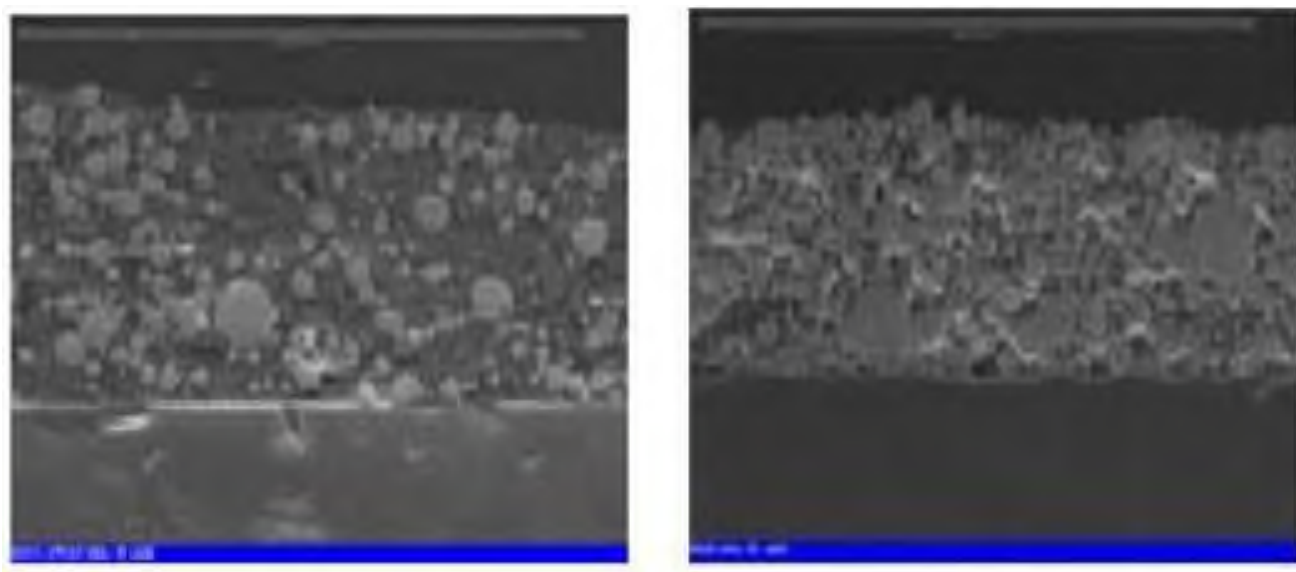


Рисунок 5.11 – Цинкосилікатне покриття з 60% (фото зліва) та 85% (фото справа) складу цинку у суміші

При перевезенні рослинних і тваринних жирів і масел в танках з цинкосилікатним покриттям кислотне число не повинно виходити за діапазон $\text{pH} = 5,5-8$.

5. Багатоцільове полімерне покриття. В останні роки з'явилися нові види покриттів танків на полімерній основі. Найбільш поширена з них – силоксірне покриття, основу якого становить полімер з високощільною субмолекулярною структурою. Стійкість покриття висока до впливу дуже широкого спектру хімікатів.

5.4 Система підігріву вантажу на танкері-хімовозі

Деякі речовини, які перевозяться на танкерах-хімовозах можуть бути ідентифіковані як «речовини схильні до затвердіння» («Solidifying Substances») або «речовини, які мають високу в'язкість» («High Viscosity»). Такі речовини вантажать на судно розігрітими і при навантаженні проблем з таким вантажем немає, але після навантаження вантаж починає остигати і поступово стає більш в'язким, що безумовно стане великою проблемою при вивантаженні. В виду цього вантажні танки для перевезення високов'язких вантажів з високою температурою застигання повинні обладнуватися спеціальною системою підігріву вантажу. Необхідність підігріву в'язких вантажів обумовлена тим, що при звичайній температурі зовнішнього середовища їх підвищена в'язкість ускладнює виконання вантажних операцій як через різке зниження подачі насосної установки, так і через погіршення умов стікання вантажу до місця приймача насоса.

Головне завдання системи підігріву вантажу – підготовка в'язких вантажів до вивантаження, а саме: підтримання температури вантажу на заданому рівні шляхом повідомлення теплоти для компенсації тепловтрат із зовнішнім середовищем; підвищення температури вантажу до заданого рівня, при якому забезпечується можливість вивантаження з урахуванням компенсації тепловтрат в процесі теплообміну вантажу з зовнішнім середовищем; повідомлення вантажу теплоти під час розвантаження з урахуванням компенсації втрат від теплообміну.

В якості джерел тепла для підігріву вантажу служать:

- водяний насичений пар під тиском;
- органічні теплоносії (ОТ);
- електричний нагрівник.

Саме широке поширення в якості теплоносія отримав водяний насичений пар, що віддає теплоту через поверхню змішувиків нагрівальних елементів, розташованих горизонтально на відстані 10-15 см від дна. Вертикальне

розташування змійовиків невигідно з теплотехнічної точки зору. Схема парового підігріву досить проста по влаштуванню і найменш небезпечна в пожежному відношенні.

Основними недоліками цієї системи є:

- висока вартість і трудомісткість технічного обслуговування трубопроводів через необхідність кожні 3-5 років замінювати змійовики в танках внаслідок руйнування від корозії і механічних пошкоджень;
- можливість розморожування системи в зимовий час.

Приклад танку обладнаного такою системою підігріву на рис. 5.12.



Рисунок 5.12 – Змійовик системи підігріву вантажу

Органічні теплоносії (ОТ) відрізняються від водяної пари тим, що вони безпечні в зимовий час і низько агресивні з точки зору корозії. Тому системи з

ОТ відрізняються високою надійністю і довговічністю, низькою вартістю і трудомісткістю обслуговування, простотою автоматики і малими габаритами.

Існує два способи підігріву вантажу за допомогою систем з органічним теплоносієм:

- прямий спосіб, коли ОТ нагрівається в котлах і по замкнутій системі циркулює в системі опалення;
- непрямий спосіб, коли ОТ нагрівається паром від допоміжного котла в паровому підігрівачі і подається в закриту систему обігріву танків.

Незважаючи на суттєві переваги цих систем, використання на танкерах обмежена, так як органічні теплоносії пожежонебезпечні (особливо при прямому способі підігріву).

Парові системи і системи з ОТ називають системами з проміжним теплоносієм (тобто система в якій використовуються змійовики опущені на дно танка).

До систем обігріву без проміжного теплоносія належать системи з електронагрівачами і з горячеструмінним способом обігріву.

У системах з горячеструмінним обігрівом теплоносієм є сам вантаж. Частина вантажу з танка нагрівається в підігрівачі і повертається в танк у вигляді гарячої струменя, яка за рахунок механічного і конвективного впливу на масу вантажу переміщує його. В якості гріючого середовища в підігрівачах використовуються вихлопні гази двигунів або автономні форсункові пристрої. Горячеструмінна система підігріву використовується в системі FRAMO на невеликих танкерах. Підігрівачі, як правило, розташовуються на палубі безпосередньо поруч з вантажним танком і являють собою конструкцію через яку проводяться спеціальне відгалуження вантажної лінії. Усередині корпусу знаходиться велика система змійовиків за якими подають розігрітий пар, за допомогою якого і відбувається нагрів вантажу (рис. 5.13).

Головні переваги цього способу обігріву наступні:

- поліпшення зачистки танків і зниження трудомісткості технічного обслуговування у зв'язку зі зменшенням кількості внутрішньо танкових пристроїв;

- можливість здійснення підігрів вантажу в танках практично до кінця вивантаження.

До недоліків цього способу обігріву відноситься зниження ефективності обігріву зі зростанням вантажопідйомності танкера і зростання вартості обладнання. Тому такий обігрів застосовується на малих танкерах.

