

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

Навчально-науковий інститут навігації

Кафедра Судноводіння

ДИПЛОМНА РОБОТА МАГІСТРАНТА

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

Саєвський Ілля Олександрович

(прізвище, ім'я по-батькові)

Тема роботи: «Комплексне опрацювання та дослідження етапів переходу судна
«SHANDONG WEIHE» за маршрутом Сінгапур (Singapore) – Сендай (Sendai)

Підпис магістранта 

Завідуючий кафедрою _____

Керівник  Поляков А.О

Рецензент _____

Нормоконтроль _____

м. Одеса
2025 рік

НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «ОДЕСЬКА МОРСЬКА АКАДЕМІЯ»

Навчально-науковий інститут навігації

кафедра Судноводіння

спеціалізація 271.01 Навігація і управління морськими суднами

"ЗАТВЕРДЖУЮ"

Завідуючий кафедрою

_____ "___" _____ 20__ р

З А В Д А Н Н Я

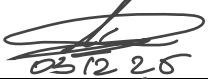
по дипломній роботі магістранта

Саєвський Ілля Олександрович

(прізвище, ім'я, по батькові)

1. Тема роботи: «Комплексне опрацювання та дослідження етапів переходу судна «SHANDONG WEIHE» за маршрутом Сінгапур (Singapore) – Сендай (Sendai)»
затверджена наказом по академії від " 1 " грудня 2025 р. № 1455
2. Строк здачі курсантом закінченої роботи " 5 " грудня 2025 року
3. Вхідні дані до роботи:
Ворохобін та ін. Методичні вказівки до виконання магістерської роботи
Ship's particulars, Trim and Stability Booklet
Nautical Publications
4. Зміст розрахунково-пояснювальної записки (перелік питань, що підлягають розробці):
Характеристики судна
Аналіз, оцінка та планування навігаційного переходу
Обробка та розміщення вантажів
Оцінка морехідних якостей судна
Особливості вимірювань і розрахунків кількості вантажу на нафтових танкерах
5. Перелік графічного матеріалу:
Wheelhouse Poster
Графічний план переходу
Вантажний план судна
Діаграми статичної остійності на відхід та на прихід

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

Розділ (визначається кафедрою)	ПІБ консультанта	Підпис і дата
1. Характеристики судна	Голіков А.О.	 03.12.25
2. Аналіз, оцінка та планування навігаційного переходу	Голіков А.О.	 03.12.25
3. Обробка та розміщення вантажів	Голіков А.О.	 03.12.25
4. Оцінка морехідних якостей судна	Голіков А.О.	 03.12.25
5. Особливості вимірювань і розрахунків кількості вантажу на нафтових танкерах	Голіков А.О.	 03.12.25
6. Розрахунок економічних показників роботи судна в рейсі	Голіков А.О.	 03.12.25
7. Охоронні заходи та цивільна оборона на судні	Голіков А.О.	 03.12.25

7. Календарний план дипломної роботи магістранта

№ п/п	Назва етапів роботи	Строк виконання етапів роботи	Примітка
1	Вступ. Характеристики судна	Вересень 2025	
2	Аналіз, оцінка та планування навігаційного переходу	Вересень 2025	
3	Обробка та розміщення вантажів	Жовтень 2025	
4	Оцінка морехідних якостей судна	Жовтень 2025	
5	Особливості вимірювань і розрахунків кількості вантажу на нафтових танкерах	Листопад 2025	
6	Розрахунок економічних показників роботи судна в рейсі	Листопад 2025	
7	Охоронні заходи та цивільна оборона на судні. Висновки	Листопад 2025	

8. Дата видачі завдання _____

Керівник _____



Завдання до виконання прийняв _____



Магістерська робота містить 139 с., 52 використаних джерел.

В магістерській роботі виконане комплексне опрацювання та дослідження етапів рейсу т/х "SHANDONG WEIHE " за маршрутом Сінгапур (Singapore) – Сендай (Sendai) з вантажем – дизельного палива. В роботі проведені аналіз, оцінка та планування навігаційного переходу. Розрахована кількість вантажу та запасів для здійснення безпечного переходу. Розглянуто особливості вимірювань і розрахунків кількості вантажу на нафтових танкерах. Розраховані кількісні та якісні показники роботи судна в рейсі, а також здійснене порівняння економічної ефективності з альтернативою рейсу. Додатково розглянуті теми з охорони праці і навколишнього середовища та охоронних заходів і цивільної оборони на судні.

Ключові слова: безпека судноплавства, навігаційний перехід, вантажний план, морехідні якості судна

The Master's thesis comprises 139 pages, 52 used sources.

The Master's thesis performs a complex processing and research of the voyage stages of the m/v "SHANDONG WEIHE" on the route Singapore – Sendai with a cargo of **diesel fuel**. The thesis includes the analysis, assessment, and planning of the navigational passage. The quantity of cargo and supplies required for a safe passage has been calculated. The features of measurements and cargo quantity calculations on **oil tankers** are examined. Quantitative and qualitative performance indicators of the vessel during the voyage have been calculated, and a comparison of economic efficiency with a voyage alternative has been carried out. Additionally, topics regarding occupational safety, environmental protection, security measures, and civil defense on the vessel are covered.

Keywords: safety of navigation, navigational passage, cargo plan, vessel seaworthiness.

ЗМІСТ

ВСТУП

1	ХАРАКТЕРИСТИКИ СУДНА.....	8
1.1	Загальні відомості і головні розміри судна.....	8
1.2	Транспортно-експлуатаційні характеристики судна.....	10
1.3	Маневрені характеристики.....	11
1.4	Навігаційне обладнання.....	12
1.5	Забезпечення непотоплюваності.....	13
2	АНАЛІЗ, ОЦІНКА ТА ПЛАНУВАННЯ НАВІГАЦІЙНОГО ПЕРЕХОДУ.....	14
2.1	Загальні вимоги до аналізу та плануванню навігаційного переходу.....	14
2.2	Оцінка запланованого переходу.....	15
2.2.1	Підготовка до прийому та обміну навігаційною інформацією.....	19
2.2.2	Збір та аналіз гідрометеорологічної інформації.....	22
2.2.3	Збір та аналіз навігаційної інформації в прибережному плаванні.....	24
2.3	Навігаційні розрахунки для забезпечення безпеки плавання.....	32
2.3.1	Розрахунок ортодромії.....	32
2.3.2	Складання маршрутних листів.....	32
2.3.3	Графічний план переходу.....	33
2.3.4	Розрахунок природної освітленості.....	34
2.3.5	Розрахунок висот приливів та побудова графіків приливів.....	35
2.4	Висновки.....	37
3	ОБРОБКА ТА РОЗМІЩЕННЯ ВАНТАЖІВ.....	38
3.1	Транспортні характеристики вантажів.....	38

3.2	Підготовка вантажних приміщень до прийому вантажів та документальне оформлення морського перевезення.....	41
3.3	Розрахунок чистої вантажопідйомності судна.....	48
3.4	Складання вантажного плану.....	52
3.5	Характеристика експлуатаційних умов рейсу.....	54
4	ОЦІНКА МОРЕХІДНИХ ЯКОСТЕЙ СУДНА.....	56
4.1	Розрахунок водотоннажності й координат центра ваги судна.....	56
4.2	Розрахунки посадки і початкової остійності.....	59
4.3	Контроль остійності за матеріалами Інформації про остійність судна.....	62
4.4	Розрахунок і побудова діаграм остійності.....	62
4.5	Розрахунки нормованих параметрів остійності.....	64
4.6	Перевірка виконання рекомендованих ІМО критеріїв остійності...	69
4.7	Контроль загальної повздовжньої міцності судна.....	69
5	ОСОБЛИВОСТІ ВИМІРЮВАНЬ І РОЗРАХУНКІВ КІЛЬКОСТІ ВАНТАЖУ НА НАФТОВИХ ТАНКЕРАХ.....	72
5.1	Класифікація та властивості нафтоналивних вантажів.....	72
5.2	Заміри і підрахунок вантажу.....	78
5.3	Втрати вантажу при проведенні підрахунків і замірів на борту судна.....	104
6	РОЗРАХУНОК ЕКОНОМІЧНИХ ПОКАЗНИКІВ РОБОТИ СУДНА В РЕЙСІ.....	113
7	ОХОРОННІ ЗАХОДИ І ЦИВІЛЬНА ОБОРОНА НА СУДНІ.....	127
	ВИСНОВКИ.....	135
	СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ.....	136

ВСТУП

Актуальність теми. Міжнародні економічні відносини невинно розвиваються з кожним роком, все інтенсивнішою стає глобалізація світового ринку, існування якого неможливе без транспортних послуг. Морський транспорт — лідер серед усіх інших завдяки дешевизні та можливості перевезення великих партій. Тому забезпечення безпеки судноплавства — одна з важливіших складових функціонування такої системи як морський транспорт, першочерговими задачами якого є своєчасна, бережна доставка вантажу без зміни його кількісно-якісних характеристик, а також охорона навколишнього середовища.

Мета. Аналіз рейсу судна "SHANDONG WEIHE" з погляду навігаційної та вантажної складової безпеки мореплавства, та з економічної точки зору. Для досягнення поставленої мети необхідно вирішити наступні завдання: аналіз характеристик судна "SHANDONG WEIHE"; аналіз, оцінка та планування переходу Сінгапур (Singapore) – Сендай (Sendai); аналіз та опис характеристик вантажу, необхідних нормативних документів, які регламентують процес прийняття на борт судна даного вантажу та його перевезення; розрахунок кількості вантажу і запасів для здійснення безпечного рейсу; оцінка морехідних якостей судна; особливості вимірювань і розрахунків кількості вантажу на нафтових танкерах.

Об'єкт дослідження — рейс судна " SHANDONG WEIHE ".

Предмет дослідження — опрацювання етапів рейсу судна "SHANDONG WEIHE"

Методи дослідження — методи емпіричного дослідження (опис, порівняння, спостереження), загальнологічні методи (аналіз та синтез) і прийоми дослідження.

Практичне значення роботи складається у можливості комплексно опрацьовувати та досліджувати етапи рейсу судна.

РОЗДІЛ 1

ХАРАКТЕРИСТИКИ СУДНА

1.1 Загальні відомості і головні розміри судна

В даному підрозділі необхідно дати основні відомості про судно у вигляді таблиці, як приведено нижче.

Таблиця 1.1 – Основні відомості про судно

1.	Назва судна	SHANDONG WEIHE
2.	Тип судна	Product tanker
3.	Позивний сигнал судна	VRPT7
4.	IMO №	9284726
5.	MMSI №	477669200
6.	Рік і місце будівництва	2004, Shin Kurushima Dockyard, Токіо, Японія
7.	Клас реєстру	DNV
8.	Порт приписки	Hong Kong
9.	Судновласник:	Shandong Weihe Tanker Co Ltd
10.	Менеджмент:	Shandong Shipping Management Co Ltd
11.	Довжина найбільша, (L):(м):	182,50
12.	Довжина між перпендикулярами, ($L_{\perp\perp}$): (м):	175,00
13.	Ширина найбільша, (B):(м):	32,20
14.	Висота борту до верхньої палуби, (H):(м):	18,40
15.	Найбільше осідання (T):(м):	$T_L=12,917$; $T_T=13,186$; $T_z=12,648$;
16.	Осадка (T) в повному вантажу і порожньому: (м):	$T_{\max}=13,473$; $T_{\min}=2,47$
17.	Водотоннажність: в повному вантажу Δ : порожньому Δ_0 :	Δ : 60074 Δ_0 : 9954
18.	Повна вантажопідйомність Δ_w :	50120
19.	Головний двигун: тип: потужність:	MAN B&W 6s50MC 8580kWt
20.	Швидкість судна:	у вантажу - 14,8; у баласті – 15,9
21.	Гребний гвинт: кількість лопастей: діаметр та крок гвинта (мм): напрямок обертання:	Fixed pitch propeller 5 8800 mm
22.	Тип стерна та площа його пера:	Streamlined balanced rudder

Продовження таблиці 1.1

Продовження таблиці 1.1

23.	Тип стернової машини:	Electro-Hydraulic																				
24.	Режим роботи головного двигуна:	<table><tr><th>Engine order</th><th>r.p.m. (min⁻¹)</th></tr><tr><td>Full sea speed</td><td>123</td></tr><tr><td>Full ahead</td><td>100</td></tr><tr><td>Half ahead</td><td>85</td></tr><tr><td>Slow ahead</td><td>60</td></tr><tr><td>Dead slow ahead</td><td>45</td></tr><tr><td>Dead slow astern</td><td>45</td></tr><tr><td>Slow astern</td><td>60</td></tr><tr><td>Half astern</td><td>85</td></tr><tr><td>Full astern</td><td>100</td></tr></table>	Engine order	r.p.m. (min ⁻¹)	Full sea speed	123	Full ahead	100	Half ahead	85	Slow ahead	60	Dead slow ahead	45	Dead slow astern	45	Slow astern	60	Half astern	85	Full astern	100
Engine order	r.p.m. (min ⁻¹)																					
Full sea speed	123																					
Full ahead	100																					
Half ahead	85																					
Slow ahead	60																					
Dead slow ahead	45																					
Dead slow astern	45																					
Slow astern	60																					
Half astern	85																					
Full astern	100																					
26.	Валова регістрова місткість (GRT):	28418																				
27.	Чиста регістрова місткість (NRT):	14385																				
28.	Добова витрата палива: на ходу: Важке паливо (HFO) на стоянці: Дизельне паливо (DO)	на ходу: важке паливо(HFO) - 26 т/ доба; на стоянці: дизельне паливо(DO) – 4,8 т/ доба																				

Склад суднової радіоапаратури відповідає вимогам району А3.

Таблиця 1.2 - Склад суднової радіоапаратури

№ з/п	Радіоапаратура	Функції	ВИРОБНИК	Модель	К-ть
1	УКВ	Радіотелефонія ЦИВ	JRC DEBEG SAILOR	NCE - 2211 3817 RT - 2048	4
2	ПВ/КВ	Радіотелефонія ЦИВ	FURUNO DEBEG	FD1562 - 25 3818	2
3	Портативна аварійна УКВ	Радіотелефонія	SAILOR	SP - 3110	3
4	Inmarsat - C	Телекс	SAILOR	H - 2095B H - 2095B	2
5	MINI M	Супут. телефон Інтернет(e - mail) Факс	NERA SHARP	MOBIQ UX - 104	1
6	SHIP SECURITY ALERT SYSTEM	Суднова система сигналізації про піратські атаки	SATA - MATICS	A008Y01	1
7	NAVTEX	Радіотелекс Прийом навіг.повідомлень	JRC	NCR-333	1
8	EPIRB	Сигнал лиха	SANGYUN ENC. CO.LTD	SEP - 406	1
9	SART	РЛС відповідач Зсм-діапазону	JORTON	TRON	2

1.2 Транспортно-експлуатаційні характеристики судна

В даному підрозділі приводимо схематичний план бокового вигляду судна з розташуванням приміщень для вантажів і запасів Рис.1.1.

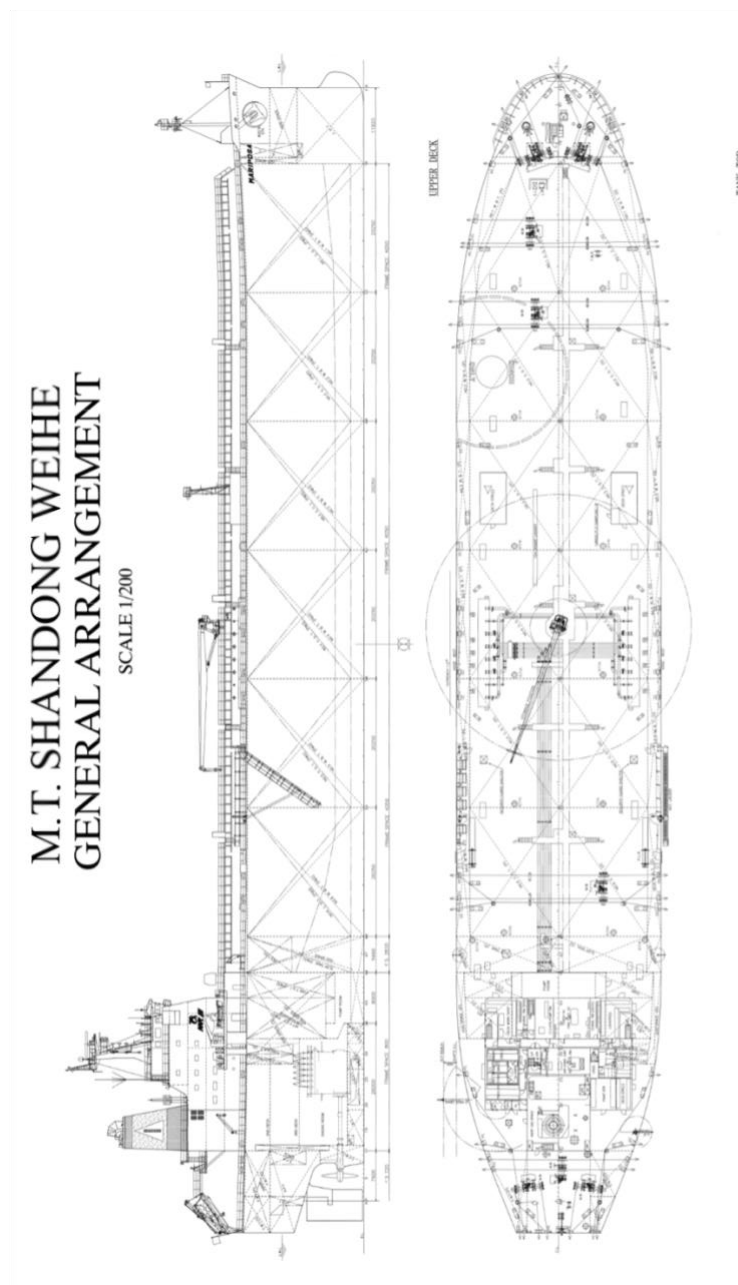


Рисунок 1.1 - Схематичне креслення судна

1.3 Маневрені характеристики

Дані по якірному ланцюгу, по роботі рульового пристрою, збільшення осадки, і так далі представлені на Рис. 1.2 складених згідно з рекомендаціями ІМО.

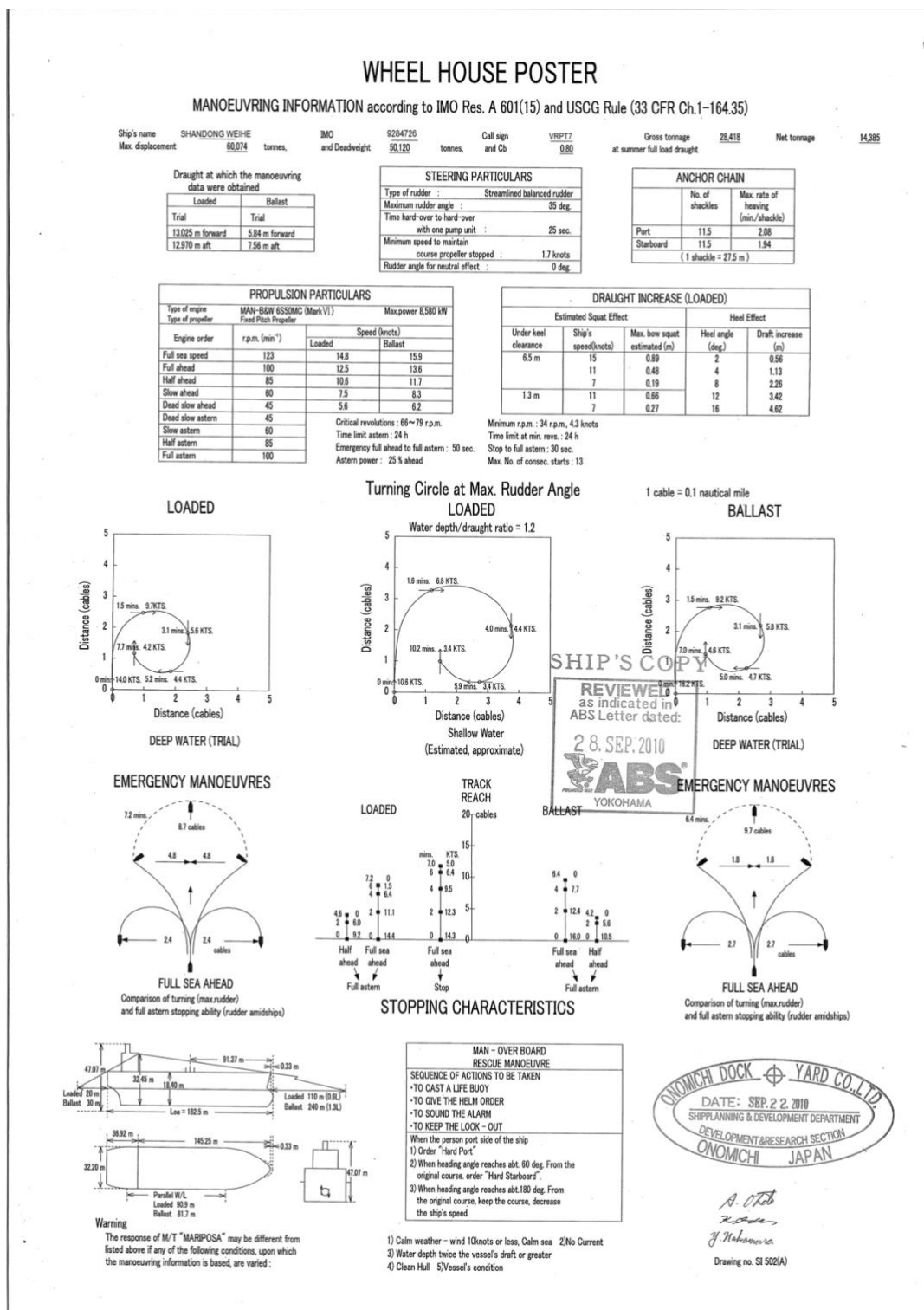


Рисунок 1.2 Wheelhouse Poster

1.4 Навігаційне обладнання

Дані усіх технічних засобів навігації (ТЗН) судна (електронавігаційні прилади і системи) представлені в таблиці 1.3.

Таблиця 1.3 – Технічні засоби навігації

Прилад Система	Тип Марка	К-ть
Магнітний компас	TOKIMEC SH-165A1	2
Гірокомпас(ГК)	TOKIMEC TG-8000	1
Радіолокатор(САРП)	JRC JMA 9932 6XA	2
Ехолот	JRC JFE - 582	1
Лаг	TOKIMEC TD-310	1
ПІ СНС	TRIMBLE NAVTRAC - XL / PHILIPS AP NAVIGATOR	2
DGPS	JRC JLR-7700MK2	2
ECDIS	TRANSAS NS-4000FD	2

Таблиця 1.4 - Точнісні характеристики технічних засобів навігації

Тип марка ТЗН	Вимірювані навігаційні параметри	СКП	Модуль градієнта параметра
МК TOKIMEC SH-165A1	Пеленг	0,5°-1,5°	57,3°/Д
ГК TOKIMEC TG-8000	Пеленг	0,3°-0,5°	57,3°/Д
Радар САРП JRC JMA 9932 6XA	Пеленг	1,0°-1,5°	57,3°/Д
	Дистанція	0,1 кбт	1
	Дистанція	1 % від Д	1
Ехолот JRC JFE - 582	Дистанція	0,6 % від Д	1
	Глибина	0,2 м 1-1,5 % від Н	-
Лаг TOKIMEC TD-310	Швидкість	0,1 вуз	-

1.5 Забезпечення непотоплюваності

Для забезпечення непотоплюваності судна воно забезпечено подвійним дном.

Судно обладнане сім'ю водонепроникними відсіками.

Система осушіння є присутньою на судні в усіх трюмах, а також в машинному відділенні. Осушіння здійснюється двома насосами, також можливе осушіння ежектором, один насос розташований в трюмах, другий в машинному відділенні. Відкатка льяльних вод робиться через сепаратор льяльних вод. Усі льяльні колодязі забезпечені сенсорними датчиками, з автоматичною видачею сигналу в ЦПУ і на місток. Льяльні води можуть відкочуватися за борт або накопичуватися у відстійному танку. Управління клапанами - гідравлічне, пульт дистанційного керування знаходиться в ЦПУ.

Баластна система служить для прийому, переміщення по судну і видалення за борт рідкого баласту. Баласт(забортна вода) приймається на судно для збільшення осідання при порожньому рейсі з метою поліпшення роботи гребних гвинтів, для вирівнювання крену або диферента, зміни остійності судна. Вага баласту, що приймається, доходить до 20% водотоннажності судна, а іноді і більше.

Як баластні місткості використовуються відсіки подвійного дна, форпик, ахтерпик і підпалубні цистерни.

Розташування баластних цистерн показане на головному кресленні судна.

РОЗДІЛ 2

АНАЛІЗ, ОЦІНКА ТА ПЛАНУВАННЯ НАВІГАЦІЙНОГО ПЕРЕХОДУ

2.1. Загальні вимоги до аналізу та плануванню навігаційного переходу

Основні вимоги та рекомендації у відношенні планування переходу містяться у таких міжнародних документах як:

- Міжнародна Конвенція з охорони людського життя на морі 1974 р. (SOLAS-74), Розділ V "Безпека мореплавства";
- Конвенція та кодекс з підготовки і дипломування моряків та несення вахти (STCW-78 з поправками), Розділ VIII;
- Резолюція ІМО А.893 (21) – 1999 р. "Руководство по плануванню рейсу";
- Рекомендації по організації штурманської служби на морських судах України – 1998 р.;
- Bridge Procedures Guide, 5th Edition, 2016;
- Bridge Team Management, 2nd Edition, 2004.

Принципи планування переходу.

Є чотири стадії в плануванні безпечного переходу:

- I. Appraisal (Оцінка).
- II. Planning (Планування).
- III. Execution (Виконання).
- IV. Monitoring (Контроль).

Ці стадії повинні виконуватись одна за одною у порядку, викладеному вище. Оцінка доступної інформації повинна бути зроблена перш, ніж детальні плани можуть бути складені і план повинний вже існувати перш, ніж тактика для його виконання може бути обрана, план і манера, у якій він повинний бути виконаний, була вирішена. Контроль необхідно нести для гарантії виконання плану.

План переходу складається з 3 секцій:

1. Від причалу порту відходу до початка морської ділянки переходу місця здачі останнього лоцмана;
2. Морська ділянка переходу;
3. Від закінчення морської ділянки переходу до причалу порту заходу.

2.2. Оцінка запланованого переходу

Якщо звернутися до публікації "Bridge Team Management" Секція 2, оцінка – процес збору разом всієї інформації, доречної до розглянутого переходу. Збір інформації буде зв'язан з навігаційною інформацією зазначеної на картах і в інших виданнях, таких як SDs, ALLFS, ALRS, Tide Tables, Notices to Mariners, схеми систем поділу руху, і Radio Aids to Navigation.

Таблиця 2.1 – Перелік електронних карт на перехід

Chart No.	Chart Title	Scale
4508	South China Sea	3 500 000
4509	Western Portion of Japan	3 500 000
4510	Eastern Portion of Japan	3 500 000
4037	Keppel Harbour, Tanjong Pagar Terminal and Approaches	10 000
4041	Pulau Sebarok to Changi	30 000
4042	Changi to Pulau Mungging and Tanjung Buntan to Tanjung Tondang	30 000
3831	Singapore Strait Eastern Part	75 000
2403	Singapore Strait and Eastern Approaches	200 000
2869	Outer Approaches to Singapore Strait	500 000
3482	Singapore Strait to Song Sai Gon	1 500 000
3489	Manila to Hong Kong	1 500 000
3236	Tai-Wan to Okinawa Shima	750 000
2347	Southern Japan and Adjacent Waters	1 500 000
JP 87	South and East Coasts, Tokyo Wan to Inubo Saki	200 000
JP 1097	Inubo Saki to Shioya Saki	200 000
JP 1098	Shioya Saki to Ishinomaki Wan	200 000
2959	Ports on the East Coast of Honshu Shiogama and Sendai	25 000

Таблиця 2.2 – Перелік публікацій на перехід

No.	Name of publication	Date of Issue
42A	Sailing Direction Japan Pilot, Vol.II	
32	Sailing Direction China Sea Pilot, Vol. III	
30	Sailing Direction China Sea Pilot, Vol. I	
31	Sailing Direction China Sea Pilot, Vol. II	
79	Admiralty List of Lights and Fog Signals, Volume F	
281(2)	Admiralty list of radio signals Vol.1(2). Coast radio stations. The Philippines, Indonesia, Australasia, the Americas, Greenland and Iceland	
282	Admiralty list of radio signals Vol.2. Radio aids to navigation, satellite navigation system, legal time, radio time signals and electronic position fixing system	
283(2)	Admiralty list of radio signals Vol 3(2) Maritime safety information services: the Philippines, Indonesia, Australasia, the Americas, Greenland and Iceland	
284	Admiralty list of radio signals Vol.4. Meteorological observation stations	
285	Admiralty list of radio signals Vol.5. Global Maritime Distress and Safety System (GMDSS)	
286(4)	Admiralty list of radio signals Vol.6 (4). Pilot services, vessel traffic services and port operations. Asia and Australasia.	
	Ocean Passages for the World	
	Guide to Port Entry	

2.2.1. Підготовка до прийому і обміну навігаційною інформацією на переході

Інформація з безпеки на морі (MSI – Maritime Safety Information) включає навігаційні і метеорологічні попередження, метеорологічні прогнози й інші термінові повідомлення, що відносяться до безпеки мореплавства. Ця

інформація є життєво важливою для всіх суден, тому вона є обов'язковою для прийому на всіх судах незалежно від району плавання.

У ГМЗЛБ ці функції покладені на службу інформації з безпеки на морі (SafetyNet), що є міжнародною координованою радіомережею для передач, що включають:

- навігаційні попередження;
- метеорологічну інформацію;
- інформацію при пошуку і рятуванні.

Збір і поширення інформації з навігаційних попереджень забезпечується Всесвітньою службою навігаційних попереджень (ВСНП, WWNWS – World Wide Navigational Warning Service, статус та завдання якій визначені Резолюцією ІМО).

Метеорологічна інформація забезпечується відповідно до технічних правил і рекомендацій Всесвітньої Метеорологічної Організації (ВМО – World Meteorological Organization).

Інформація з пошуку і рятування забезпечується владою, відповідальною за координацію пошуково-рятувальних операцій на морі – Рятувально-Координаційними центрами (КСС, МКСС), у відповідності зі стандартами і процедурами, встановленими Міжнародною морською організацією (ІМО – International Maritime Organization). У ВСНП весь світовий океан розділений на 21 морський район, названих NAVAREA і позначаються римськими цифрами. У кожному з районів мається країна-координатор, відповідальна за збір, аналіз і передачу інформації.

Таблиця 2.3 – Радіостанції факсимільних гідрометеорологічних передач

№	Radio-Facsimile	Map Areas	Schedule	Time
1	Kagoshima	38°30'N- 65°30'E; 38°30'N-145°30'W 01°00'S-112°30'E; 01°00'S-167°00'E 37°30'N- 67°00'E; 39°00'N-147°36'W 01°00'S-112°24'E; 00°30'S-166°42'E	Surface pressure, precipitation prognosis (96hour)	0020
			Meteorological satellite picture	0110
			Surface analysis	0240
			Tropical cyclone forecast	0750

Таблиця 2.4 – Райони NAVAREA та станції NAVTEX на переході

№	Ділянка переходу	Район Navarea	NAVTEX	Station
1	South China Sea	XI	I	Yokohama [I]
2			G	Naha [G]
3			O	Fuzhou [O]
4			L	Hong Kong [L]
5			M	Sanya [M]
6			K	Da Nang [K]
7			X	Ho Chi Minh - Ville [X]
8			C	Singapore [C]

Таблиця 2.5 Зв'язок на переході

№	Станція	Спосіб зв'язку	Канали, частоти	Примітки
1	Singapore VTIS east (STRAIREP) sector 8 VTIS central (STRAIREP) sector 9	VHF	14 10	H24, Mandatory report H24, Mandatory report
2	Sendai Pilots & Port	VHF	16, 12	Approach, berthing, unberthing. Cargo Operations Ch16 H24

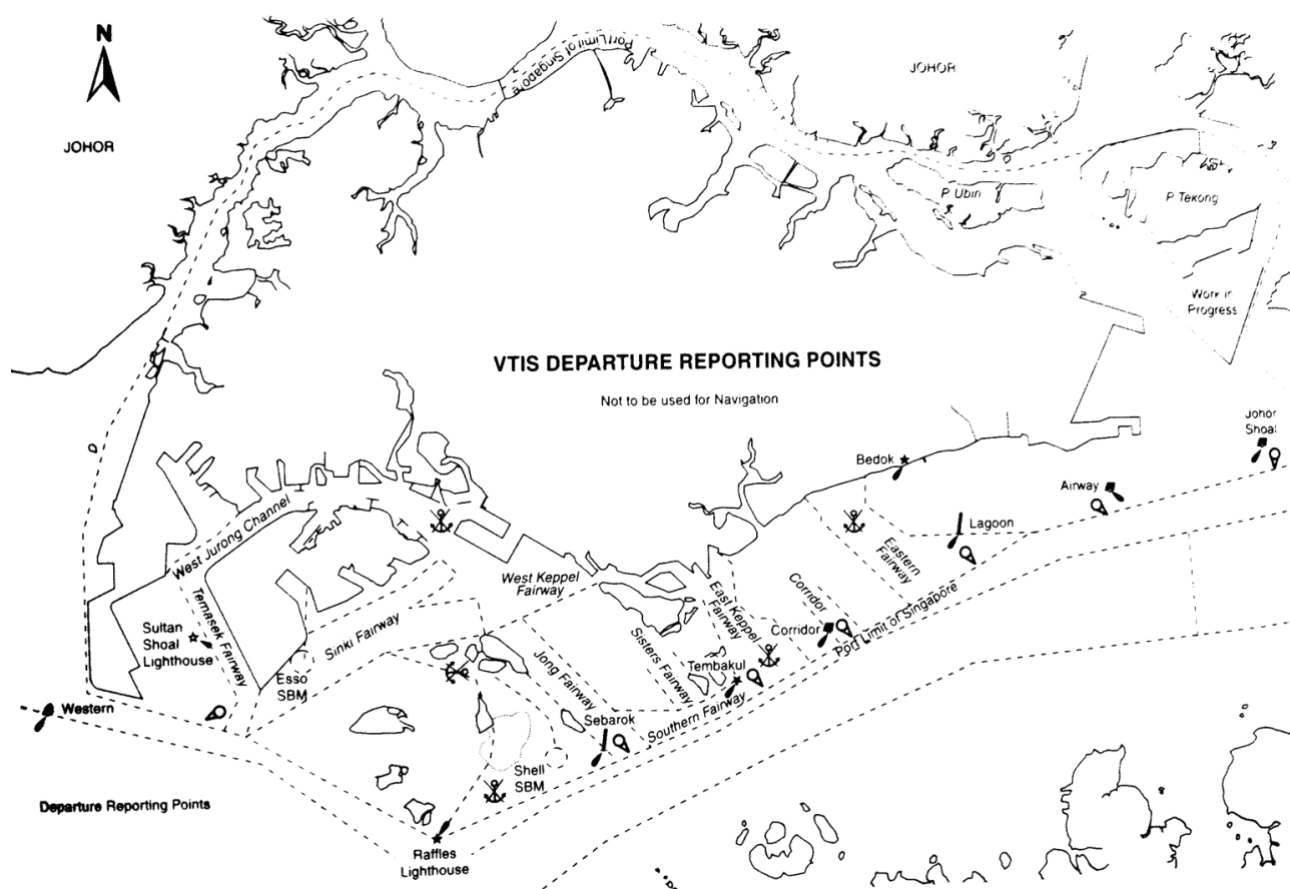


Рисунок 2.1 Доклади на підході до порту Сінгапур

2.2.2 Збір та аналіз гідрометеорологічної інформації

Перехід Сінгапур - Сендай являє собою сукупність різних метеорологічних та навігаційно-гідрографічних умов плавання.