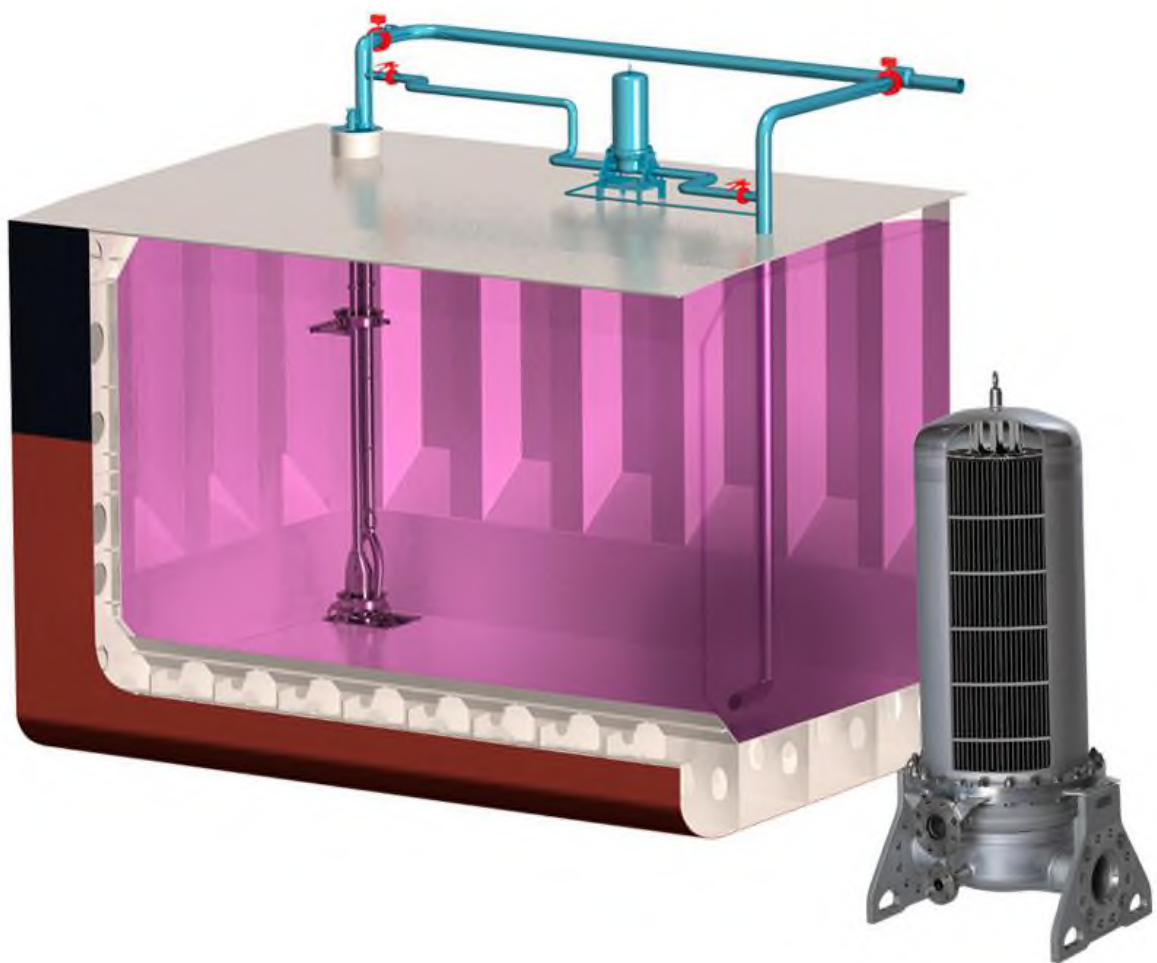


Рисунок 5.13 – Система горячеструмінного підігріву вантажу

У системах з електронагрівачами підігрів здійснюється або голими шинами (прямий контакт з вантажем), або спеціальними нагрівачами (досить складними і дорогими).

Переваги цього способу, простота в управлінні, регулювання потужності, висока довговічність і низька вартість устаткування.

Недоліки: висока вартість електроенергії, вироблюваної на судні, надмірна пожежонебезпека (особливо при оголенні шин в процесі вивантаження), недостатня дослідженість процесу підігріву. Тому застосування цього способу можливо тільки на невеликих танкерах після додаткових досліджень.

Зазвичай вантаж підігрівають по групах танків (2-4 танки), так як на всі танки відразу не вистачить пари. Тому встановлюють черговість підігріву по групах (найчастіше з 8-ми годинним періодом) [31].

5.5 Газовідвідна система на танкерах

Інтенсивні випаровування вантажу, зміна обсягів вантажу при різких коливаннях температур повітря і води обумовлюють необхідність обладнання вантажних танків газовідвідними системами.

Існує два види газовідвідних систем: окремо для кожного вантажного танка і для обслуговування групи танків. Окремі газовідвідні пристрої повинні підніматися над вантажною палубою не менше ніж на 2,5 м.

Групова газовідвідна система забезпечується загальною магістраллю, до якої підходять труби з кожного вантажного танка, відводять гази з верхніх точок відсіку. Загальна магістраль закінчується вертикальною трубою, прокладеної уздовж щогл або колонок і відвідної пари вантажів в атмосферу.

Газовідвідні труби роблять таким чином, щоб в них не могли застоюватися вода і вантаж. У найбільш низьких ділянках труби повинні мати спускні краники, а верхні отвори закриватися захисними ковпаками для запобігання від попадання атмосферних опадів. На трубах, що йдуть від кожного вантажного танка, повинні бути встановлені вогнепрегороджувальні

конструкції. Їх призначення – перешкоджати попаданню полум'я від палаючого танка в сусідні.

Газовідвідна система забезпечується дихальними клапанами (тиск / вакуум), що працюють в автоматичному режимі (рис. 5.14). Призначення цих клапанів підтримувати певний тиск в танку. Зазвичай вони повинні спрацьовувати по тиску, що перевищує 1800 мм/вод. стовпа (0,176 bar) , і по вакууму, що перевищує 400 мм вод. стовпа (0,039 bar).



Рисунок 5.14 – Стандартний дихальний клапан газовідвідної системи

До початку навантаження дихальні клапани газовідвідної системи (тиск / вакуум) повинні відкриватися.

Після закінчення вантажних операцій дихальні клапани встановлюються в автоматичний режим. Для запобігання попадання парів вантажів в суднові приміщення необхідно перед навантаженням ілюмінатори, двері, що ведуть в ці приміщення, щільно закрити.

5.6 Системи інертних газів і азотного захисту вантажу на танкерах-хімовозах

В силу того, що всі сучасні танкера-хімовози одночасно є і нафтовими танкерами, на них обов'язково повинна бути встановлена система інертних газів.

Так як видалення парів нафтопродуктів з танків, щільність яких більше щільності повітря, через газовідвідну систему не завжди ефективно, то з'являється реальна небезпека вибухів і пожеж. Тому боротьба за живучість зумовила появу системи інертних газів, основне призначення якої зменшити концентрацію кисню і створити не вибухонебезпечну атмосферу у вантажних танках.

Інертні гази – це гази з вмістом кисню менше 8%.

Інертний газ подається:

- для заповнення звільняються обсягів танків при вивантаженні;
- у вантажному переході для підтримки у вільних обсягах надлишкового тиску інертного середовища;
- для створення в танках інертного середовища перед завантаженням і при мийці танків.

Системи інертних газів бувають 3-х типів:

- використовують гази, що йдуть з котлів машинного приміщення;
- використовують спеціальні газогенератори, опалювальні паливом;

- використовують інертні азот (N_2) або вуглекислий газ (CO_2) з автономних установок, що складаються з балонів або спеціальних генераторів.

В даний час на танкерах використовується в основному перший тип систем.

Димові гази з димоходу котла направляються в скруббер. В скруббері (газоочисної колоні), куди потрапляє заборотної вода зверху, відбувається охолодження і очищення димових газів (головним чином, від сірчистого ангідриду). Вологовідділювач, встановлений на виході з скруббера, повертає вологу в колону. Підсушений газ проходить по одній з гілок через дросельну заслінку і фільтр до вентилятора, який забезпечує транспортування газу через скруббер в систему. Через запірні клапани і регулюючий клапан газ подається на палубу до водяного затвору і далі до колектора інертного газу, звідки він надходить у відповідні танки. Схема стандартної системи інертних газів представлена нижче на рис. 5.15.