У даному параграфі ми відобразимо другу фазу планування переходу. Всі підібрані і відкоректовані карти і публікації проаналізуємо з позицій забезпечення безпечного плавання.

Вивчення та аналіз гідрометеорологічних умов в районі і на період майбутнього плавання виконують до вибору шляху, керуючись лоціями, атласами, довідковими картами та іншими посібниками відповідно до рекомендацій РІСУ-98.

До джерел, що цікавить судноводія інформації відносяться:

– карти рекомендованих шляхів (Admiralty Routeing Charts);

- кліматичні карти (Climatic Charts);
- лоціями (Sailing Directions);
- Океанські шляхи світу (Ocean Passages for the World);
- довідник для моряків (The Mariner's Handbook).

Таблиця 2.6 Атмосферний тиск і розшифровка «роз вітрів»

Характеристики за ділянками	Сендай			South China Sea			Сінгапур		
Атмосферний тиск, mbar	1015			1002			1010		
Вітер	Роза вітрів № 1			Роза вітрів № 2			Роза вітрів № 3		
Направлення вітру	Повторюваність вітру, %			Повторюваність вітру, %			Повторюваність вітру, %		
	Сумарна	11-15 м/с	>16 м/с	Сумарна	11-15 м/с	>16 м/с	Сумарна	11-15 м/с	>16 м/с
N	11	-	-	3	-	-	0	-	-
NE	14	-	-	2	-	-	0	-	-
E	12	-	-	4	-	-	3	-	-
SE	6	-	-	5	-	-	33	-	-
S	18	-	-	42	-	-	12	-	-
SW	26	-	-	24	-	-	21	-	-
W	4	-	-	13	-	-	4	-	-
NW	7	-	-	3	-	-	3	-	-
Результуючий вітер	направлення, у румбах			направлення, у румбах			направлення, у румбах		
	швидкість, м/с		4,5	швидкість, м/с		4,8	швидкість, м/с		-
Максимальна швидкість вітру, м/с	спостережена			спостережена			спостережена		
	розрахункова		-	розрахункова		-	розрахункова		-

Повторюваність штилів, %	8	5	10
Схема «рози вітрів»	Розташована на загальному плані переходу	Розташована на загальному плані переходу	Розташована на загальному плані переходу

Таблиця 2.7. Видимість, водний і тепловий режими атмосфери, гідрологічні характеристики

Характеристики за ділянками		Сендай	South China Sea	Сінгапур
Температура повітря, °C		24,5	28,0	27,2
Температура води, °C		27	26	29
Відносна вологість, %		83	84	79
Повторюваність туманів, %		5	1	1
Видимість менше 2 міль		5	5	5
Хмарність, бали		7	6	8
Солоність води, ‰		32	34	30
Щільність води, г/см ³ (або кг/м ³)		1,025	1,025	1,021
Постійні течії	назва	-	Kuroshio	-
	термодинамічна характеристика	-	Постійне	-
	направлення	-	NE	-
	швидкість, вузл.	-	0,4-1,5	-
	стійкість	-		-
Швидкість припливних течії, вузл.		0,5	-	0,5-3
Висота хвиль, м	середня	1	1-2	1-2
	максимальна	6	7	1-2
Період хвиль, с		3-7	3-7	3-7

2.2.3. Збір та аналіз навігаційної інформації при прибрежному плаванні

Port Sendai

Location: Sendai is situated on the NE coast of Honshu in Miyagi Prefecture.

General overview: It is an artificial port that was opened in 1971.

Load Line zone: Summer.

PRE ARRIVAL INFORMATION

ETA's: Generally, ETA's should be sent in accordance with the relevant charter party. Usually with a fixed charter ETA's are sent on departure from the last port and then 10, 4, 2 and 1 day prior to arrival.

Messages should be directed to the charterer's or owner's agents. Occasionally they may be sent directly to the consignee, if required, with copies direct to owners and charterers.

There is no fixed format but the following items are usually included:

1. Ship's name
2. Callsign
3. ETA at destination.

Additionally, when the vessel is laden:

4. Name of load port
5. Departure date from load port
6. Cargo description and volume (Bill of Lading figures)
7. Name of consignees if required.

Documentation required: The following are required, for arrival formalities, by the Port Authority:

1. Crew List - 5
2. Passenger List, if passengers on board - 1
3. Stores List (with Master's original signature) -1
4. Crew Baggage List (with each member's signature) -1
5. Voyage Memo (list of ports of call) -1

The following are required for inspection:

6. Ship's Register
7. International Tonnage Certificate
8. Last Port Clearance
9. All officer's/crew Seaman's Books or passports

The following are prepared by the attending agent:

10. Inward/Outward Declaration (Japanese form)
11. Shore Pass Application

Communications: Inmarsat: Becoming increasingly popular for direct communication between ship and agent. All agents offices are equipped with telex.

Health regulations: Radio pratique is applicable only by possessing a valid Derat Exemption Certificate. It is not necessary to have a Japanese Sanitary Inspection Certificate.

When the Master requires radio pratique he should cable the Head of the Quarantine Station via his agent in accordance with Quarantine rules which stipulate that this must be done within 36 hours prior to arrival at the port. Saturday, Sunday and holidays do not count within the 36 hours.

Free pratique: Free pratique is available at the quarantine anchorage (38°13.03'N 141°06.42'E).

Immigration: The authorities are not stationed, but will attend from Shiogama when required.

NAVIGATION

Sea buoys, fairways and channels: Entrance channel: "A" Lightbuoy, moored 5.0nm SE of the channel. A pair of lightbuoys are moored midway between "A" Lightbuoy and the harbour entrance.

Thereafter the starboard side of the approach is marked by lightbuoys leading NW to No 4 Lightbuoy (starboard hand); then W to the harbour entrance and passing to the N of a prohibited area surrounding breakwater construction work, 0.8nm ESE from South Breakwater Light.

The channel passes SW of the following dangers:

One Tai and Hashimane Tai, lying between 4.0 and 6.0nm E of Sakai Ku, with general depths over them of less than 20m.

O Ne, at the N end of One Tai, having rocks on it with depths of 2.0m or less over them, usually marked by breakers.

Two lightbuoys moored 1.25nm SE of the harbour entrance, mark a wave meter which is connected to the head of S Breakwater by a submarine cable.

Pilot: Not compulsory. Pilots are available at Fairway Buoy No 4 (38°31.1'N 141°08.1'E.) during daylight.

Anchorage: Anchorage is available at Raijin Wharf in depths of 7.5m and within an area of 149,000m².

A quarantine anchorage, 1.0nm in diameter, is situated 4.0nm SE of the entrance to Sakai Ku, 1nm W of Sakai "A" Lightbuoy; the holding is reported to be fair, sand and mud.

Alternatively, the quarantine anchorage off Shiogama may be used.

As fishing nets abound inside the harbour area, vessels should adhere strictly to designated anchorages.

Tidal range and flow: Range max 1.4m; min 1.1m.

Entry of tankers is controlled by Tohoku Oil Refinery under the supervision of Harbour Master.

Vessels drawing more than 14.9m have to enter at HW.

Tugs: Four tugs of up to 3200bhp, three additional tugs are available from Shiogama.

GENERAL

Repairs: Small repairs can be undertaken at Shiogama.

Bunkers/water/stores: Fresh water: Available from shore (40tph).

Bunkering: Domestic oil is available; bonded oil is also available from Tohoku Oil KK (same as Mitsubishi Oil).

Stores: Available from Shiogama.

Medical facilities: There is a hospital attached to University 1 and several general hospitals in Sendai.

Consuls: The following consulates are available: Australia, Korea, Sweden.

Public holidays: Sun and National holidays.

Working hours: Throughout 24 hours.

Developments: There are 15 public wharves under construction to accommodate loading and discharging of general and bulk cargoes.

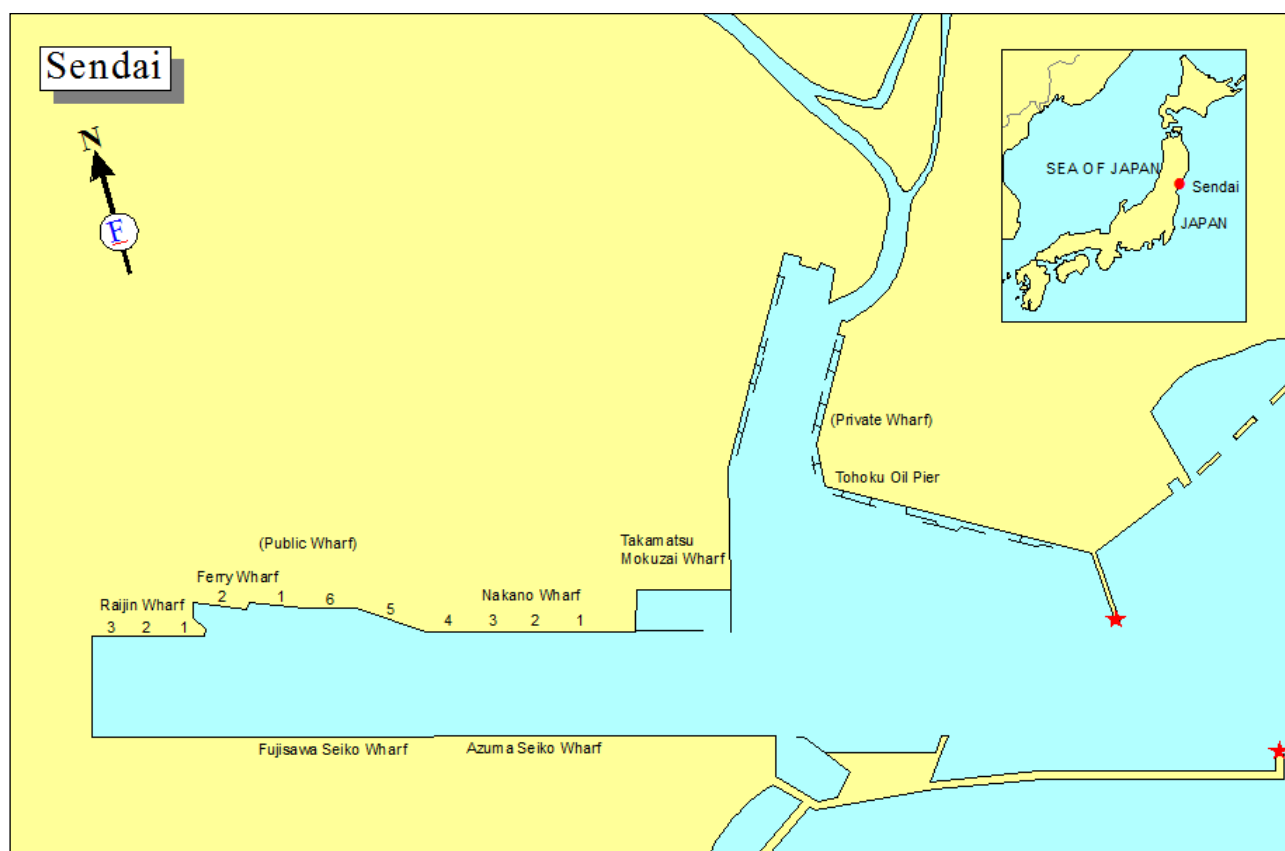


Рисунок 2.2 Порт Сендай

SINGAPORE

OVERVIEW: The Maritime and Port Authority of Singapore (MPA) issues Port Marine Circulars; MPA is the statutory Port Authority responsible to the Ministry of Transport for managing vessel movements and monitoring navigational safety and the marine environment in the port. Masters, owners and interested parties are recommended to familiarise themselves with the contents of these Notices and others published on the Authority's website.

PROCEDURE ON BOARD: Master is required to submit four sets of the prescribed Crew List and, if there are passengers, three sets of the prescribed Passenger List to the Immigration officer who boards vessel. Master has to certify on the original Crew List that the details in the list submitted are true and correct and there are no stowaways, survivors or unauthorised persons on board.

If requested by the Immigration officer, Seaman's Books/travel documents or shipping documents will have to be produced for inspection. Crew members may be required to present themselves before the officer.

All passengers shall present themselves before the Immigration officer. Each disembarking passenger shall complete a Disembarkation Card. Owner/Agent may obtain forms/cards from Singapore Immigration at 10 Kallang Road, Singapore 208718.

Master shall execute the Crew Security Bond, bonding crew members (except the Master and Singapore citizens/PRs and Malaysian citizens) for SGD1,500 each. If there are persons who are refused entry by the Immigration officer, Master shall execute the Security Bond, bonding such persons who are refused entry, for not less than SGD 3,000 each. Notice will be served on the Master/Agent giving the names of all those who have been refused entry.

When clearance has been granted, vessel shall haul down the immigration signal when the Immigration officer leaves the vessel.

OUTWARD CLEARANCE: Vessel requesting Immigration Outward Clearance must either fly the Blue Peter (Papa) or in addition to the flags and lights for Inward Clearance, as stated above.

Master is required to submit two sets of Crew Lists and if applicable three sets of Passenger Lists to the Checking-Out officer. Master should certify on the Crew List that all crew declared in the Crew List are on board. Passengers, if any, and persons who have been refused entry will have to be presented to the Clearing officer. Master is also required to produce all the travel documents and original copy of the arrival Crew List, endorsed with the Landing Pass.

SAFE PASSAGE: The Straits of Malacca and Singapore constitute one of the world's

busiest shipping corridors. Vessels transiting the area are directed to Safe Passage – The Straits of Malacca and Singapore, produced by Cooperative Mechanism, a joint initiative by the governments of Indonesia, Malaysia and Singapore. Information can be summarised as follows:

COLLISION PREVENTION: Masters are reminded of the risks associated with the use of VHF for collision avoidance. In such congested waters, VHF communication can often be misunderstood leading to risk of close quarters situations and possible collision.

Similarly AIS, while a useful tool in assessing the situation, should not be relied upon when deciding on required collision avoidance action. AIS may be transmitting incomplete or incorrect data, some vessels may have defective or deactivated AIS.

ROUTEING MEASURES: A Traffic Separation Scheme (TSS) has been established between Permatang Sedepa and the entrance to the South China Sea, a distance of approx. 250 n.m. Designated routeing for deep-draft vessels and precautionary areas are indicated on BA Chart No. 5502.

Vessels crossing TSS lanes or any precautionary area are required to display three all-round green lights in a vertical line. Displaying this signal does not exempt the vessel from any obligation under the International Regulations for the Prevention of Collisions at Sea.

ANCHORING: It is strictly prohibited to anchor within the TSS and precautionary areas. In cases of emergency, vessels with an urgent need to anchor should as far as possible attempt to ascertain location of pipelines, submerged installations and cable before doing so.

VISIBILITY: Sudden thunderstorms with heavy rain may occur during the monsoon periods from June to August and October to December. Such storms may develop rapidly and will cause visibility to be severely restricted. Regional forest fires and associated smoke haze may also affect the Straits especially during the dry season.

LOCAL TRAFFIC: Numerous tugs and barges transit the area, often at slow speed. Concentrations of such vessels may be expected in the vicinity of Batu Berhanti and crossing the TSS close to Singapore. Local passenger traffic is abundant, particularly

in the following areas:

approaches to Port Dickson

approaches to Melaka

approaches to Muar

approaches to Batu Pahat

between Kukup and Pulau Karimun

the area south of Singapore Island

Increased crossing traffic will also be encountered within precautionary areas and near pilot boarding areas. VLCCs using the deep water route bound for Singapore generally cross the TSS SE of the Raffles Lighthouse. Poorly lit fishing vessels are often encountered, particularly in the western part of the Singapore Strait.