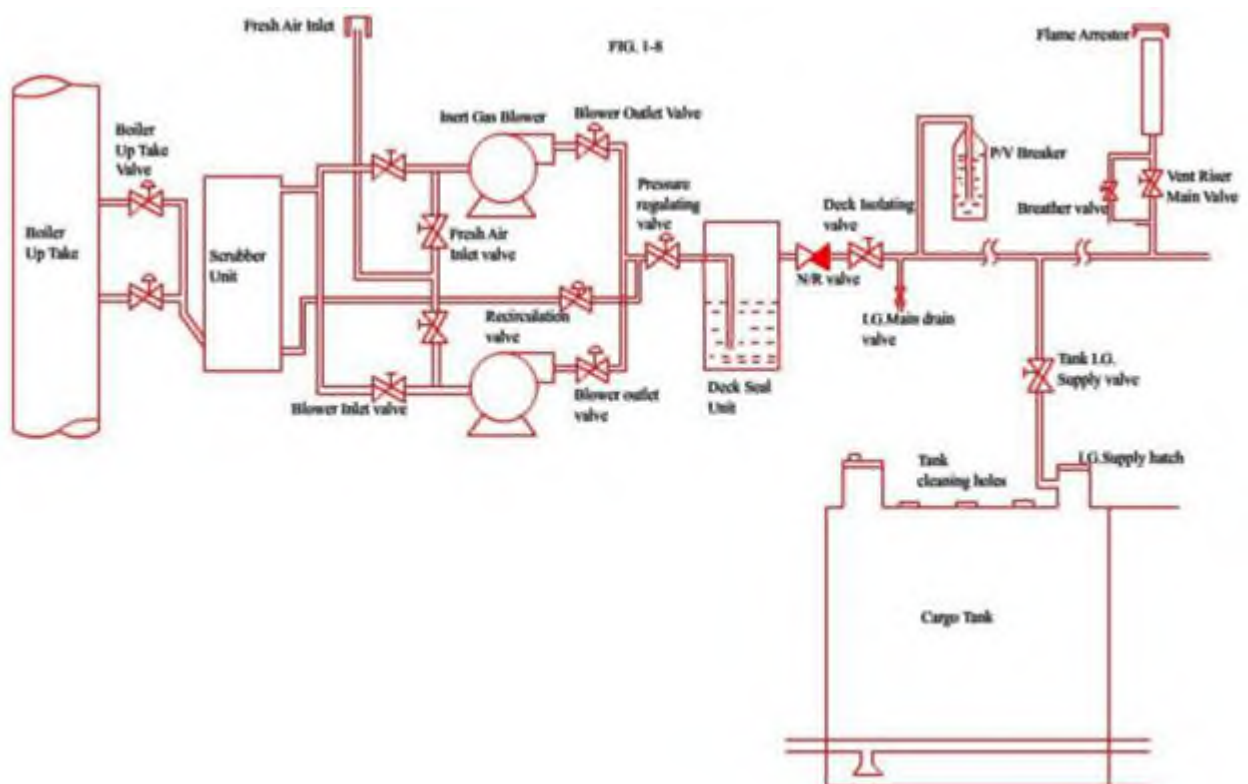


Рисунок 5.15 – Схема стандартної системи інертних газів для вантажних приміщень на танкері

Однак на сучасних хімовозах використовують систему інертного азоту в комбінації з системою інертних газів яка використовує гази, що йдуть з котлів машинного приміщення. Це обумовлено тим, що для перевезення хімічних вантажів потрібна наявність азотної захисної атмосфери у вантажному танку.

Азотна захисна атмосфера використовується для того, щоб уникнути окислення вантажу або проникнення вологи у вантажні танки з вантажем який реагує з киснем, вологою або сіллю і в результаті цих реакцій втрачає свою цінність. Азот зазвичай пускають в танки через окремий трубопровід при цьому підтримують тиск в танку близько 70mb. Тиск повинен перевірятися щодоби і заноситися у PCL (Pressure Control Log). Система подачі азоту в танки являє собою деяку кількість балонів з азотом, які знаходяться в спеціальному приміщенні на палубі, від яких проведено трубопровід в кожний з танків.

РОЗДІЛ 6

РОЗРАХУНОК ЕКОНОМІЧНИХ ПОКАЗНИКІВ РОБОТИ СУДНА В РЕЙСІ

6.1 Рейсове завдання

Кожен рейс характеризується з кількісної та якісної сторони. Кількість працюючого тоннажу, обсяги перевезень, витрати часу, матеріальних і грошових ресурсів характеризуються абсолютними величинами. Кожен показник відображає якусь суттєву сторону транспортного процесу. У сукупності ці величини тісно пов'язані між собою і представляють єдину систему експлуатаційних, економічних і валютно-фінансових показників роботи судна, і загалом флоту.

Вихідні дані для рейсу т/х «Erotokritos» з порту Роттердам в порт Пунта Кардон зведені в табл. 6.1 [37].

Таблиця 6.1 – Початкові дані для розрахунку рейсу

№	Найменування показників	Умовні позначення	Од. вимір.	Значення
1	2	3	4	5
1	m/v «Erotokritos»	Dw	т	114939
2	Запаси на початок рейсу	Gзап	т	2787,2
3	Відстань між портами	L	милі	4442,8
4	Кількість завантаженого вантажу	Q	т	95714,7
5	Фрахтова ставка за 1 т	f	дол.США/т	15
6	Норми завантаження вантажу	Mзав	т/добу	60000
7	Норми розвантаження вантажу	Mвив	т/добу	43200
8	Експлуатаційна швидкість	V _{екс}	вузл	11,5
9	Швидкість в каналах, в вузкостях	V _{кан}	вузл	0
10	Добова витрата палива на ходу:			

Продовження табл. 6.1

1	2	3	4	5
	важке	$q_{хт};$	т/добу	45,5
	легке	$q_{хл}$	т/добу	2,5
11	Добова витрата палива на стоянці: важке	$q_{стт}$	т/добу	0
	легке	$q_{стл}$	т/добу	3,2
12	Вартість 1 т палива: важке	Π_v	дол.США/т	400
	легке	Π_l	дол.США/т	600
13	Балансова вартість судна	$C_{бал.}$	дол.США	6900000
14	Річна норма амортизації	$H_{ам.}$	%	10
15	Час поза експлуатацією судна	$T_{вз.}$	діб	10
16	Чисельність екіпажу	$\check{C}_{эк.}$	чол.	17
17	Час затримки в дорозі	$t_{зад.}$	год.	1
18	Додатковий час в портах	$t_{доп.}$	діб.	0,1
19	Заробітна плата екіпажу	$R_{зп.}$	дол.США/добу	1300
20	Витрати на технічне постачання	$R_{тс.}$	дол.США/добу	50
21	Навігаційні витрати	$R_{нав.}$	дол.США/добу	370
22	Портові збори	$R_{пор.}$	дол.США	14000
23	Агентування суден	$R_{аг.}$	дол.США/добу	200
24	Витрати на страхування суден	$R_{стр.}$	дол.США/добу	420
25	Вартість на ремонт	$C_{рем}$	дол.США/мр.п.	40000
26	Вартість одного докування	$C_{док}$	дол.США	50000

Вихідні дані в табл. 6.1 використовуються для наступних розрахунків.

6.2 Розрахунок кількісних експлуатаційних показників роботи судна в рейсі

1. Розраховуємо чисту вантажопідйомність судна:

$$D_{\text{ч}} = D_{\text{w}} - G_{\text{зап.}}, \quad (6.1)$$

$$D_{\text{ч}} = 114939 - 2787,2 = 112151,8 \text{ т.}$$

2. Розраховуємо експлуатаційний період роботи судна

$$T_{\text{екс}} = T_{\text{к}} - T_{\text{ве}}, \quad (6.2)$$

$$T_{\text{е}} = 365 - 10 = 355 \text{ діб.}$$

3. Розраховуємо час рейсу

а) ходовий час:

$$t_{\text{х}} = \frac{L}{V_{\text{екс}} \cdot 24} + t_{\text{зад}}, \quad (6.3)$$

$$t_{\text{х}} = (4442,8 / 24 \cdot 11,5) + 0,04 = 16,1 \text{ діб.}$$

б) стояночний час:

$$t_{\text{ст}} = t_{\text{ст}}^{\text{п}} + t_{\text{ст}}^{\text{в}} = \left(\frac{Q_1}{M_{\text{п1}}} \right) + \left(\frac{Q_1}{M_{\text{в1}}} \right) + t_{\text{доп}}, \quad (6.4)$$

$$t_{\text{ст}} = (95714,7 / 60000 + 95714,7 / 43200) + 0,10 = 3,9 \text{ діб.}$$

в) час рейсу складе:

$$t_{\text{р}} = t_{\text{х}} + t_{\text{ст.}}, \quad (6.5)$$

$$t_{\text{р}} = 16,1 + 3,9 = 20,0 \text{ діб.}$$

4. Розрахуємо провізну спроможність судна

$$\Sigma QL = 95714,7 \cdot 4442,8 = 425241269,2 \text{ тонно-миль/рейс,}$$

$$\Sigma D_{\text{ч}} L = 112151,8 \cdot 4442,8 = 495064758,2 \text{ тонно-миль / рейс.}$$

5. Розрахуємо доходи судна за рейс

$$\Sigma F_{\text{рейс}} = \Sigma Qf, \quad (6.6)$$

$$\Sigma F_{\text{рейс}} = 95714,7 \cdot 15 = 1435720,5 \text{ дол.США/рейс.}$$

6. Розраховуємо витрати судна за статтями за добу:

1) Постійні експлуатаційні витрати судна

а) Витрати на харчування екіпажу:

$$R_{\text{пит}} = \text{Ч}_{\text{эк}} \cdot R_{\text{сут}}, \quad (6.7)$$

$$\Sigma R_{\text{пит.р}} = 17 \cdot 15 = 255,0 \text{ дол.США/добу.}$$

б) Витрати на ремонт:

$$\Sigma R_{\text{рем}}^{\text{сут}} = \frac{(n_{\text{док}} \cdot C_{\text{док}} + C_{\text{рем}}) / t_{\text{мп}}}{T_{\text{эк}}}, \quad (6.8)$$

$$\Sigma R_{\text{рем.с}} = ((40000 + 370) / 5 / 355 = 22,7 \text{ дол.США/добу.}$$

в) Витрати на амортизацію:

$$\Sigma R_{\text{ам}} = \frac{C_{\text{бал}} \cdot H_{\text{ам}}}{T_{\text{эк}} \cdot 100}, \quad (6.9)$$

$$\Sigma R_{\text{ам.р}} = ((6900000 \cdot 0,1) / (355 \cdot 100) = 19,4 \text{ дол.США/добу.}$$

г) Витрати на загально суднове постачання:

$$\Sigma R_{\text{сн}} = \frac{C_{\text{бал}} \cdot H_{\text{сн}}}{T_{\text{эк}} \cdot 100}, \quad (6.10)$$

$$\Sigma R_{\text{сн.р}} = ((6900000 \cdot 50) / (355 \cdot 100) = 9718,3 \text{ дол.США/добу.}$$

г) Знайдемо постійні експлуатаційні витрати судна за добу:

$$R_{\text{екс.}} = R_{\text{зп}} + R_{\text{пит.}} + R_{\text{ам.}} + R_{\text{сн.}} + R_{\text{рем.}} + R_{\text{т.сн.}} + R_{\text{нав.}} + R_{\text{п.сб./тр}} + R_{\text{аг}} + R_{\text{стр.}}, \quad (6.11)$$

$$\Sigma R_{\text{екс.}} = 1300 + 255,0 + 19,4 + 9718,3 + 112,7 + 50,0 + 370,0 + 698,3 + 200,0 + 420,0 = 13143,7 \text{ дол.США /добу.}$$

2) Розрахуємо непрямі (адміністративно-управлінські) витрати за добу:

$$R_{\text{кос.}} = R_{\text{экр.}} \cdot k_{\text{ад}}, \quad (6.12)$$

$$R_{\text{кос.}} = 13143,7 \cdot 0,02 = 262,87 \text{ дол.США/добу.}$$

3) Знаходимо загальні постійні експлуатаційні витрати судна за добу:

$$R_{\text{общ.}} = R_{\text{экс.}} + R_{\text{кос.}}, \quad (6.13)$$

$$R_{\text{общ.}} = 13143,7 + 262,9 = 13406,6 \text{ дол.США/добу.}$$

4) Знаходимо загальні постійні експлуатаційні витрати судна за рейс:

$$\Sigma R_{\text{общ.екс.}} = R_{\text{общ.}} \cdot t_p, \quad (6.14)$$

$$\Sigma R_{\text{общ.екс.}} = 13406,6 \cdot 20,0 = 268\,796,7 \text{ дол.США/рейс}$$

5) Розраховуємо змінні витрати судна за добу і за рейс:

а) витрати на паливо і мастильні матеріали на ходу і на стоянці за добу експлуатації:

$$R_{\text{х. тяж.}} = k_{\text{см}} \cdot q_{\text{х}} \cdot \Pi_{\text{т}} = 1,0 \cdot 45,5 \cdot 400 = 18200 \text{ дол.США/добу,}$$

б) Розраховуємо змінні витрати за рейс:

$$\Sigma R_{\text{пер.}} = (R_{\text{х.тяж.}} \cdot t_{\text{х}}) + (R_{\text{ст.тяж.}} \cdot t_{\text{ст}}), \quad (6.15)$$

$$\Sigma R_{\text{пер.}} = (18200 \cdot 16,1) + (0 \cdot 3,9) = 293725,6 \text{ дол.США/рейс.}$$

6. Знаходимо загальні витрати судна за рейс:

$$\Sigma R_{\text{рейс}} = \Sigma R_{\text{общ.екс.}} + \Sigma R_{\text{пер.}}, \quad (6.16)$$

$$\Sigma R_{\text{рейс}} = 268796,7 + 293725,6 = 562522,2 \text{ дол.США/рейс.}$$

7. Знаходимо прибуток судна за рейс:

$$\Delta \Pi_{\text{рейс}} = \Sigma F_{\text{рейс}} - \Sigma R_{\text{рейс}}, \quad (6.17)$$

$$\Delta \Pi_{\text{рейс}} = 1435720,5 - 562\,522,2 = 873198,3 \text{ дол.США /рейс.}$$

6.3 Розрахунок якісних експлуатаційно-економічних показників роботи судна в рейсі

1. Коефіцієнт використання календарного періоду:

$$K_{\text{э}} = \frac{T_{\text{э}}}{T_{\text{к}}}, \quad (6.18)$$

$$K_3 = 355 / 365 = 0,97.$$

2. Коефіцієнт завантаження судна:

$$\alpha_{заг} = \frac{\Sigma Q}{\Sigma D_{\text{ч}}} , \quad (6.19)$$

$$\alpha_{заг} = 425241269 / 495064758 = 0,8590$$

3. Середньодобова експлуатаційна швидкість:

$$V_{\text{ср.}} = \frac{L}{t_x} , \quad (6.20)$$

$$V_{\text{ср.}} = 4442,8 / 16,1 = 275,3 \text{ милі/добу.}$$

4. Коефіцієнт ходового часу:

$$\varepsilon_x = \frac{t_x}{t_p} , \quad (6.21)$$

$$\varepsilon_x = 16,1 / 20,0 = 0,80$$

5. Продуктивність однієї тони вантажопідйомності судна за добу експлуатації:

$$\mu_b = \alpha_3 \cdot V_{\text{ср.}} \cdot \varepsilon_x , \quad (6.22)$$

$$\mu_b = 0,8589609 \cdot 275,3 \cdot 0,80 = 190,3 \text{ т-милі/тнж-добу.}$$

6. Валова прибутковість одних судно-днів:

$$\mu_g = \frac{\Delta F_{\text{чинв}}}{t_p} , \quad (6.23)$$

$$\mu_g = 1435720,5 / 20,0 = 71608,3 \text{ дол.США/добу.}$$

7. Рівень прибутковості являє відношення доходів до витрат:

$$PF = \frac{\Sigma F_{\text{рейс}}}{\Sigma R_{\text{рейс}}} , \quad (6.24)$$

$$PF = 1435720,5 / 562522,2 = 2,55.$$

8. Прибуток з урахуванням податку 25%:

$$\begin{aligned}\Sigma P_{\text{рейс}} &= \Delta F - \Sigma N_{\text{нал}} = \Delta F \cdot (1-0,25), \\ \Sigma P_{\text{рейс}} &= 873198,3 \cdot (1-0,25) = 654898,7 \text{ дол.США/рейс.}\end{aligned}\quad (6.25)$$