PILOTAGE: Compulsory for liquefied gas carriers and chemical carriers unless gas free.

In addition to liquefied gas carriers and chemical carriers, other vessels to which compulsory pilotage applies, when moving within a particular area of the Pilotage District, are:

Pilotage District:

Every vessel 300 g.t. or above

Every vessel 5,000 g.t. or above

Every vessel 300 g.t. or above, or LOA exceeding 45 m.

Every vessel 300 g.t. or above, or over 30 m. in height

Exempted Vessels: Pilot exemption may be sought from the Authority.

PILOT BOARDING GROUNDS: There are seven pilot boarding grounds (Port Marine Circular No. 59 of 1998):

Eastern Boarding Ground A (PEBGA): 01° 13.52' N, 103° 53.45' E

Eastern Boarding Ground B (PEBGB): 01° 15.65' N, 103° 57.4' E, (this boarding ground is to be used by all tankers when proceeding to pick up pilots in the eastern sector)

Southern Boarding Ground (PSBG): 01° 11.6' N, 103° 49.5' E, SE of Sebarok Beacon

Western Boarding Ground A (PWBGA): 01° 13.6' N, 103° 36.07' E, (for vessels

arriving from the west)

Western Boarding Ground B (PWBGB): 01° 12.18' N, 103° 38.88' E, (for vessels arriving from east calling at facilities west of Jurong Island road link)

East Johor Strait Boarding Ground (PJSB): 01° 17.65' N, 104° 06.39' E, SE of Eastern Buoy

Gusong Boarding Ground (PGBG): 01° 10.46' N, 103° 46.89' E, (for vessels arriving from the east calling at the anchorages in Sudong Sector or Raffles Reserved Anchorage or on prior permission from the Port Master).

PILOTAGE ORDERS: Request for pilotage service should be placed directly with PSA Marine Pte Ltd. Pilotage orders should be made preferably using Internet Marine Ordering System (IMOS) or Portnet.

PSA Marine Pte Ltd. T: +65 6777 2288, 6379 9808/9809 (Pilotage Orders).
F: +65 6379 9812. psamarine@psa.com.sg www.psamarine.com.sg/

PRE-ARRIVAL INFORMATION: Pre-Arrival Message: Any passenger vessel and vessels over 300 g.t. shall notify the Port Master at least 12 hours before arrival. Vessels arriving from nearby ports with less than 12 hours steaming, shall, immediately on departure, inform the Port Master.

Notification Arrival Report can be transmitted by following means:

noa@mpa.gov.sg

F: +65 6224 5776

Telex: RS34970 (answer back PORTPM 34970)

MARINET (electronic data exchange)

and contain the following:

name, call sign, MMSI, IMO number, draft, aircraft, Agent, ETA, direction (from), last port, slop/sludge (y/n), CLC92 (y/n), remarks (defects, thrusters, fire hazards, hazardous cargo, damage, assistance required).

REPORTING CONFIRMATION OF ARRIVAL: Every vessel of 300 g.t. or more or tug engaged in towing or pushing if the combined g.t. of tug and tow or vessel being pushed is 300 g.t. or more or any passenger vessel intending to call at Singapore must report confirmation of arrival to VTIS together with information on vessel's particulars

as follows:

Confirmation of Arrival Report is to be sent on entering Sectors 7–9.

The report is to be sent to the relevant VTIS via VHF and should include the following: Name, call sign, present location (reference to designated reporting points), number of passengers and crew, ETA at destination or pilot boarding ground, aircraft.

APPLICATION FOR BERTH: The Agent should submit a Schedule A, giving LOA, maximum draft alongside, cargo particulars, ETA and ETD, and Dangerous Cargo Declaration list (including petroleum products and explosives) on board vessel at least 48 hours before berth is required.

ISPS: Pre-Arrival Notification (PAN) form and send it to the Maritime Security Department at F: +65 6221 3036, or isps@mpa.gov.sg, at least 24 hours before the vessel's arrival in Singapore. Agents based in Singapore may submit the PAN through the MPA's MARINET.

EPANS: Electronic format of PANs can be found at www.mpa.gov.sg/ Port Marine Notice No. 197/2008. Port Marine Circular 25/2005.

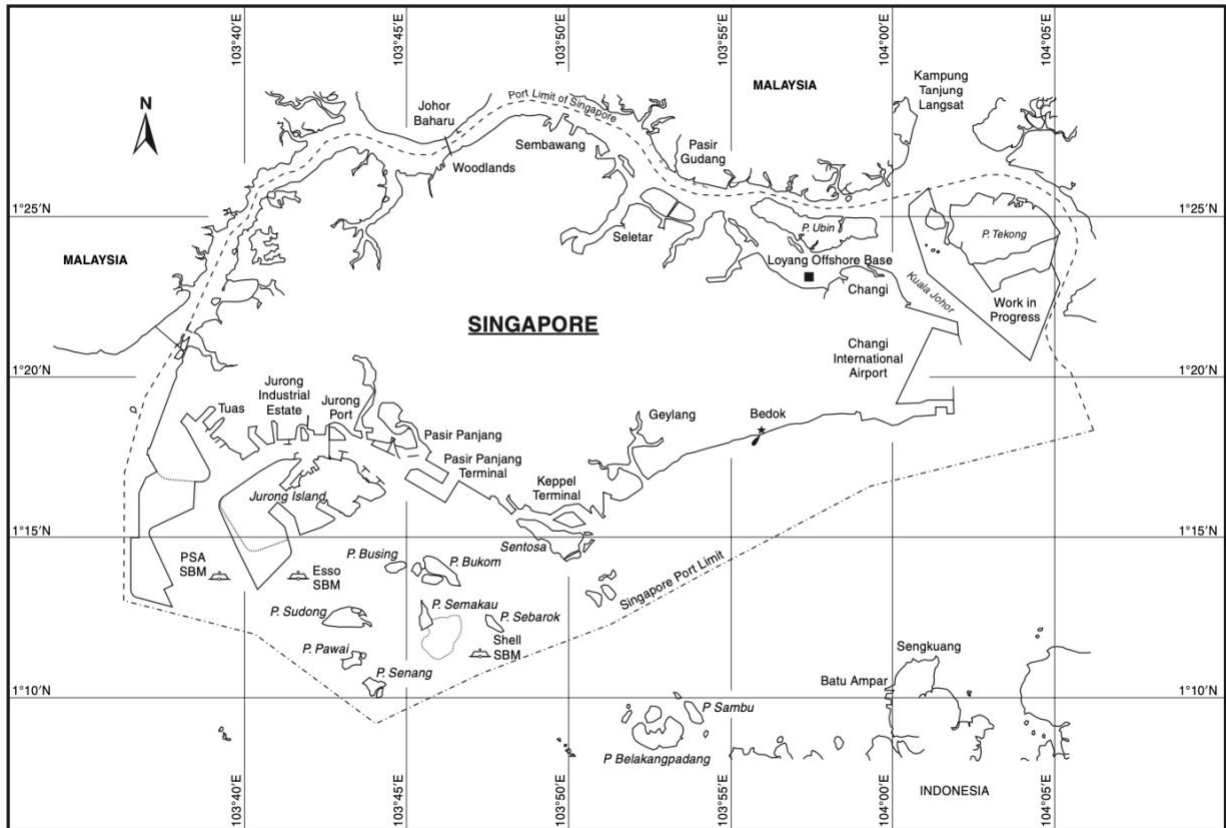
MEDICAL ADVICE TO SHIPS: A radio medical advice service is available to ships of all nationalities and no charge is made for this service.

Radiotelegrams requesting medical advice should state briefly and clearly the symptoms of the illness of the person affected and contain a brief description of the contents of the medical chest carried by the ship. Such telegrams should be in English language, be signed by the Master of the ship and addressed "Radiomedical Singapore".

In very urgent cases, the urgency signal (PAN) may be used in order to ensure priority over all other communications, with the exception of those relating to distress calls.

GENERAL - SINGAPORE

SINGAPORE



GENERAL - SINGAPORE

SINGAPORE

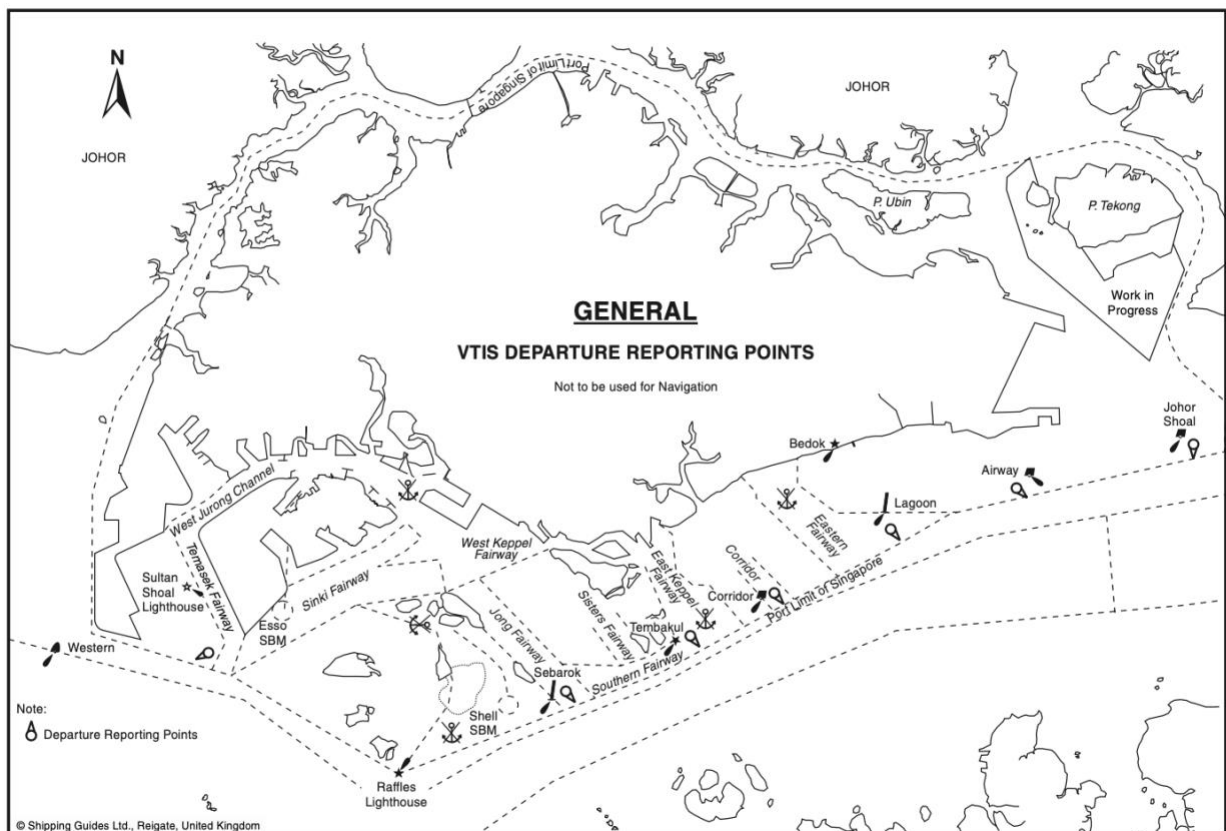


Рисунок 2.3 Порт Сінгапур

Таблиця 2.8 Засоби навігаційного обладнання

№	Name	Position $\varphi ; \lambda$	Range, nm	Characteristics
1	2	3	4	5
1	P Sebarok	1°11,8' N 103°48,4'E	8	Fl(3)15s
2	Padang	1°10,1' N 103°52,8'E	7	Fl3s
3	Nongsa Isl	1°12,1' N 104°04,6'E	20	Fl8s
4	Horsburgh	1°19,8' N 104°24,3'E	20	Fl10s
5	Pulau Mangkai	3°05,0' N 105°35,7'E	25	Fl(3)15s
6	Sakai Ku	38°15,9' N 141°02,8'E	11	Oc5s

2.3. Навігаційні розрахунки для забезпечення безпеки плавання

2.3.1. Розрахунок ортодромії

Виконаємо розрахунок локсодромії і ортодромії аналітичним способом для найдовшої ділянки переходу. Задамося відповідними координатами: ①. $\varphi_H = 34^\circ 32' N$, $\lambda_H = 138^\circ 58' E$. ②. $\varphi_K = 20^\circ 00' N$, $\lambda_K = 121^\circ 56' E$.

Таблиця 2.9 Розрахунок ортодромії та локсодромії

φ_K	20° 00' N	МЧ	1217,3	λ_K	121° 56' E	К	226,21°
φ_H	34° 32' N	МЧ	2197,1	λ_H	138° 58' E	С	1260,03'
РШ	14° 32' к S - 872'	РМЧ	- 979,8	РД	17° 02' к W -1022'		
$\sin(\varphi_1) * \sin(\varphi_2)$			+	0,193886277			
$\cos(\varphi_1) * \cos(\varphi_2) * \cos(\lambda_2 - \lambda_1)$			+	0,740158596			
$\cos D$				0,934044873			
D				20,9256° = 1255,53'			

$$\Delta = 1260,03 - 1255,53 = 4,5 \text{ мили.}$$

Після виконання розрахунків можна сказати, що плавання по ортодромії не дає нам переваг перед прямуюванням по локсодромії. Отже, порівнюючи виграш

у відстані та безпеку переходу, можемо стверджувати, що плавання по ортодромії недоцільно.

2.3.2 Складання маршрутних листів

Відповідно до рекомендацій ІМО, планування рейсу повинно закінчуватися складанням маршрутних листів, які повинні лежати на штурманському столі. Безумовно, протягом рейсу в маршрутні листи вносяться необхідні зміни.

PASSAGE PLAN										ROUTE	01	
VOYAGE No.										1	DATE :	
From the port :										Singapore	To the port :	Sendai
No	WP	Latitude		Longitude		Course	WP Distance	MTGO	PASS Distance	NAV.AIDS		
1	0	01°14,4'N	N	103°45,9'E	E	-	0	3133,7	0,0	Jong		
2	1	01°14,2'N	N	103°46,8'E	E	101	0,9	3132,8	0,9	Jong		
3	2	01°10,8'N	N	103°49,8'E	E	139	4,5	3128,3	5,4	Padang		
4	3	01°14,6'N	N	103°58,7'E	E	67	9,7	3118,6	15,1	Nongsa Isl		
5	4	01°17,4'N	N	104°19,9'E	E	83	21,4	3097,2	36,5	Horsburgh		
6	5	01°31,6'N	N	104°37,4'E	E	51	22,6	3074,6	59,1	GPS		
7	6	03°18,9'N	N	105°27,1'E	E	25	118,2	2956,4	177,3	Pulau Mangkai		
8	7	21°26,8'N	N	121°50,2'E	E	41	1450,7	1505,7	1628,0	GPS		
9	8	33°39,5'N	N	139°45,2'E	E	52	1201	304,7	2829,0	GPS		
10	9	35°41,8'N	N	141°24,0'E	E	34	146,8	157,9	2975,8	GPS		
11	10	38°13,4'N	N	141°08,2'E	E	355	152,1	5,8	3127,9	Sakai Ku		
12	11	38°15,9'N	N	141°04,7'E	E	312	3,7	2,1	3131,6	Sakai Ku		
13	12	38°16,1'N	N	141°02,1'E	E	277	2,1	0,0	3133,7	Sakai Ku		

Distance Berth to Berth :	3133,7
Pilot Distance Departure :	8,0
Pilot Distance Arrival :	3,0
Distance Pilot to Pilot :	3122,7

Departure port local time : **GMT +7 hrs** Destination port LT : **GMT +9 hrs**

All charts and publications corrected up to **No.**

PUBLICATIONS : **NP 281(2), 282, 283(2), 286(4,6), 31, 42AC, 203, 204**

Guide to Port Entry .

Weather and navigation warning : **1) INMARSAT-C; 2) NAVTEX**

Master : _____

Navigating Officers :

2.3.3 Графічний план переходу

Результати всієї попередньої роботи з навігаційного планування переходу оформляють у вигляді графічного плану переходу.