9. Розрахуємо собівартість перевезення однієї тони вантажу в рейсі:

$$\begin{aligned}S_T &= \Sigma R_{\text{рейс.}} / \Sigma Q, \\ S_T &= 562522,2 / 95714,7 = 5,9 \text{ дол.США/т.}\end{aligned}\quad (6.26)$$

10. Розрахуємо собівартість 1 тонно-милі на добу в рейсі:

$$\begin{aligned}S_{T-M} &= \Sigma R_{\text{обш.}} / \Sigma Q_1, \\ S_{T-M} &= 562522,2 / 425241269,2 = 0,001 \text{ дол.США/т-м.}\end{aligned}\quad (6.27)$$

11. Розрахуємо собівартість утримання судна за добу експлуатації:

$$\begin{aligned}S_{c-c} &= \frac{\Sigma R_{\text{заг.}}}{t_p}, \\ S_{c-c} &= 562522,2 / 20,0 = 28056,5 \text{ дол.США /добу.}\end{aligned}\quad (6.28)$$

6.4 Прогнозування роботи судна за експлуатаційний період

1. Число рейсів за експлуатаційний період:

$$\begin{aligned}Ч_p &= T_{\text{екс}} / t_p, \\ Ч_p &= 355 / 20,0 = 17,7 \text{ рейсів.}\end{aligned}\quad (6.29)$$

2. Обсяг перевезеного вантажу за експлуатаційний період:

$$\begin{aligned}\Sigma Q_{\text{екс}} &= \Sigma Q \cdot Ч_p, \\ \Sigma Q_{\text{екс}} &= 95714,7 \cdot 20,0 = 1919044,4 \text{ т.}\end{aligned}\quad (6.30)$$

3. Обсяг транспортної роботи за експлуатаційний період:

$$\begin{aligned}\Sigma Q_1_{\text{екс}} &= \Sigma Q_1 \cdot Ч_p, \\ \Sigma Q_{\text{екс}} &= 95714,7 \cdot 20,0 \cdot 4442,8 = 8525930606 \text{ т-м-рейсів}\end{aligned}\quad (6.31)$$

4. Дохід за експлуатаційний період:

$$\sum F_{\text{екс}} = \sum F_{\text{рейс}} \cdot \text{Ч}_p, \quad (6.32)$$

$$\sum F_{\text{екс}} = 1435720,5 \cdot 17,7 = 25420955,29 \text{ дол.США/рік}$$

5. Загальні витрати судна за експлуатаційний період:

$$\sum R_{\text{екс}} = \sum R_{\text{рейс}} \cdot \text{Ч}_p, \quad (6.33)$$

$$\sum R_{\text{екс}} = 562522,2 \cdot 17,7 = 9960053,197 \text{ дол.США/рік}$$

6. Прибуток судна за експлуатаційний період:

$$\sum \Pi = \sum \Pi_{\text{рейс}} \cdot \text{Ч}_p, \quad (6.33)$$

$$\sum \Pi = 873198,3 \cdot 17,7 = 15460902,09 \text{ дол.США/рік}$$

7. Рівень прибутковості роботи судна за експлуатаційний період:

$$\sum PF = \frac{\sum F_{\text{екс}}}{\sum R_{\text{екс}}}, \quad (6.35)$$

$$\sum PF = 25420955 / 9960053,2 = 2,55.$$

6.5 Оцінка ефективності виконаного рейсу і роботи судна за експлуатаційний період

Результати всіх розрахунків по закінченому рейсу зводимо в табл. 6.2.

Таблиця 6.2 – Кількісні та якісні показники виконаного рейсу

№ п/п	Найменування показників	Умовні познач.	Од. виміру	Значення
1	2	3	4	5
1	Експлуатаційний період	T_c	діб	355
2	Відстань пройдена судном в рейсі	L, l	милі	4442,8
3	Перевезено вантажів	ΣQ	т	95714,7
4	Судо-діба в рейсі	t_p	діб	20,0
	а) на ходу	t_x	діб	16,1
	б) на стоянці	$t_{ст}$	діб	3,9

Продовження табл. 6.2

1	2	3	4	5
5	Загальний прибуток	F	дол.США	1435720,5
6	Загальні витрати	R	дол.США	562 522,2
7	Чистий прибуток	П	дол.США	873 198,3
8	Коефіцієнт ходового часу	ε_x		0,80
9	Середньодобова експлуатаційна, швидкість	$V_{\text{ср.}}$	милі/добу	275,3
10	Прибутковість судна	$\mu'_в$	дол.США /добу	71608,3
11	Рівень прибутковості	PF		2,55
12	Собівартість перевезення 1 т вантажу	S_T	дол.США /т	5,9
13	Собівартість 1 т-м	$S_{T-м}$	дол.США /т-м	0,001
14	Собівартість утримання судна за добу експлуатації	$Sc-c$	дол.США /діб.ек	28056,49

Рейс т/х «Erotokritos» є економічно ефективним і рентабельним, судно працює з високим рівнем завантаження та забезпечує значний прибуток як за рейс, так і за рік експлуатації.

Доходи за рейс становлять 1435720,5 дол. США при загальних витратах 562522,2 дол. США, що дає прибуток 873198,3 дол. США до оподаткування. Чистий прибуток з урахуванням податку 25% становить 654898,7 дол. США за рейс, а рівень прибутковості $PF = 2,55$, що істотно перевищує одиницю і підтверджує високий економічний результат рейсу.

За експлуатаційний період судно виконує близько 17,7 рейсів, перевозить понад 1,9 млн т вантажу та виконує транспортну роботу понад 8,5 млрд т-м, що підтверджує високу інтенсивність використання флоту.

Річний дохід становить близько 25,4 млн дол. США, витрати – близько 10,0 млн дол. США, а прибуток – близько 15,5 млн дол. США, що підтверджує довгострокову економічну ефективність роботи танкера на заданій лінії.

РОЗДІЛ 7

ОХОРОННІ ЗАХОДИ І ЦИВІЛЬНА ОБОРОНА НА СУДНІ

7.1 Прогнозування наслідків надзвичайної ситуації на об'єкті морського транспорту

7.1.1 Вихідні данні (сценарій виникнення надзвичайної ситуації на об'єкті морського транспорту)

Танкер «Atlantic Express» стоїть на бочці в районі внутрішнього рейду порту Банджармасін (Індонезія). Отримано повідомлення про інцидент на сусідньому танкері-хімовозі, що знаходиться поблизу. В результаті обстрілу невідомими особами на танкері-хімовозі виникла аварійна ситуація: із-за пошкодження вантажної системи трапився вилив зрідженого сірковуглеця, що є сильнотоксичною отруйною речовиною (СДОР). Кількість токсичної рідини, що розлилася, - 12 т. Характер розливу СДОР - «вільно». В умовах надзвичайної ситуації екіпаж судна «Atlantic Express» прийняв рішення укритися в надбудові судна [38].

Метеорологічні умови на момент виникнення надзвичайної ситуації: час 10.00, температура повітря 20⁰, швидкість вітру 2 м/с, вітер зустрічний, суцільна хмарність. Відстань від місця аварії до житлової надбудови судна 0,1 км. Місцевість відкрита, характер - водна поверхня.

Виконати оперативний прогноз хімічної обстановки на час через 1 годину після аварії.

Запропонувати заходи по зменшенню можливих втрат серед екіпажу судна.

Визначити стандартні робочі процедури по залишенню судна після здійснення терористичного акту, що привів до незворотних руйнувань судна.

7.1.2 Оцінка масштабів хімічного зараження території

Виконання розрахунків ведеться за допомогою формул і таблиць, наведених у Методиці прогнозування наслідків надзвичайних ситуацій на об'єктах морського транспорту (Додаток 1 до «Методичних вказівок по виконанню розділу дипломної роботи «Охоронні заходи і цивільна оборона на судні»).

Визначення ступеня вертикальної стійкості повітря. За заданими метеорологічними умовами (час доби - день, швидкість вітру 2 м/с, суцільна хмарність) визначаємо по табл. 7.1 ступень вертикальної стійкості повітря - ізотермія.

Таблиця 7.1 – Визначення ступеня вертикальної стійкості повітря за прогнозом погоди

Швидкість вітру, м/с	Час доби					
	день			ніч		
	Наявність хмарності					
	відсутня	середня	суцільна	відсутня	середня	суцільна
0,5	конвекція	конвекція	ізотермія	інверсія	інверсія	ізотермія
0,6-2,0	конвекція	конвекція	ізотермія	інверсія	інверсія	ізотермія
2,1 – 4,0	конвекція	ізотермія	ізотермія	ізотермія	ізотермія	ізотермія
> 4,0	ізотермія	ізотермія	ізотермія	ізотермія	ізотермія	ізотермія

Розрахунок еквівалентної кількості СДОР у первинній хмарі. Кількісні характеристики викиду СДОР для розрахунку масштабів зараження визначаються за його еквівалентними значеннями. При розливі токсичних рідин первинна хмара не утворюється, тому еквівалентна кількість $Q_{\text{в1}}$ (т) речовини у первинній хмарі:

$$Q_{\text{в1}} = 0 \text{ т.}$$

3) Розрахунок площі розливу, тривалості вражаючої дії та еквівалентної кількості СДОР у вторинній хмарі

Площа розливу S_p (m^2) сірковуглецю дорівнює:

$$S_p = V_p/h = Q_0 / \rho/h = 12 / 1,263 / 0,05 = 190 m^2,$$

де V_p – об'єм сірковуглецю, що розлився, m^3 ;

$Q_0 = 12$ – кількість сірковуглецю, що розлився при аварії, т.

$\rho = 1,263$ – щільність сірковуглецю, t/m^3 (табл. 7.2);

$h = 0,05$ – товщина шару сірковуглецю (для характеру розливу – «вільно»), м.

Таблиця 7.2 – Характеристики СДОР і значення допоміжних коефіцієнтів

Найменування СДОР	Щільність СДОР, т/ м³		Температура кипіння, °C	Порогова токсодоза, мг·хв/л	Значення допоміжних коефіцієнтів							
	Газ	Рідина			K ₁	K ₂	K ₃	K ₇ для температури повітря (°C)				
								-40	-20	0	20	40
Сірковуглець	-	1,263	46,2	45	0	0,021	0,013	0,1	0,2	0,4	1	2,1

Примітка. У таблиці наведені значення K_7 для вторинної хмари, тобто $K_7 = K_7^{II}$

Тривалість вражаючої дії СДОР визначається часом, що потрібний на його випаровування з площі розливу, і часом, протягом якого триває спад його концентрації до безпечного рівня після відходу хмари зараженого повітря від заданої точки. Розраховуємо тривалість вражаючої дії T (год.) сірковуглецю:

$$T = h \cdot \rho / (K_2 \cdot K_4 \cdot K_7^{II}) + 1 / (K_m \cdot v_n) = 0,05 \cdot 1,263 / (0,021 \cdot 1,33 \cdot 1) + 1 / (1 \cdot 12) = 2,34 \text{ год.} \approx 2 \text{ год. } 20 \text{ хв.},$$

де $K_2 = 0,021$ – коефіцієнт, що залежить від фізико-хімічних властивостей сірковуглецю (табл. 7.2);

$K_4 = 1,33$ – коефіцієнт, що враховує швидкість вітру (табл. 7.3);

Таблиця 7.3 – Значення коефіцієнту K_4 залежно від швидкості вітру

Швидкість вітру (u), м/с	$1 \leq$	2	3	4	5	6	7	8	9	10
K_4	1	1,33	1,67	2,0	2,34	2,67	3,0	3,34	3,67	4,0

$K_7^{\text{II}} = 1$ – коефіцієнт, що враховує вплив температури навколишнього повітря на швидкість утворення вторинної хмари (табл. 7.2);

$K_m = 1$ – коефіцієнт, що враховує вплив місцевості на швидкість поширення хмари сірковуглецю (табл. 7.4);

Таблиця 7.4 – Значення коефіцієнту K_m залежно від впливу характеру місцевості

Рельєф місцевості, вид рослинності і за- будови	Вертикальна стійкість повітря		
	конвекція	ізотермія	інверсія
Водна поверхня, відкрита місцевість	1	1	1
Територія порту	0,2	0,2	0,3

$v_n = 12$ – швидкість перенесення переднього фронту хмари зараженого повітря, км/год. (табл. 7.5).

Таблиця 7.5 – Швидкість (км/год.) перенесення v_n переднього фронту хмари зараженого повітря залежно від швидкості вітру

Ступень вертикаль- ної стійкості повітря	Швидкість вітру (u), м/с									
	$1 \leq$	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Інверсія	5	10	16	21	-	-	-	-	-	-
Ізотермія	6	12	18	24	29	35	41	47	53	59
Конвекція	7	14	21	28						

Розраховуємо еквівалентну кількість сірковуглецю Q_{s2} (т) у вторинній хмарі:

$$Q_{\Sigma 2} = (1-K_1) \cdot K_2 \cdot K_3 \cdot K_4 \cdot K_5 \cdot K_6 \cdot K_7^{II} \cdot Q_o / (h \cdot \rho) =$$

$$1 \cdot 0,021 \cdot 0,013 \cdot 1,33 \cdot 0,23 \cdot 1 \cdot 1 \cdot 12 / (0,05 \cdot 1,263) = 0,02 \text{ т},$$

де $K_1 = 0$ – коефіцієнт, що залежить від умов зберігання СДОР (табл. 7.2);

$K_3 = 0,013$ – коефіцієнт, що дорівнює відношенню порогової токсодози хлору до порогової токсодози сірковуглецю (табл. 7.2);

$K_5 = 0,23$ – коефіцієнт, який враховує ступень вертикальної стійкості повітря для ізотермії (п. 3.2. Методики прогнозування наслідків надзвичайних ситуацій на об'єктах морського транспорту);

$K_6 = N^{0,8} = 1^{0,8} = 1$ – коефіцієнт, що залежить від часу N , що пройшов з моменту початку аварії; за умовами завдання $N = 1$ год.

Визначення глибини і площі зони зараження. Глибину зони зараження первинною (вторинною) хмарою СДОР при аваріях на технологічних ємностях, сховищах і транспорті визначаємо за допомогою табл. 7.6.

Таблиця 7.6 – Глибина (км) зони зараження

Швидкість вітру, м/с	Еквівалентна кількість СДОР, т								
	0,01	0,05	0,1	0,5	1	3	5	10	20
1 і менше	0,38	0,85	1,25	3,16	4,75	9,18	12,53	19,20	29,56
2	0,26	0,59	0,84	1,92	2,84	5,35	7,20	10,83	16,44
3	0,22	0,48	0,68	1,53	2,17	3,99	5,34	7,96	11,94
4	0,19	0,42	0,59	1,33	1,88	3,28	4,36	6,46	9,62
5	0,17	0,38	0,53	1,19	1,68	2,91	3,75	5,53	8,19

Так як первинна хмара відсутня, то для $Q_{\Sigma 1} = 0,0$ т та швидкості вітру $u = 2$ м/с глибина зони зараження буде дорівнювати: $\Gamma_1 = 0,0$ км.

Для $Q_{\Sigma 2} = 0,02$ т та швидкості вітру $u = 2$ м/с визначаємо глибину зони зараження вторинною хмарою сірковуглецю: $\Gamma_2 = 0,34$ км.

Визначаємо повну глибину зони зараження Γ_{Σ} (км), що обумовлена дією первинної і вторинної хмари СДОР:

$$\Gamma_{\Sigma} = \Gamma' + 0,5 \cdot \Gamma'' = 0,34 + 0,5 \cdot 0,0 = 0,34 \text{ км},$$

де Γ' – найбільший, Γ'' – найменший з розмірів Γ_1 і Γ_2 .