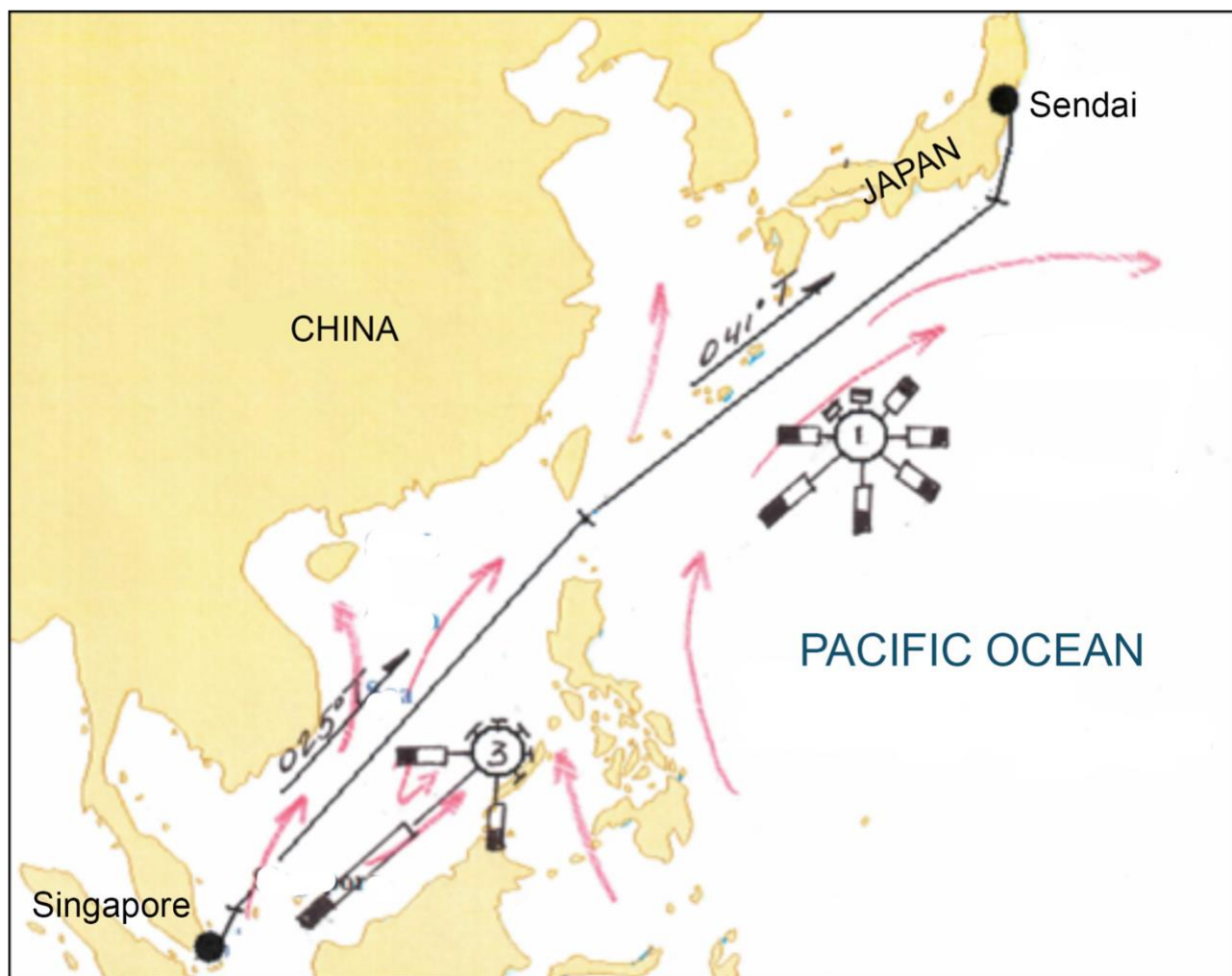


Рисунок 2.3 – Графічний план переходу

2.3.4 Розрахунок природної освітленості

Розрахунки освітленості виконують двома послідовними наближеннями:

- за широтою φ і датою запланованого плавання виберемо з Nautical Almanac без інтерполяції моменти місцевого середнього часу (LMT) сходу і заходу Сонця і Місяця.

- по довготі λ передбачуваного місця на полудень кожної доби переводять моменти в судновий час (ZT) та на кожний такий момент знаходять прокладенням наперед координати φ і λ місця судна.

Далі розраховуються по Nautical Almanac моменти (ZT) явищ,

характеризуючих освітленість (користуючись для інтерполяції таблицями: "Conversion of ARC to Time" і "Tables for Interpolating Sunrise, Moonrise, etc". Результати вносять в таблицю.

По широті місця судна ϕ і схиленню Сонця δ на моменти його сходу і заходу по формулі **tg A** розрахуємо азимути Сонця (Z) при сході і заході, які також внесемо до таблиці 2.10.

Для отримання місцевого часу явища (Correct LMT) треба у табличний час ввести дві поправки: $\text{Correct LMT} = \text{LMT for Lat} + \text{Lat correction} + \text{Long correction}$.

Місцевий час явища переводять у Грінвічний:

$$\text{GMT} = \text{Correct LMT} \pm \text{Longitude.}$$

Грінвічний час явища переводять в судновий:

$$\text{ZT} = \text{GMT} \pm \text{ZD.}$$

У таблиці 2.10 приведено елементи освітленості на початок, середину та кінець рейсу.

Таблиця 2.10 Елементи освітленості

Date	Twilight	SUN				Twilight	MOON		
		Sunrise ZT	Z	Sunset ZT	Z		Moonrise ZT	Age	Moonset ZT
03/08	05.19	06.06	73	18.12	287	18.59	07.31	1	19.49
07/08	05.07	06.00	72	18.35	288	19.24	10.50	5	22.23
13/08	03.56	04.57	70	18.32	290	19.35	16.24	11	00.58

2.3.5 Розрахунок висот приливів та побудова графіків приливів

Розрахунок приливних явищ та побудову графіків приливів здійснюємо для ділянок з обмеженими глибинами, для портів та якірних стоянок. Приклад надається в таблиці 2.11.

Таблиця 2.11 – Приливні явища

Сінгапур				Сендай			
03/08		03/08		13/08		13/08	
Тп	hп	Тп	hп	Тп	hп	Тп	hп
01:59	3.3	14:45	3.2	03:42	1.4	17:39	1.3
Тм	hм	Тм	hм	Тм	hм	Тм	hм
07:48	0.2	20:03	0.8	10:54	0.3	22:56	0.8

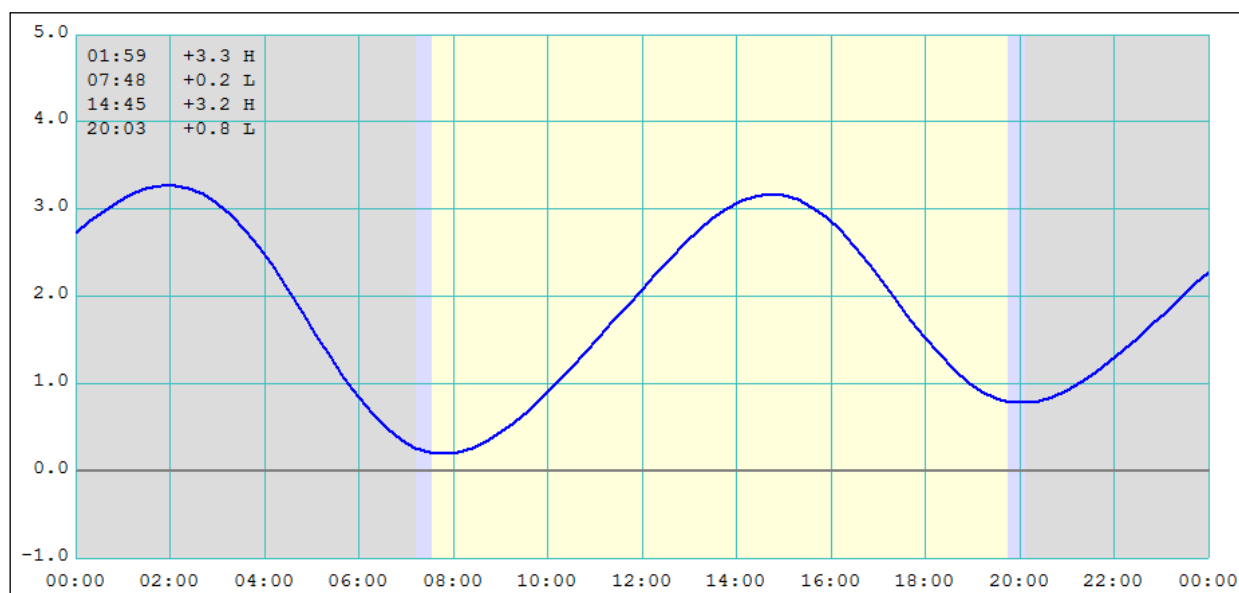


Рисунок 2.4 – Графік приливів в порту Сінгапур

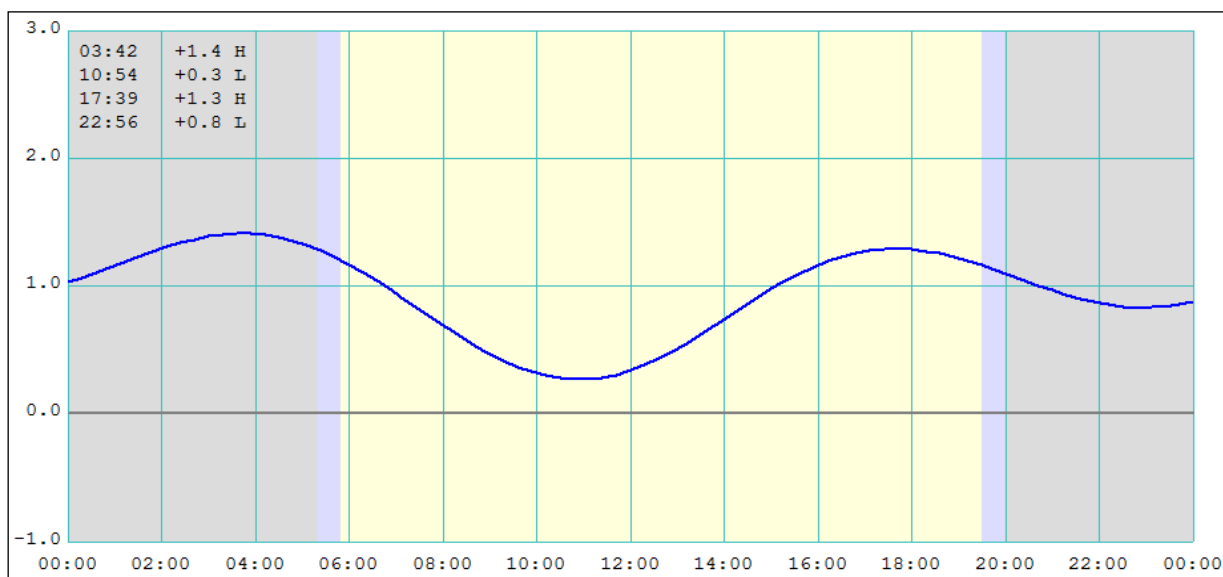


Рисунок 2.5 – Графік приливів в порту Сендай

2.4 Висновки

У результаті роботи отримано наступне:

– вивчені навігаційні умови плавання, способи одержання гідрометеорологічної інформації, обраний найбільш оптимальний і безпечний шлях, враховані приливні явища й природня освітленість;

Підводячи підсумок, можна сказати, що даний рейс був ретельно опрацьовано, завчасно і належним чином сплановано, забезпечено всією необхідною документацією, навігаційними посібниками та розрахунками.

Даний рейс є безпечним з навігаційної точки зору.

РОЗДІЛ 3

ОБРОБКА І РОЗМІЩЕННЯ ВАНТАЖУ

3.1. Транспортні характеристики вантажів

Важливим етапом розрахунку вантажного плану судна є детальне вивчення транспортних характеристик і властивостей вантажів, які визначають умови їх перевезення, перевантаження й зберігання.

До навантаження приймається дизельне паливо.

Дизельне паливо - рідкий продукт, що використовується як паливо в дизельному двигуні. Зазвичай під цим терміном розуміють паливо, що виходить з керосиново-газойльових фракцій прямої перегонки нафти. Основний показник дизельного палива - це цетанове число (Л-45). Цетанове число характеризує здібність палива до займання в камері згоряння і рівно об'ємному вмісту цетана в суміші з метілнафталіном, яке в стандартних умовах ASTM D613 має однакову займистість в порівнянні з дослідженим паливом. Температура спалаху, визначена за ASTM D93, для дизельного палива повинна бути не вище 70°C. Температура перегонки, визначена за ASTM D86, для дизельного палива не повинна бути нижче 200 і вище 350°C. Дизельне паливо - економічніше і екологічно чисте, ніж бензин.

Останнім часом в рамках боротьби за екологію жорстко нормовано вміст сірки в дизельному паливі. Під сіркою тут розуміється вміст сірчистих сполук - меркаптанів (R-SH), сульфідів (R-S-R), дисульфідів (R-S-S-R), тіофенів, тіофанов і ін., А не елементарна сірка як така; R - вуглеводневий радикал. Вміст сірки в нафті знаходиться в межах від 0,15 1,5% (легкі нафти) до 5-7% (важкі бітумінозні нафти); допустимий вміст в судновому паливі - до 1%, а за останніми нормативами Європи і штату Каліфорнія допустимий вміст сірки в дизельному паливі не більше 0,001% (10 ppm). Зниження вмісту сірки в ДТ, як правило,

призводить до зменшення його змащувальних властивостей, тому для дизельних палив з ультранизьким вмістом сірки обов'язковою умовою є наявність присадок.

Основні експлуатаційні показники дизельного палива:

цетанове число, що визначає високі показники потужності та економічні показники роботи двигуна;

фракційний склад, який визначає повноту згоряння, димність і токсичність відпрацьованих газів двигуна;

в'язкість і густина, що забезпечують нормальну подачу палива, розпилювання в камері згоряння і працездатність системи фільтрування;

низькотемпературні властивості, що визначають функціонування системи живлення при негативних температурах навколишнього середовища і умови зберігання палива;

ступінь чистоти, що характеризує надійність роботи фільтрів грубого і тонкого очищення і циліндро-поршневої групи двигуна;

температура спалаху, що визначає умови безпеки застосування палива в дизелях;

наявність сірчистих сполук, ненасичених вуглеводнів і металів, що характеризує нагароутворення, корозію і знос.

Паливо дизельне (EN 590) Сорт С одержують з продуктів переробки нафти і призначене для використання в якості автомобільного палива для дизельних двигунів легкових і вантажних автомобілів. Дизельне паливо відповідає вимогам міжнародного стандарту EN 590/2009 і характеризується низьким вмістом сірки, ароматичних вуглеводнів і високим цетановим числом, що веде до загального зменшення викидів оксидів сірки, зниження кількості твердих частинок у відпрацьованих газах і утворення відкладень у паливній системі легкових і великовантажних автомобілів, зменшення димності відпрацьованих газів і є запорукою хороших пускових властивостей палива при холодному запуску двигуна.

Технічні характеристики дизельного палива

Цетанове число, не менше 51;

65% переганяється при температурі, не вище 250°C;
 85% переганяється при температурі, не вище 350°C;
 95% переганяється при температурі (кінець перегонки), не вище 360°C;
 Кінематична в'язкість при 40°C, 2,0-4,5 мм²/с;
 Температура застигання, не вище -10°C;
 Температура помутніння, не вище -5°C;
 Масова частка сірки, не більше 10 мг/кг;
 Температура спалаху в закритому тиглі, °C, не вище 55;
 Масова частка меркаптанової сірки, не більше 0,01%;
 Концентрація фактичних смол, мг/100 см³ палива, не більше 40;
 Кислотність, мг КОН/100 см³ палива, не більше 5;
 Йодне число, г I₂/100 г палива, не більше 6;
 Зольність,%, не більше 0,01;
 Коксівність 10% -ного залишку,%, не більше 0,20;
 Коефіцієнт фільтрації, не більше 3;
 Густина при 15°C, 845 кг м³.

Норма вантажних операцій (рейт) на даному танкері становить 4500 кубічних метрів на годину при навантаженні, і 3000 кубічних метрів при вивантаженні за рахунок роботи трьох вантажних насосів по 1000 кубічних метрів на годину. Потужність насоса, що зачищає, становить 200 кубометрів на годину.

Транспортна інформація приведена в табл.3.1.

Таблиця 3.1 – Транспортна інформація

	IMDG
Номер ООН	1202
Власна назва ООН	Diesel Fuel
Клас небезпеки при транспортуванні	
Пакувальна група	III

На підставі наведеної вище інформації представимо в табл. 3.2 транспортні характеристики сирої нафти.

Таблиця 3.2 - Транспортні характеристики

Найменування вантажу	Вид тари	Паспортна густина вантажу $\rho^{15/4}$	Валові нормивантаж. робіт, м ³ /год	
			Навантаження	Вивантаження
дизельне паливо EN 590	налив	0,845	4500	3000

Основним документом, що регламентує перевезення небезпечних вантажів морем являється IMDG CODE (International Maritime Dangerous Goods Code), оскільки цей Кодекс входить як доповнення до Конвенції SOLAS 1974, Глави VII, частина А.

Крім того такі документи, як:

Міжнародне керівництво з безпеки для нафтових танкерів і терміналів (ISSGOT).

Перевірочний лист з безпеки (документ, відомий як Material Safety Data Sheet (MSDS));

3.2. Підготовка вантажних приміщень до прийому вантажів та документальне оформлення морського перевезення

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 навантаження проводиться в наступній послідовності:

Відправник вантажу до початку навантаження представляє капітану Декларацію (інформацію) про вантаж, у якій вказуються дані про вантаж: найменування вантажу і його фізико-хімічні властивості, види небезпеки, вимоги до чистоти танків і технологічний режим перевезення. На підставі

Декларації виконується додаткове зачищення танків, а в нашому випадку ще й необхідність інертизації.

Мийка танків (зачищення) виконується, керуючись посібником з підготовки вантажних танків до прийому нафтопродуктів (Tank Cleaning Guide) і вимогами Міжнародної конвенції по запобіганню забруднення моря із 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 вантажі раніше перевозилися танкером. У нашому випадку, три останніх вантажі були різні сорти дизельного палива. У зв'язку із цим вимоги до чистоти танків для приймання вантажу, у даній вантажній комбінації, не високі і навіть допускається приймання вантажу поверх залишків попереднього.