Визначаємо гранично можливе значення глибини перенесення повітряних мас Γ_{Π} (км):

$$\Gamma_{\Pi} = N \cdot v_{\Pi} = 1 \cdot 12 = 12 \text{ км.}$$

За остаточну розрахункову глибину зони зараження Γ (км) приймаємо менше з двох порівнюваних між собою значень Γ_{Σ} і Γ_{Π} :

$$\Gamma = \min \left\{ \begin{matrix} \Gamma_{\Sigma} \\ \Gamma_{\Pi} \end{matrix} \right\} = 0,34 \text{ км.}$$

Визначаємо площу зони можливого зараження S_b (км²) хмарию сірководню:

$$S_b = \pi \cdot \Gamma^2 \cdot \varphi / 360^0 = 3,14 \cdot 0,34^2 \cdot 90^0 / 360^0 = 0,1 \text{ км}^2,$$

де $\Gamma = 0,34$ – розрахункова глибина зони зараження, км;

$\varphi = 45^0$ – кутовий розмір зони зараження, град (табл. 7.7).

Таблиця 7.7 – Кутові розміри зони можливого зараження СДОР залежно від швидкості вітру

Швидкість вітру (u), м/с	$\leq 0,5$	0,6 - 1	1,1 - 2	>2
φ , град	360	180	90	45

Визначаємо площу зони фактичного зараження S_{Φ} (км²):

$$S_{\Phi} = K_8 \cdot \Gamma^2 \cdot N^{0,2} = 0,133 \cdot 0,34^2 \cdot 1^{0,2} = 0,02 \text{ км}^2,$$

де: $K_8 = 0,133$ - коефіцієнт, що залежить від ступеня вертикальної стійкості повітря - ізотермії (п. 3.4. Методики прогнозування наслідків надзвичайних ситуацій на об'єктах морського транспорту).

Розрахунок глибин поширення хмари СДОР у вражаючих концентраціях при смертельному, важкому, середньому і легкому ураженні. Територія можливого хімічного зараження умовно представляє собою сектор, що має кутовий

розмір $\phi = 90^\circ$ (табл. 7.7) і радіус, який дорівнює значенню розрахунковій глибині зони зараження $\Gamma = 0,34$ км. Центр сектора співпадає з джерелом зараження - місцем розливу сірковуглецю. Бісектриса сектора співпадає з віссю сліду хмари та орієнтована по напрямку вітру.

У районі хімічного зараження виділяють зони смертельної концентрації, важкого, середнього і легкого ураження.

Розраховуємо глибину зони смертельних уражень Γ_1 (км):

$$\Gamma_1 = \lambda \cdot K_M \cdot \left(\frac{Q_3}{D_1} \right)^\Psi = 2,31 \cdot 1 \cdot \left(\frac{0,02}{6} \right)^{0,580} = 0,08 \text{ км},$$

де $\lambda = 2,31$; $\Psi = 0,580$ – коефіцієнти, що залежать від швидкості вітру (табл. 7.8);

$Q_3 = Q_{31} + Q_{32} = 0,0 + 0,02 = 0,02$ – загальна еквівалентна кількість СДОР, що перейшла в первинну і вторинну хмару, т;

$D_1 = 6$ – летальна токсодоза для хлору, мг.хв/л.

Таблиця 7.8 – Коефіцієнти λ і ψ , що залежать від швидкості вітру

Коефіцієнти	Швидкість вітру (u), м/с							
	1 і менше	2	3	4	5	6	7	10
λ	3,73	2,31	1,80	1,52	1,34	1,20	1,11	0,92
ψ	0,606	0,580	0,563	0,551	0,542	0,537	0,531	0,515

Розраховуємо глибину зони важких уражень $\Gamma_{0,41}$ (км):

$$\Gamma_{0,41} = \lambda \cdot K_M \cdot \left(\frac{Q_3}{D_{0,41}} \right)^\Psi = 2,31 \cdot 1 \cdot \left(\frac{0,02}{2,4} \right)^{0,580} = 0,14 \text{ км},$$

де $D_{0,41} = 0,4 \cdot D_1 = 0,4 \cdot 6 = 2,4$ – значення токсодози, що відповідає 40% летальної токсодози для хлору, мг.хв/л.

Розраховуємо глибину зони уражень середньої важкості $\Gamma_{0,21}$ (км):

$$\Gamma_{0,21} = \lambda \cdot K_M \cdot \left(\frac{Q_3}{D_{0,21}} \right)^\Psi = 2,31 \cdot 1 \cdot \left(\frac{0,02}{1,2} \right)^{0,580} = 0,21 \text{ км},$$

де $D_{0,21} = 0,2 \cdot D_1 = 0,2 \cdot 6 = 1,2$ – значення токсодози, що відповідає 20% летальної токсодози для хлору, мг.хв/л.

Глибина зони легких уражень відповідає значенню розрахунковій глибині зони зараження $\Gamma = 0,34$ км.

Визначення часу підходу зараженого повітря до об'єкту (до надбудови судна). Час підходу хмари СДОР до заданого об'єкту t (год.) залежить від швидкості перенесення хмари повітряним потоком і визначається за формулою:

$$t = x / (K_m \cdot v_{\text{п}}) = 0,1 / (1 \cdot 12) = 0,008 \text{ год.} \approx 0,5 \text{ хв.},$$

де x – відстань від джерела зараження до заданого об'єкту, км.

7.1.3 Висновки і рекомендовані заходи для зменшення людських втрат

Проведена оцінка масштабів хімічного зараження показала, що глибина поширення хмари зараженого повітря може досягти 0,34 км. Надбудова судна, де укритися екіпаж, через 0,5 хв. опиняється в зоні важких уражень. Час дії вражаючих концентрацій хмари – 2 год. 20 хв. Для життя моряків це є серйозною загрозою. Значно ускладнюється можливість проведення заходів по ліквідації аварійної ситуації на судні [39].

Для зменшення можливих втрат серед екіпажу судна пропонуються наступні заходи:

- терміново використати наявні на судні дихальні апарати, при цьому забезпечити контроль часу знаходження людей в апаратах (захисна дія дихальних апаратів обмежена часом у 30 хв.);
- забезпечити знаходження людей всередині надбудови судна протягом часу дії вражаючих концентрацій СДОР;
- по можливості максимально герметизувати усі приміщення в надбудові судна, в яких укритися екіпаж;

- встановити контроль концентрації СДОР на відкритому повітрі і в повітрі приміщень судна;
- встановити зв'язок з аварійними службами порту, запросити допомогу;
- надати першу допомогу постраждалим, підготувати екіпаж до можливої евакуації.

7.1.4 Стандартні робочі процедури по залишенню судна після здійснення терористичного акту, що призвів до незворотних руйнувань судна

В залежності від місця знаходження судна його залишення може здійснюватися або безпосередньо на причал або на інший плавзасіб, або з використанням суднових колективних засобів рятування.

Капітан має повноваження на прийняття будь-яких рішень, що спрямовані на порятунок пасажирів та екіпажу, збереження вантажу, запобігання забруднення навколишнього середовища (табл. 7.9).

Таблиця 7.9 – Дії суднового екіпажу по залишенню судна після здійснення терористичного акту, що призвів до незворотних руйнувань судна

№ п/п	Дії, які повинні бути прийняті	Відповідальний член екіпажу
1	2	3
1.	Оголосити "Шлюпкову тривогу".	Вахтовий помічник
2.	Надіслати повідомлення компанії і звернутися за допомогою до суден і берегових станцій у відповідності з "Планом дій в аварійних ситуаціях".	Капітан
3.	Діяти у відповідності з процедурою зв'язку ГМЗЛБ.	Вахтовий помічник

Продовження табл. 7.9

1	2	3
4.	Підготувати до спуску рятувальні засоби з урахуванням реальних можливостей спуску.	Старший помічник
5.	Додатково оснастити рятувальні засоби ковдрами, ліками, одягом, піротехнікою, УКХ радіостанціями.	Старший помічник
6.	Перевірити наявність всіх людей на судні і організувати пошук зниклих.	Старший помічник Старший механік
7.	Захопити карти, судновий, машинний і радіо журнали, по можливості - документи і цінності.	Вахтовий помічник і Вахтовий механік
8.	Діяти згідно з Розкладом по тривогам і Керівництвом по залишенню судна.	Члени екіпажу і пасажери
9.	Визначити, які механізми залишити працюючими після залишення судна.	Старший механік Старший помічник
10.	Надати допомогу людям, піднятим з води, і нужденним, підтримувати зв'язок між шлюпками за допомогою переносної радіостанції, відійти від борту судна.	Командир шлюпки

ВИСНОВКИ

Магістерська робота присвячена комплексному опрацюванню і дослідженню етапів рейсу m/t «Tyrrhenian Sea» за маршрутом Роттердам – Пунта-Кардон.