У кожному разі при мийці танків виконуються наступні роботи:

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

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

Варто перевірити час відкриття й закриття дистанційно керованих клінкетів вантажних систем (про що складають спеціальний акт). Крім того, перевіряють щільність закриття клінкетів у насосному відділенні й кінгстонів.

Необхідно перевірити справність шлангуєчих 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, часу й пробному тиску роблять запис у машинному журналі.

Перед навантаженням перевіряють засоби контролю, сигналізації (про заповнення танків на 95, і 98%). Крім того, перевіряють справність пристрою, що відтинає, для зупинки перекачування вантажу (яке повинне бути пов'язане з подібним пристроєм, що відтинає, на вантажній базі), 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 клінкетів 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 шпигатів на вантажній палубі (через які в море може потрапити нафтопродукт), глушіння невикористовуваних при вантажних операціях патрубків вантажного й зачисного палубних трубопроводів. Варто перевірити установку піддонів під фланці прийомного 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 представникові відправника вантажу для огляду й придатності до прийому даного вантажу. Складається Акт про придатність танків до навантаження. У випадку відмови відправника вантажу від огляду танків, запрошується компетентний незалежний сюрвейєр, що своїм рапортом підтверджує придатність танків для прийому даного вантажу.

Договором морського перевезення вантажів у трамповому судноплавстві є чартер (charterparty), котрий укладається в письмовій формі.

При перевезеннях по чартеру для розміщення вантажу надається судно цілком або його певна частина. Цю форму договору застосовують при

перевезеннях масових вантажів, постачання яких здійснюються пароплавними партіями, наливних, навалювальних і лісових.

У чартері детально обмовляють зміст договору і взаємні зобов'язання сторін: найменування і техніко-експлуатаційні характеристики судна, рід вантажу, його транспортні особливості і кількість, порти навантаження і вивантаження, терміни готовності судна під навантаження, фрахт, порядок розрахунку сталійного часу і т.д. Умови чартеру узгоджують фрахтувальник і перевізник, при цьому вони є обов'язковими тільки для партнерів і тільки на період даної угоди. На практиці для оформлення договору використовують типові проформи чартерів. В даний час нараховується понад 400 проформ чартерів, що охоплюють всі основні вантажопотоки масових вантажів.

Коносамент – один з головних інструментів в операціях, зв'язаних з використанням морських суден. В іноземному праві вказується, що для видачі коносамента потрібно, насамперед, фактичне вручення вантажу перевізникові, передача йому фізичного володіння вантажем і контроль над ним.

Видача коносамента допускається тільки після приймання вантажу до перевезення. Він видається один раз для перевезення даної партії вантажу. Вторинна видача коносамента по тому самому вантажу припустима тільки за умови повернення перевізникові раніше виданих відправникові екземплярів. Недотримання цього правила приводить до майнової відповідальності перевізника. Коносамент виписується на кожен окрему партію вантажу, прийнятого на судно. Застосовуються два види коносаментів у залежності від часу їх видачі відправникові: для вантажу, прийнятого до перевезення (received for ship ment), і для вантажу, прийнятого на борт (on board або shipped on board). Перший вид практикується при базисній умові ФАСі при лінійних перевезеннях, коли вантаж приймається на склад для подальшого його відправлення на черговому судні за розкладом. У результаті, відправник вантажу одержує можливість мати на руках товаророзпорядчий документ і розпоряджатися їм за своїм розсудом. Бортовий коносамент видається на завантажений, на борт товар.

У ряді випадків умови контракту вимагають, щоб на коносаменті був ще додатковий напис: "на борту"("onboard").

Коносамент містить наступні реквізити: найменування судна; найменування перевізника (судовласницького підприємства); порт і країна навантаження; порт і країна вивантаження; найменування відправника; найменування одержувача.

При цьому передбачаються наступні варіанти:

— конкретне найменування одержувача. У цьому випадку коносамент називається іменним. Застосовується він у тому випадку, коли товар уже проданий і відправлений за адресою одержувача;

— коносамент на пред'явника. У цьому випадку графа "вантажодержувач" не містить ніяких указівок, і вантаж видається тому, хто його пред'явить;

— коносамент може бути виписаний "наказові відправника" або "наказові одержувача". У цьому випадку коносамент зветься ордерним. У графі "найменування одержувача" повинне бути зазначено: *"to order of ..."* і далі найменування організації відправника або одержувача. У практиці міжнародної торгівлі переважають ордерні коносаменти, тому що вони спрощують передачу прав на вантаж. Іменні ж коносаменти виписуються рідше, переважно на коштовні вантажі.

Штурманська розписка є посвідченням судновласника в прийнятті товару до перевезення. Виписує цей документ помічник капітана в підтвердження одержання конкретної партії на борт судна. Розписка описує видимий стан товарів і дозволяє перевізникові видати коносамент. У ній відображаються результати перевірки, проведеної контролерами судновласника при прийомі товару для навантаження або під час навантаження. Це не товаророзпорядчий документ. На прохання відправника він може бути замінений коносаментом.

Чартерний коносамент - документ, у який інкорпуються шляхом посилання окремі з умов чартер-партії для того, щоб вони могли мати ефект для вантажодержувача або індосата коносамента. Але коносамент, виданий по

чартеру, що не містить у собі умови чартеру за договором з одержувачем вантажу або індосатом, не є фрахтовим коносаментом.

Делівері-ордер- товаророзпорядчий документ, який видається перевізником або вантажоодержувачем з підтвердженням капітаном судна. Використовується у випадку продажу вантажоодержувачем товару до того, як він прийняв доставку. Товар може бути куплений різними покупцями, на кожний з них виписується делівері-ордер на відповідну частину товару.

Таймшит - документ - відомість урахування стояночного часу судна (сталійного часу), передбаченого чартером на проведення вантажних операцій. Він складається в кожному порту навантаження і вивантаження судна, підписується капітаном і представником фрахтувальника. Служить підставою для розрахунку по диспачу і демереджу. У таймшиті фіксуються усі виробничі операції і непродуктивні простой за час стоянки судна в порту. У ньому вказуються: найменування порту і судна; дата і час прибуття судна і вручення нотису про готовність до навантаження (вивантаження); дата і час фактичного початку і закінчення вантажних робіт; тривалість і причини перерв у роботі; норма вантажних робіт з чартеру.

Морська накладна - документ, що підтверджує наявність договору перевезення вантажу морським шляхом і прийняття або навантаження вантажу перевізником і по якому перевізник зобов'язується доставити вантаж вантажоодержувачеві, зазначеному в документі. Накладна не являється ні оборотним, ні товаророзпорядчим документом, вантаж видається зазначеному в ній вантажоодержувачеві. До накладної додаються необхідні товаросупроводжувальні документи.

Комерційний акт - документ, складений перевізником, або його представником, що засвідчує факт нестачі, псування або ушкодження вантажу при його видачі одержувачеві в пункті призначення. Він фіксує розмір, характер і причини несхоронності вантажу і є підставою для покладання за неї матеріальної відповідальності на перевізника.

Маніфест – список вантажів, прийнятих на судно, що складають роздільно для кожного порту призначення на основі зведень, зазначених у коносаменті. Він оформляється для митниці. По кожній партії вантажів у маніфесті наводять наступні дані: номер коносамента, маркірування і кількість вантажних місць, рід вантажу, його масу й об'єм, найменування відправника й одержувача, загальну суму нарахованого фрахту і фрахт, оплачений відправником.

Виконавчий вантажний план складається за результатами навантаження судна і містить загальний розподіл вантажу по вантажних приміщеннях і на верхній палубі.

При здачі вантажів доводиться зіштовхуватися з різноманітними порядками й умовами, що визначаються як національним законодавством у різних країнах, так і місцевими правилами і звичаями, що діють в окремих портах.

При будь-якому діючому в даному порту порядку прийому вантажів, що доставляються судном, капітан повинний заручитися тим або іншим документом, що підтверджує доставку вантажу.

Класичним способом остаточного документального підтвердження видачі судном вантажу одержувачеві є розписка останнього на оригіналі коносамента або хоча б на капітанській копії коносамента. Або видається капітанові особливий документ - Autturnreport. Ця розписка незалежно від найменування і форми повинна констатувати результати здачі вантажу судном роздільно по кожній коносаментній партії.

Правила прийому-здачі вантажу при перевезеннях між портами можуть здійснюватися також на основі проформ чартеру і коносамента, невідомих раніше капітанові, що можуть містити специфічні застереження й умови в частині організації прийому-здачі вантажу, відповідальності судна і т.п.

3.3. Розрахунок чистої вантажопідйомності судна.

Повна розрахункова водотоннажність судна Δ_p , що служить вихідною величиною при визначенні його чистої вантажопідйомності $\Delta_{\text{ч}}$ на рейс, залежить від вантажних марок у портах навантаження і вивантаження і вантажних марок і обмежень осадки на трасі переходу.

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

Перехід Singapore - Sendai Shiogama починається в зоні дії тропічної вантажної марки і закінчується в зоні дії літньої вантажної марки без обмеження по осадці.

Розрахункову водотоннажність визначимо по формулі:

$$\Delta_p = \Delta_{\text{л}} + P_{\text{т}} \leq \Delta_{\text{т}},$$

де $\Delta_{\text{л}}$ – водотоннажність по літню вантажну марку, т;

$\Delta_{\text{т}}$ – водотоннажність по тропічну вантажну марку, т;

$P_{\text{т}}$ – маса витрачених запасів до входу в зону дії літньої вантажної марки.

$$P_{\text{т}} = S_{\text{л}}(V_{\text{с}} \cdot 24) \cdot (q_{\text{т}}^{\text{х}} + q_{\text{в}}^{\text{х}} + q_{\text{м}}^{\text{х}}),$$

де $S_{\text{л}}$ – відстань до входу в зону дії літньої вантажної марки (750 миль);

$V_{\text{с}}$ – швидкість судна;

$q_{\text{т}}^{\text{х}}$, $q_{\text{в}}^{\text{х}}$, $q_{\text{м}}^{\text{х}}$ – добова норма витрати палива, води і мастила на ходу судна відповідно, т/добу.

$$P_{\text{т}} = 750/(13,0 \cdot 24) \cdot (26,5 + 5 + 0,18) = 76 \text{ т}$$

Повна водотоннажність по літню вантажну марку (з ТЕХ судна)

$$\Delta_{\text{л}} = 60074 \text{ т.}$$

$$\Delta_{\text{т}} = 61480 \text{ т.}$$

$$\Delta_p = 60074 + 76 = 60150 \text{ т}$$

$$\Delta_p \leq \Delta_{\text{т}}$$

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

$$\Delta_W = \Delta_p - \Delta_0,$$

де Δ_0 - водотоннажність судна порожнього, т.

$$\Delta_W = 60150 - 9954 = 50196 \text{ т}$$

Ходовий час визначається по формулі:

$$t_p = S/(V_s \cdot 24) + t_{зп},$$

де V_s - швидкість судна;

S - довжина траси переходу, миль;

$t_{зп}$ - час затримок судна, діб.

$$t_x = 3133,7/(13,0 \cdot 24) + 0,05 = 10,1 \text{ доби.}$$

Нормативна тривалість стояночного часу розраховується по формулі:

$$t_{ст} = \frac{\sum_{i=1}^n Q_i}{M},$$

де Q_i - маса вантажу одного найменування, т;

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

M - валова норма вантажних робіт, т/доб.

$$t_{ст} = 45007,2/(3000 \cdot 24 \cdot 0,845) = 0,74 \text{ доби}$$

Кількість вантажу, що може прийняти судно, залежить від величини запасів. Зазвичай немає необхідності враховувати стоянкові запаси, що витрачаються в порту навантаження, тому що до моменту закінчення навантаження стоянкові запаси, передбачені на час навантаження будуть витрачені. Тому загальна кількість рейсових запасів $P_{зап}$ розраховується як сума ходових запасів $P_{зап}^x$ і необхідних для порту вивантаження стоянкових запасів $P_{зап}^{ст}$:

$$P_{зап} = P_{зап}^x + P_{зап}^{ст};$$

Кількість ходових запасів становить суму:

$$P_{зап}^x = P_{п}^x + P_{в}^x + P_{м}^x,$$

де P^x_p, P^x_v, P^x_m - відповідно кількість палива, води й мастила необхідна на перехід від порту навантаження до порту вивантаження з урахуванням штормового запасу.

$$P^x_p = q^x_p \cdot (t_x + t_{шт});$$

$$P^x_v = q^x_v \cdot (t_x + t_{шт});$$

$$P^x_m = q^x_m \cdot (t_x + t_{шт});$$

де q^x_p, q^x_v, q^x_m - добова норма витрачання палива, води і мастила на ходу судна відповідно, т/добу;

$t_{шт}$ - штормовий час, діб.

Штормовий час визначається за допомогою Системи управління безпекою (СУБ) компанії і становить 2 доби.

$$P^x_p = 26,5 \cdot (10,1 + 2) = 320,7 \text{ т}$$

$$P^x_v = 5 \cdot (10,1 + 2) = 60,5 \text{ т}$$

$$P^x_{см} = 0,18 \cdot (10,1 + 2) = 2,2 \text{ т}$$

$$P^x_{зап} = 320,7 + 60,5 + 2,2 = 383,4 \text{ т}$$

Аналогічно знаходять кількість стояночних запасів:

$$P^{ст}_{зап} = P^{ст}_p + P^{ст}_v + P^{ст}_{см};$$

$$P^{ст}_p = q^{ст}_p \cdot t_{ст};$$

$$P^{ст}_v = q^{ст}_v \cdot t_{ст};$$

$$P^{ст}_{см} = q^{ст}_{см} \cdot t_{ст};$$

де $q^{ст}_p, q^{ст}_v, q^{ст}_{см}$ - добова норма витрати палива, води і мастила на стоянці судна відповідно, т/добу.

$$P^{ст}_p = 4,8 \cdot 0,74 = 3,6 \text{ т}$$

$$P^{ст}_v = 5 \cdot 0,74 = 3,7 \text{ т}$$

$$P^{ст}_{см} = 0,05 \cdot 0,74 = 0,04 \text{ т}$$

$$P^{ст}_{зап} = 3,6 + 3,7 + 0,04 = 7,34 \text{ т}$$

$$P_{зап} = 383,4 + 7,34 = 390,74 \text{ т}$$

Оскільки рейс фактичний, то кількість запасів прийнятих на судно відрізняється від розрахованого.

Запаси палива, мастила і води прийняті трохи більше чим необхідно на рейс.

На відхід на судні було: важкого палива 1075,4 т; дизельного палива 104,1 т; води 243 т; мастила 11,9 т; баласту 818 т.

Разом $P_{\text{зап}} = 2252,4$ т

За рейс буде витрачено 267,6 т важкого палива, 1,8 т мастила і 50,5 т води.

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

$$\Delta_{\text{ч}} = \Delta_{\text{W}} - (P_{\text{зап}} + P_{\text{ек}});$$

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

$$\Delta_{\text{ч}} = 50196 - (2252,4 + 290) = 47653,6 \text{ т}$$

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

Кількість вантажу в кожному танку визначається з урахуванням його розширення від підвищення температури повітря.

У даному рейсі вантаж приймається з температурою $+32,0^{\circ}\text{C}$.

Аналізуючи значення температур на переході, робимо висновок, що температура вантажу в існуючому діапазоні зміни температури не буде перевищує температуру навантаження.

Паспортна густина вантажу – $\rho^{15/4}=0,845$; виправлення густини при розширенні вантажу на 1°C становить – $\lambda=0,000699$; температура вантажу при навантаженні – $t_{\text{max}}=32^{\circ}\text{C}$.

Порядок розрахунку ρ_{min} :

$$\rho_{\text{min}} = \rho^{15/4} + 0,000699(15^{\circ}-32^{\circ}) = 0,845 + 0,000699(15^{\circ}-32^{\circ}) = 0,833$$

Припустимий об'єм всіх танків (при заповненні на 100%) становить $\lim W_{\text{T}} = 55457,1 \text{ м}^3$

Відповідно до вимог Міжнародного керівництва з безпеки для нафтових танкерів і терміналів (ISGOTT) судно має право заповнювати вантажні танки тільки на 98 %. Об'єм всіх танків (при заповненні на 98%) становить $W_{\text{T}98\%} = 54348,0 \text{ м}^3$.

Маса вантажу при заповненні танків на 98% і густині $\rho_{\max} = 0,833$ (при $t_{\text{гр}} = 32\text{ }^{\circ}\text{C}$) становить:

$$P_m = W_{m98\%} \cdot \rho_{\max} = 54348,0 \cdot 0,833 = 45271,9$$

Немає необхідності перевіряти запас порожнеч у вантажних танках, так як температура вантажу не перевищуватиме температуру навантаження.

У такий спосіб ми визначили максимальну кількість вантажу, що судно може прийняти для перевезення в даному рейсі $Q = 45271,9$ т.

Відповідно до рейсового завдання (Voyage Order) судно повинне завантажити 45007,2 т вантажу.

Таблиця 3.3 - Відомості про маси й об'єми партій вантажу

Найменування вантажу	Маса вантажу, Q_i , т	Густина вантажу, т/м ³		Об'єм який займає вантаж, V_i , м ³	
		при $t_{\text{гр}} = 15\text{ }^{\circ}\text{C}$	при $t_{\text{гр}} = 32\text{ }^{\circ}\text{C}$	при $t_{\text{гр}} = 15\text{ }^{\circ}\text{C}$	при $t_{\text{гр}} = 32\text{ }^{\circ}\text{C}$
Дизельне паливо	45007,2	0,845	0,833	53263,0	54030,3

3.4. Складання вантажного плану.

Перевізник відповідає за неправильне розміщення, кріплення й сепарацію вантажів на судні. Невірне або невдале розміщення вантажів, перевантаження окремих відсіків неминуче приводить до неприпустимих напруг на корпус судна, а в окремих випадках до ушкоджень і навіть аварії судна. Тому судно повинне бути завантажене так, щоб не з'явилося крену, були належний диферент і достатня остійність, не були порушені умови місцевої й загальної поздовжньої міцності. Це досягається відповідним розподілом вагового навантаження по вантажних приміщеннях.

Специфіка конструкції танкера така, що остійність судна, як правило, задовільна, навіть не дивлячись на наявність вільних поверхонь рідини. Але навіть під час перевезення однорідного вантажу його розподіл здійснюється

відповідно до вимог Інформації капітану про остійність і міцність судна й рекомендаціями заводської інструкції. У виді великих навантажень, які зазнає танкер на вигин, його поздовжня міцність визначається по згинальних моментах і силам, що перерізують, у певних перетинах.

Як правило, навантажений танкер не до кінця вибирає свою вантажопідйомність, тому навантаження виконують по даним об'єму рідини й вантажних приміщень. Потім з урахуванням щільності визначають масу завантаженого вантажу й порівнюють її із чистою вантажопідйомністю. Вантажні танки дозволено заповнювати тільки на 98%, 2 відсотки залишається на непередбачене температурне розширення вантажу, для забезпечення безпечного перевезення.

Особливу увагу розміщенню вантажу приділяють під час перевезення декількох сортів. У цьому випадку необхідно пам'ятати, що між двома видами вантажу повинне бути як мінімум два закритих клінкети, для запобігання змішування. Тобто якщо судно призначене для перевезення 2-х сортів вантажу й має дві незалежні вантажні лінії і дві групи незалежних танків, то не можна використовувати танки однієї групи для розміщення двох сортів вантажу. Вантажні лінії як правило взаємозамінні, і відтинаються друг від друга двома клінкетами. Крім того, у процесі планування розміщення вантажу по танках і майбутньому навантаженні, необхідно враховувати, що один трубопровід може бути послідовно використаний для навантаження різних вантажів, тільки якщо вантажі хімічно сумісні, а кількість залишків одного вантажу в трубі не вплине на якість іншого. Наприклад, після навантаження дизпалива цей же трубопровід може бути використаний для навантаження мазуту, і не може - для навантаження бензину або гасу.

Розрахунок робимо в табл. 3.4.

Таблиця 3.4 – Розподіл вагового навантаження по вантажних приміщеннях судна

Найменування вантажного приміщення	Густина вантажу	Об'єм танка 100%(м³)	Об'єм танка 98%(м³)	Маса вантажу,(т)	Об'єм вантажу (м³)
No.1 Cargo Oil Tank (P)	0,833	3405,1	3333,5	2770,8	3326,3
No.1 Cargo Oil Tank (S)	0,833	3406,0	3337,9	2775,4	3331,8
No.2 Cargo Oil Tank (P)	0,833	4571,3	4479,9	3729,7	4477,4
No.2 Cargo Oil Tank (S)	0,833	4575,4	4483,9	3730,1	4477,9
No.3 Cargo Oil Tank (P)	0,833	4683,0	4589,3	3820,5	4586,4
No.3 Cargo Oil Tank (S)	0,833	4687,2	4593,5	3820,4	4586,3
No.4 Cargo Oil Tank (P)	0,833	4678,2	4584,6	3810,0	4573,8
No.4 Cargo Oil Tank (S)	0,833	4683,9	4590,2	3810,0	4573,8
No.5 Cargo Oil Tank (P)	0,833	4680,6	4587	3811,0	4575,0
No.5 Cargo Oil Tank (S)	0,833	4686,2	4592,5	3811,5	4575,6
No.6 Cargo Oil Tank (P)	0,833	4559,4	4468,2	3712,5	4456,8
No.6 Cargo Oil Tank (S)	0,833	4562,1	4470,9	3710,3	4454,1
Slop Tank (P)	0,833	997,9	977,9	790,0	948,4
Slop Tank (P)	0,833	1143,0	1120,1	905,0	1086,4
Residue Tank P	-	141,4	138,6	0	0
Всього		55457,1	54348,0	47007,2	54030,3

3.5. Характеристика експлуатаційних умов рейсу.

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

Гідрометеорологічні умови плавання і характеристика портів заходу в частині яка відноситься до вантажних операцій представлені в главі 2.

Відстань між портами: $S = 3133,7$ милі.

Час виконання рейсу: серпень.

Порт відходу: Сінгапур ($1^{\circ}20,0' N, 103^{\circ}50,0' E$). Густина води $\rho = 1,025$ т/м³.

В порту Сінгапур діє тропічна вантажна марка.

Розташування: Острівна Республіка Сінгапур лежить біля південного узбережжя Малайзійського півострова.

Ремонт: доступні всі види морського ремонту.

Прісна вода: Доступна біля причалу через трубопроводи. Водні човни також доставляють воду на рейд.

Бункеровка: Бункери всіх видів можуть доставлятися на судна біля причалів по трубопроводам або за межами бункерними баржами.

Державні свята: Немає.

Порт приходу: Сендай (Sendai Shiogama, Японія)– (38°15,0'N, 140°59,0'E).
Густина води $\rho=1,025 \text{ т/м}^3$.

Сендай розташований на північно-східному узбережжі Хонсю в префектурі Міягі.

В порту Сендай діє літня вантажна марка.

Ремонт: Невеликий ремонт можна здійснити у Shiogama.

Прісна вода: Доступна з берега (40 т/год).

Бункеровка: Доступні різні види бункеру місцевого походження.

Державні свята: Неділя та державні свята. Новий рік 1 січня, Банківський вихідний 2-3 січня, День віку 2 січня, День національного фонду 11 лютого, День зелені 29 квітня, День пам'яті Конституції 3 травня, Свято для нації 4 травня, День захисту дітей, 5 травня, Морський день 20 липня, Повага до віку у віці 15 вересня, День здоров'я та спорту 2 пн в жовтні, День національної культури 3 листопада, День подяки за працю 23 листопада, День народження імператора 23 грудня, Банківський вихідний 31 грудня.

Час роботи: протягом 24 годин.

РОЗДІЛ 4

ОЦІНКА МОРЕХІДНИХ ЯКОСТЕЙ СУДНА

4.1. Розрахунок водотоннажності й координат центра ваги судна

Абсциси відраховуються від мідель-шпангоуту і мають знак в кормовій частині “+”, а в носовій частині “-”. Диферент на корму має знак “+”, а на ніс “-”.

Розподіл запасів на судні на відхід і прихід представлений в табл.4.1 і табл.4.2

Таблиця 4.1.-Розподіл запасів на відхід

Найменування цистерн	Місткість, т	Маса, т	Плечі, м		Моменти, тм	
			x	z	M _x	M _z
1	2	3	4	5	6	7
Моторне паливо $\rho = 0,950 \text{ т/м}^3$						
Fore Fuel Oil Tank (P)	381,7	285,0	53,65	12,09	15290	3446
Fore Fuel Oil Tank (S)	378,6	264,8	53,64	12,14	14204	3215
Aft Fuel Oil Tank (P)	449,0	290,5	58,65	12,93	17038	3756
Aft Fuel Oil Tank (S)	341,6	235,1	58,61	12,23	13779	2875
Всього моторного палива		1075,4	56,08	12,36	60311	13292
Дизельне паливо $\rho = 0,900 \text{ т/м}^3$						
Fore Diesel Oil Tank (S)	65,1	48,4	63,57	15,13	3077	732
Aft Diesel Oil Tank (S)	62,5	55,7	65,17	15,13	3630	843
Всього дизельного палива		104,1	64,43	15,13	6707	1575
Мастило $\rho = 0,900 \text{ т/м}^3$						
Lub.Oil Sump.T. (C)	13,7	11,9	69,50	15,02	827	179
Всього мастила		11,9	69,50	15,02	827	179
Вода $\rho = 1,000 \text{ т/м}^3$						
Fresh Water Tank (P)	222,4	120,0	84,77	16,87	10172	2024
Fresh Water Tank (S)	66,0	35,0	89,25	16,90	3124	592

Продовження табл.4.1

1	2	3	4	5	6	7
Drinking F.W.T	156,4	88,0	82,88	16,86	7293	1484
Всього води		243	84,73	16,87	20589	4100
Баласт $\rho = 1,025 \text{ т/м}^3$						
Aft Peak Tank	818,0	818,0	84,77	12,53	69342	10250
Всього баласту		818	84,77	12,53	69342	10250
ВСЬОГО ЗАПАСІВ		2252,4	70,05	13,05	157776	29396

Таблиця 4.2 - Розподіл запасів на прихід

Найменування цистерн	Місткі- сть, т	Маса, т	Плечі, м		Моменти, тм	
			x	z	M _x	M _z
Моторне паливо ρ = 0,950 т/м³						
Fore Fuel Oil Tank (P)	381,7	147,4	53,65	12,09	7908	1782
Fore Fuel Oil Tank (S)	378,6	134,8	53,64	12,14	7231	1636
Aft Fuel Oil Tank (P)	449,0	290,5	58,65	12,93	17038	3756
Aft Fuel Oil Tank (S)	341,6	235,1	58,61	12,23	13779	2875
Всього моторного палива		807,8	56,89	12,44	45956	10049
Дизельне паливо ρ = 0,90 т/м³						
Fore Diesel Oil Tank (S)	65,1	48,4	63,57	15,13	3077	732
Aft Diesel Oil Tank (S)	62,5	55,7	65,17	15,13	3630	843
Всього дизельного палива		104,1	64,43	15,13	6707	1575
Мастило ρ = 0,90 т/м³						
Lub.Oil Sump.T. (C)	13,7	10,1	69,50	15,02	702	152
Всього мастила		10,1	69,50	15,02	702	152
Вода ρ = 1,00 т/м³						
Fresh Water Tank (P)	222,4	77,5	84,77	16,87	6570	1307
Fresh Water Tank (S)	66,0	35,0	89,25	16,90	3124	592
Drinking F.W.T	156,4	80,0	82,88	16,86	6630	1349
Всього води		192,5	84,8	16,87	16324	3248
Баласт ρ = 1,025 т/м³						
Aft Peak Tank	818,0	818,0	84,77	12,53	69342	10250
Всього		818	84,77	12,53	69342	10250
ВСЬОГО ЗАПАСІВ		1932,5	71,94	13,08	139031	25274

Розподіл вантажів представлений у табл.4.3.

Таблиця 4.3 – Розподіл вантажів

Найменування приміщень і вантажу	m, т	V, м ³	Плечі, м		Моменти, тм	
			x	z	M _x	M _z
No.1 Cargo Oil Tank (P)	2770,8	3326,3	-64,29	10,72	-178135	29703
No.1 Cargo Oil Tank (S)	2775,4	3331,8	-64,29	10,72	-178430	29752
No.2 Cargo Oil Tank (P)	3729,7	4477,4	-45,05	10,43	-168023	38901
No.2 Cargo Oil Tank (S)	3730,1	4477,9	-45,05	10,43	-168041	38905
No.3 Cargo Oil Tank (P)	3820,5	4586,4	-24,95	10,41	-95321	39771
No.3 Cargo Oil Tank (S)	3820,4	4586,3	-24,95	10,41	-95319	39770
No.4 Cargo Oil Tank (P)	3810,0	4573,8	-4,70	10,41	-17907	39662
No.4 Cargo Oil Tank (S)	3810,0	4573,8	-4,70	10,39	-17907	39586
No.5 Cargo Oil Tank (P)	3811,0	4575,0	15,55	10,41	59261	39673
No.5 Cargo Oil Tank (S)	3811,5	4575,6	15,55	10,4	59269	39640
No.6 Cargo Oil Tank (P)	3712,5	4456,8	35,64	10,57	132314	39241
No.6 Cargo Oil Tank (S)	3710,3	4454,1	35,64	10,57	132235	39218
Slop Tank (P)	790,0	948,4	48,71	10,43	38481	8240
Slop Tank (S)	905,0	1086,4	48,71	10,96	44083	9919
ВСЬОГО ВАНТАЖУ:	45007,2	54030,3	-10,07	10,49	-453440	471981

На основі виконаних розподілів вантажу, баласту і запасів складемо таблицю зведених даних і розрахунку водотоннажності з координатами центра ваги судна на відхід і на прихід.

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 порожнє	9954	10,88	10,82	108300	107702
Постачання, екіпаж, провізія	290	56,56	11,24	16402	3260
Суднові запаси, баласт	2252,4	70,05	13,05	157776	29396
Вантаж	45007,2	-10,07	10,49	-453440	471981
ВСЬОГО ВОДОТОННАЖНІСТЬ	57503,6	-2,97	10,65	-170962	612339

Таблиця 4.5 – Зведені дані і розрахунок водотоннажності на прихід

Найменування статей навантаження	На прихід				
	Маса, т	Плечі, м		Моменти, тм	
		х	z	M_x	M_z
Судно порожнє	9954	10,88	10,82	108300	107702
Постачання, екіпаж, провізія	290	56,56	11,24	16402	3260
Суднові запаси, баласт	1932,5	71,94	13,08	139031	25274
Вантаж	45007,2	-10,07	10,49	-453440	471981
ВСЬОГО ВОДОТОННАЖНІСТЬ	57183,7	-3,32	10,64	-189707	608217

Схематично вантажний план представлений на рис.4.1.

4.2. Розрахунки посадки і початкової остійності

Розрахунок посадки судна на відхід на прихід виконується з використанням вантажної шкали і гідростатичних кривих.

Таблиця 4.6 – Розрахунки посадки судна на відхід і на прихід

Найменування величин	Позначення і формули	Значення величин	
		відхід	прихід
Водотоннажність масова, т	D	57503,6	57183,7
Абсциса центра ваги судна, м	x_g	-2,97	-3,32
Водотоннажність об'ємна, м ³	$V = D / \rho$	56101	55789
Густина забортної води, т/м ³	ρ	1,025	1,025
Осадка судна, м	T	12,42	12,36
Момент диферентуючий на 1 см, тм/см	M_{cm}	623,97	622,71
Абсциса центра величини судна, м	x_c	-3,38	-3,42
Абсциса Ц.В. площі ватерлінії, м	x_f	3,45	3,39
Апліката поперечного метacentра, м	z_m	13,35	13,35
Коефіцієнт загальної повноти	δ	0,8003	0,7998
Диферент судна, м	$d = D(x_g - x_c) / (100M_{cm})$	0,38	0,09
Осадка судна носом, м	$T_H = T - (L/2 + x_f) d/L$	12,22	12,31
Осадка судна кормою, м	$T_K = T_H + d$	12,60	12,40

AFT. PEAK	MACHINERY SPACE	PUMPROOM		WBT 6P	WBT 5P	WBT 4P	WBT 3P	WBT 2P	WBT 1P
			SLP 790.0t	6P 3712.5 t	5P 3811.0 t	4P 3810.0 t	3P 3820.5 t	2P 3729.7 t	1P 2770.8 t
			Res						
			SLS 905.0t	6S 3710.3 t	5S 3811.5 t	4S 3810.0 t	3S 3810.4 t	2S 3730.1 t	1S 2775.4 t
				WBT 6S	WBT 5S	WBT 4S	WBT 3S	WBT 2S	WBT 1S

 $T_K = 12,60 \text{ м}$
 $T_H = 12,22 \text{ м}$

Рисунок 4.1 – Вантажный план судна

Для виконання розрахунків та контролю остійності судна необхідно визначити поправки на вплив вільної поверхні рідких вантажів (запасів) до метацентричної 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. Поправочні моменти Δm_h вибираються з таблиці даних по суднових цистернах, що приводиться в Інформації.