Під час виконання з суднової документації взята інформація по m/t «Tyrrhenian Sea», яке представляє тип наливних суден. Тако ж для виконання комплексного опрацювання проводилась навігаційна підготовка до рейсу, розрахунки з планування навігаційного переходу Роттердам – Пунта-Кардон, дозволили підготувати маршрутні листи, відобразити на рисунку графічний план, провести оцінку гідро-метеорологічних умов, для врахування при складанні маршруту.

З судна взяті матеріали по перевезеному вантажу – бензол, складений вантажний план, враховуючи особливості вантажу згідно міжнародних регламентуючих документів. За результатами виконано розрахунки остійності за вимогами ІМО і поздовжньої міцності судна, що показали відповідності усім вимогам для безпечного виконання рейсу.

За результатами розрахунків економічних показників можна стверджувати, що рейс судна «Tyrrhenian Sea» є досить прибутковим.

В даній магістерській роботі були розглянуті особливості технології перевезення рідинних хімічних вантажів морем. Огляд проводився з точки зору особливостей конструкції корпусу танкерів-хімовозів, обґрунтована доцільність використання вантажної системи FRAMO на танкерах-хімовозах. Далі були досліджені покриття вантажних танків, що застосовуються для транспортування рідинних хімічних вантажів. Були розглянуті сумісності ряду покриттів з різними типами вантажу і зроблений висновок щодо доцільності використання того чи іншого покриття. Так само був розглянутий ряд допоміжних систем і обґрунтовано їх відмінність від подібних систем застосовуваних на судах інших типів. В результаті цього був зроблений

висновок про необхідність наявності спеціальних знань у оператора морських перевезень щодо роботи з системою підігріву вантажу, інертних газів та азотної захисної атмосфери.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Ship Particular and another information`s of oil products tanker «Carmelia», 2009.
2. Ворохобін І.І., Цимбал М.М., Бурмака І.О., Ніколаєва Л.Л та інші. Методичні вказівки для виконання магістерської роботи // І.І. Ворохобін, М.М. Цимбал, І.О. Бурмака, Л.Л. Ніколаєва та ін. – Одеса: НУ «ОМА», 2023. – 96 с.
3. International Convention on Standards of Training, Certification and Watch keeping for Seafarers, 1978/95 (STCW-78/95) + Amendment 2010.
4. Алексішин В.Г., Долгочуб В.Т. Практичне судноводіння / В.Г. Алексішин, В.Т. Долгочуб. – 3 Вид. випр. і доп. – Одеса: Фенікс, 2015. – 376.с.
5. Резолюція ІМО А.893 (21) – 1999 р. «Керівництво по плануванню рейсу».
6. Алексішин В.Г., Козир Л.А. Навігаційне планування переходу / В.Г. Алексішин, Л.А. Козир. – О., 2001. – 69 с.
7. Catalogue Admiralty Charts and Publications. – London: UKHO, 2019.
8. Sailing Directions (Pilots). – London: UKHO, 2019.
9. Admiralty List of Radio Signals (ALRS) (NPs 281-288). – London: UKHO, 2019.
10. International Safety Net Manual, 2010. – 72 с.
11. Pilot Chart, інтернет ресурс гідрометеорологічних умов. URL: [Sailing Weather - Marine Weather Forecasts for Sailors and Adventurers - PassageWeather](#)
12. Атлас Океанів. Головне управління навігації та океанографії Міністерства охорони СРСР, 1977.
13. Guide to Port Entry. – London, 2019.
14. Bridge Team Management: A Practical Guide (Reprinted 2018 with Amendments). – London, 2019.

15. Admiralty List of Lights and Fog Signals (ALL). – London: UKHO, 2019.
16. Морехідні таблиці MT-75.
17. Brown's Nautical Almanac, London: 2023.
18. Admiralty Tidal Handbook №. 2 Datums for Hydrographic Surveys NP 122(2). – London: UKHO, 2018.
19. ISGOTT, 6th Edition. International Safety Guide for Oil Tankers and Terminals. International Chamber of Shipping, OCIMF and IAPH, 2018.
20. Міжнародна конвенція по запобіганню забруднення з суден (МАРПОЛ-73/78). Лондон: – ІМО, 2004.
21. Снопков В.Г. Технологія перевезення вантажів морем: [навчальний посібник] / В.Г. Снопков. – О., 2001. – 554 с.
22. Ніколаєва Л.Л. Комерційна експлуатація судна: підручник. Одеса: НУ «ОМА», 2020. – 550 с.
23. Карта зон і сезонних районів [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <https://balt-lloyd.ru/morskaja-praktika/ostojchivost/gruzovaja-marka/attachment/karta-zon-i-sezonnyh-rajonov>
24. International Convention on Load Lines, 1966/1988 [Електронний ресурс]. – Режим доступу: https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/896_007
25. Теорія і будова судна: навчальний посібник / І.П. Давидов, Ю.П. Кучер, В.Ф. Сіряченко, О.І. Бурмака – Одеса: НУ «ОМА», 2019. – 110 с.
26. Правила класифікації та побудови морських суден. В 5-ти т. Том 2. – Київ: Регістр судноплавства України, 2020.
27. Резолюція MSC. 267 (85) 09.12.2008. «Code on Intact Stability for All Types of Ships Covered by IMO Instruments» (ISC).
28. Міжнародний кодекс побудови і обладнання суден, що перевозять небезпечні хімічні вантажі наливом (IBC Code), 2012
29. Ackermann N. Choosing the Correct Coating for Cargo Tanks / N. Ackermann. – PCE vol. 6. – 1998. – 8 p. [Електронний ресурс] – Режим доступу: scribd.com/document/249937802/Choosing-the-Correct-Coatings-for-Cargo-Tanks

30. Rogers J. Tank coatings for chemical cargoes / J. Rogers. – London: Trans. I. Mar., 2014. – 147 p.
31. Чиняев И.А. Судовые системы (переизданное): [учебное пособие] / И.А. Чиняев – М: Транспорт, 2008. – 216 с.
32. UNCTAD. Review of Maritime Transport 2018-2022 [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://unctad.org/en/pages/>
33. Jassal R. A complete guide of loading TDI onboard a chemical tanker 2016 / R. Jassal. [Электронный ресурс]– Режим доступа: <http://www.myseatime.com/blog/detail/a-complete-guide-of-loading-tdi-onboard-a-chemical-tanker>
34. Хайдуков О.П. Системы инертных газов на танкерах и их эксплуатация: [учебное пособие] / О.П. Хайдуков, А.С. Трусков, Е.В. Кузнецов. – Новороссийск: НГМА, 2000. – 116 с.
35. Chemical Tanker Shipping Market Analysis By Product (Organic, Inorganic, Vegetable Oils & Fats) By Shipment Route (Inland, Coastal, Deep Sea) By Cargo Type, By Region, And Segment Forecasts, 2018-2025 [Электронный ресурс] / Reported by Grand View Research Inc. – San Francisco: GVR. – 2018. – 47 p. – Режим доступа: <http://www.grandviewresearch.com/industry-analysis/chemical-tanker-shipping-market>
36. Engdahl F.W. The Fracked-up USA Shale Gas Bubble [Электронный ресурс] / F.W. Engdahl. – 2013. – 19 p. – Режим доступа: www.williamengdahl.com
37. Сотниченко Л.Л., Бабаченко М.В. Економіка водного транспорту: методичні вказівки розрахункової роботи. – Одеса: НУ «ОМА», 2017. – 20 с.
38. Терновський В.Б. Методичні вказівки по виконанню розділу дипломної роботи «Охоронні заходи і цивільна оборона на судні». – Одеса: ОНМА, 2015. – 72 с.
39. Волошин А.А. Охрана судов и портовых средств: Учебное пособие. – Одесса, 2009. – 127 с.