Таблиця 4.7 – Виправлення на вплив вільної поверхні рідких вантажів

Найменування цистерн	Δm_h , тм
Fore Fuel Oil Tank (P)	228
Fore Fuel Oil Tank (S)	228
Aft Fuel Oil Tank (P)	185
Aft Fuel Oil Tank (S)	119
Fore Diesel Oil Tank (S)	37
Aft Diesel Oil Tank (S)	33
Fresh Water Tank (P)	138
Drinking F.W.T	106
No.1 Cargo Oil Tank (P)	1144
No.1 Cargo Oil Tank (S)	1144
No.2 Cargo Oil Tank (P)	3610
No.2 Cargo Oil Tank (S)	3610
No.3 Cargo Oil Tank (P)	3861
No.3 Cargo Oil Tank (S)	3861
No.4 Cargo Oil Tank (P)	3861
No.4 Cargo Oil Tank (S)	3861
No.5 Cargo Oil Tank (P)	3861
No.5 Cargo Oil Tank (S)	3861
No.6 Cargo Oil Tank (P)	3845
No.6 Cargo Oil Tank (S)	3845
Slop Tank (P)	464
Slop Tank (S)	1048
Сума: $\Sigma \Delta m_h$	42950

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	57503,6	57183,7
Невиправлена апліката центра ваги судна, м	z_{g0}	10,65	10,64
Апліката поперечного метацентра, м	z_m	13,35	13,35
Невиправлена метацентрична висота, м	$h_0 = z_m - z_{g0}$	2,70	2,71
Виправлення на вільні поверхні, м	$\Delta h = \Sigma \Delta m_h / D$	0,75	0,75
Виправлена апліката центра ваги судна, м	$z_g = z_{g0} + \Delta h$	11,40	11,39
Виправлена метацентрична висота, м	$h = h_0 - \Delta h$	1,95	1,96

4.3. Контроль остійності за матеріалами Інформації

Перевірку остійності за матеріалами Інформації виконаємо по критичній аплікаті центра ваги судна

Таблиця 4.9 – Перевірка остійності по критичній аплікаті центра ваги судна

Найменування величин	Позначення і формули	Значення величин	
		відхід	прихід
Водотоннажність масова, т	D	57503,6	57183,7
Виправлена апліката Ц.В. судна, м	z_g	11,40	11,39
Максимальна гранична апліката Ц.В., м	$z_g^{\max}$	13,20	13,20

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 таблиці також представлений розрахунок площ під діаграмою статичної остійності до 30° , до 40° і від 30° до 40° з використанням коефіцієнтів Сімпсона.

Таблиця 4.10 – Розрахунок плечей статичної остійності на відхід

Водотоннажність D, т							57503,6	
Апліката центра ваги судна z _{g0} , м							10,65	
Апліката умовного центра мас z _m , м (полюс – точка «O»)							0,00	
Виправлена апліката центра ваги судна, z _g = z _{g0} + Δh, м							11,40	
Δθ = 0,1745 ≈ 10°/57,3								
Кут крену θ°	Плеche форми, l _φ , м	sin θ°	z _g ·sin θ°	Плеche статичної остійності l = l _φ - z _g ·sin θ°, м	Множ-ник	Добу-ток	Множ-ник	Добуток
0	0,00	0,000	0,000	0,000	1	0,000	1	0,000
10	2,341	0,174	1,984	0,357	4	1,428	3	1,071
20	4,714	0,342	3,899	0,815	2	1,630	3	2,445
30	6,864	0,500	5,700	1,164	4	4,656	1	1,164
40	8,544	0,643	7,330	1,214	1	1,214	Σ ₃₀	4,680
50	9,712	0,766	8,732	0,980	Σ ₄₀	8,928	a ₀₋₃₀ = 3×0,1745×4,680/8 = 0,306	
60	10,359	0,866	9,872	0,487	a ₀₋₄₀ = 0,1745×8,928/3 = 0,519			
75	10,536	0,966	11,012	-0,476	a ₃₀₋₄₀ = 0,519-0,306 = 0,213			

Таблиця 4.11 – Розрахунок плечей статичної остійності на прихід

Водотоннажність D, т	57183,7
----------------------	---------

Апліката центра ваги судна z_{g0} , м							10,64	
Апліката умовного центра мас z_m , м (полюс – точка «O»)							0,00	
Виправлена апліката центра ваги судна, $z_g = z_{g0} + \Delta h$, м							11,39	
$\Delta\theta = 0,1745 \approx 10^\circ/57,3$								
Кут крену θ°	Плече форми, l_ϕ , м	$\sin \theta^\circ$	$z_g \cdot \sin \theta^\circ$	Плече 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	2,341	0,174	1,982	0,359	4	1,436	3	1,077
20	4,714	0,342	3,895	0,819	2	1,638	3	2,457
30	6,877	0,500	5,695	1,182	4	4,728	1	1,182
40	8,565	0,643	7,324	1,241	1	1,241	$\sum_{30}$	4,716
50	9,732	0,766	8,725	1,007	$\sum_{40}$	9,043	$a_{0-30} = 3 \times 0,1745 \times 4,716 / 8 = 0,309$	
60	10,376	0,866	9,864	0,512	$a_{0-40} = 0,1745 \times 9,043 / 3 = 0,526$			
75	10,545	0,966	11,003	-0,458	$a_{30-40} = 0,526 - 0,309 = 0,217$			

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

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.

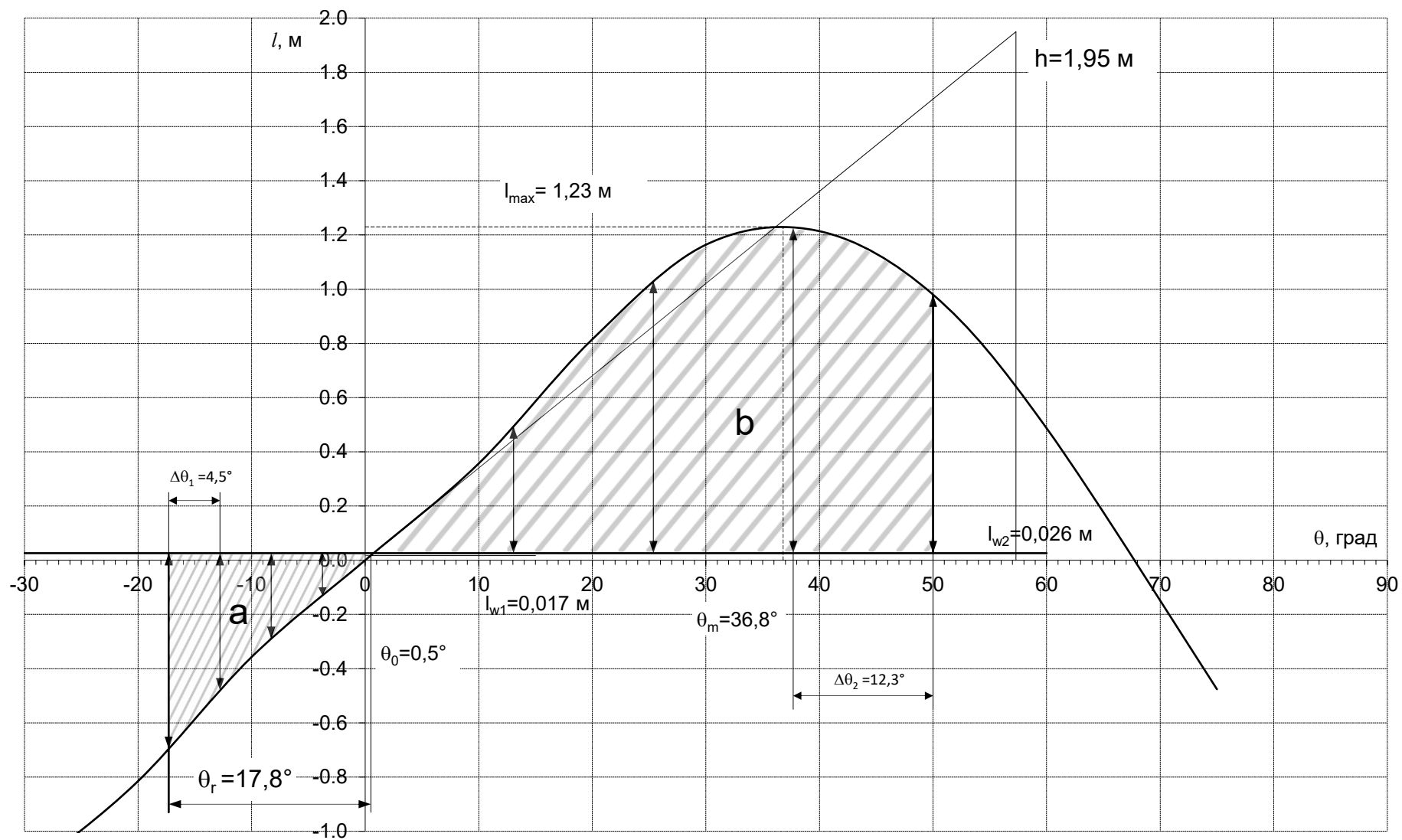


Рисунок 4.2 - Діаграма статичної остійності на відхід і визначення критерію погоди

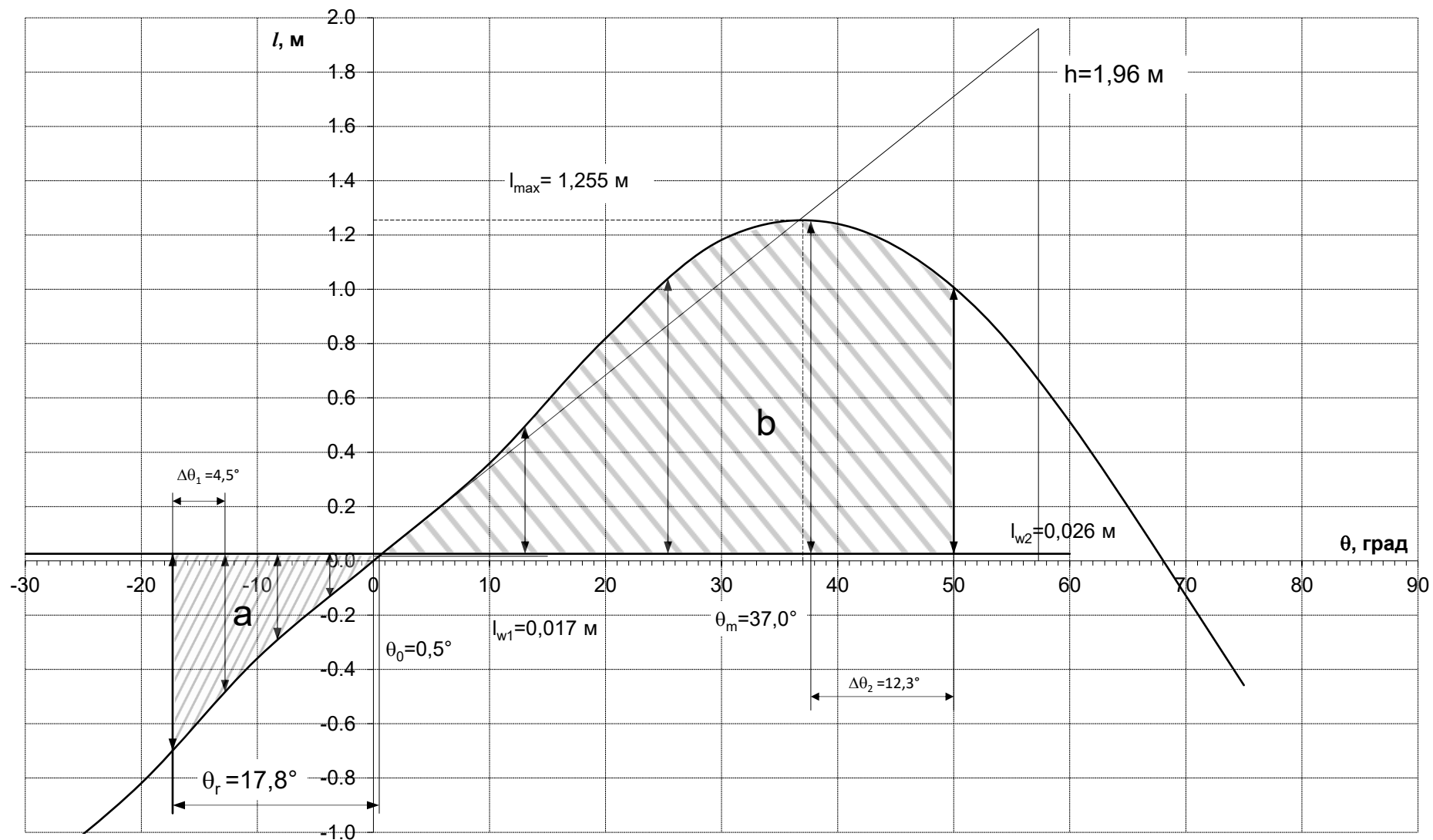


Рисунок 4.3 - Діаграма статичної остійності на прихід і визначення критерію погоди

Таблиця 4.12 - Розрахунок нормованих параметрів остійності

Найменування величин	Позначення і формули	Значення величин	
		відхід	прихід
Водотоннажність масова, т	D	57503,6	57183,7
Осадка судна, м	T	12,42	12,36
Виправлена метацентрична висота, м	h	1,95	1,96
Площа парусності, м ²	A _v	1562	1573
Апліката центра парусності (ЦП), м	z	5,68	5,70
Плече парусності при постійному вітрі, м	$z_v = z + T/2$	11,89	11,88
Плече кренувального моменту від тиску вітру, м	$l_{w1}=0,504 A_v z_v / (gD)$	0,017	0,017
Кренувальне плече від пориву вітру, м	$l_{w2} = 1,5 l_{w1}$	0,026	0,026
Відносна площа скулових кілей, %	$100 A_K / (L B)$	-	
Коефіцієнт	k	1	
Відносна ширина	B/T	2,59	2,61
Безрозмірний множник	X ₁	0,962	0,959
Коефіцієнт загальної повноти	δ	0,800	0,800
Безрозмірний множник	X ₂	1,000	1,000
Інерційний коефіцієнт	$c=0,373+0,023B/T-0,043L/100$	0,359	0,359
Період хитавиці, с	$T_\theta = 2 c B / \sqrt{h}$	16,6	16,5
Коефіцієнт	S	0,0422	0,0425
Коефіцієнт	$r = 0,73 + 0,6 (z_g - T) / T$	0,681	0,683
Амплітуда хитавиці, °	$\theta_r = 109 k X_1 X_2 \sqrt{r S}$	17,8	17,8
Кут заливання, °	θ _r	>50	>50
Кут входу палуби у воду, °	$\theta_d = \arctg(2(H - T) / B)$	19,4	19,6
Кут крену від постійного вітру, °	θ ₀	0,5	0,5
Кут крену при хитавиці назустріч вітру, °	$\theta_1 = \theta_r - \theta_0$	17,3	17,3
Границя площ. “b” діаграми праворуч, °	θ _b	50	50
Площа “a” діаграми, м-рад	a	0,105	0,106
Площа “b” діаграми, м-рад	b	0,691	0,702
Критерій погоди	$K = b / a$	6,58	6,62

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.

Таблиця 4.13 – Визначення площ “ a ” і “ b ” на відхід за правилом Сімпсона

$\Delta\theta_1 = (\theta_1 + 1,5\theta_0)/4 = (17,3 + 1,5 \cdot 0,5)/4 = 4,53^\circ$			$\Delta\theta_1^{\text{рад}} = 4,53^\circ/57,3 = 0,0790$ рад		
$\Delta\theta_2 = (\theta_b - 1,5\theta_0)/4 = (50 - 1,5 \cdot 0,5)/4 = 12,33^\circ$			$\Delta\theta_2^{\text{рад}} = 12,33^\circ/57,3 = 0,2151$ рад		
a_i	k_i	$a_i \cdot k_i$	b_i	k_i	$b_i \cdot k_i$
$a_1 = 0,722$	1	0,722	$b_1 = 0$	1	0
$a_2 = 0,506$	4	2,024	$b_2 = 0,468$	4	1,872
$a_3 = 0,316$	2	0,632	$b_3 = 1,004$	2	2,008
$a_4 = 0,156$	4	0,624	$b_4 = 1,200$	4	4,800
$a_5 = 0$	1	0	$b_5 = 0,954$	1	0,954
		$\Sigma_a = 4,002$			$\Sigma_b = 9,634$
$a = \frac{1}{3} \Sigma_a \cdot \Delta\theta_1^{\text{рад}} = \frac{1}{3} 4,002 \times 0,0790 = 0,105$			$b = \frac{1}{3} \Sigma_b \cdot \Delta\theta_2^{\text{рад}} = \frac{1}{3} 9,634 \times 0,2151 = 0,691$		

Таблиця 4.14 – Визначення площ “ a ” і “ b ” на прихід за правилом Сімпсона

$\Delta\theta_1 = (\theta_1 + 1,5\theta_0)/4 = (17,3 + 1,5 \cdot 0,5)/4 = 4,53^\circ$			$\Delta\theta_1^{\text{рад}} = 4,53^\circ/57,3 = 0,0790$ рад		
$\Delta\theta_2 = (\theta_b - 1,5\theta_0)/4 = (50 - 1,5 \cdot 0,5)/4 = 12,33^\circ$			$\Delta\theta_2^{\text{рад}} = 12,33^\circ/57,3 = 0,2151$ рад		
a_i	k_i	$a_i \cdot k_i$	b_i	k_i	$b_i \cdot k_i$
$a_1 = 0,726$	1	0,726	$b_1 = 0$	1	0
$a_2 = 0,510$	4	2,040	$b_2 = 0,470$	4	1,880
$a_3 = 0,318$	2	0,636	$b_3 = 1,014$	2	2,028
$a_4 = 0,156$	4	0,624	$b_4 = 1,226$	4	4,904
$a_5 = 0$	1	0	$b_5 = 0,981$	1	0,981
		$\Sigma_a = 4,026$			$\Sigma_b = 9,793$
$a = \frac{1}{3} \Sigma_a \cdot \Delta\theta_1^{\text{рад}} = \frac{1}{3} 4,026 \times 0,0790 = 0,106$			$b = \frac{1}{3} \Sigma_b \cdot \Delta\theta_2^{\text{рад}} = \frac{1}{3} 9,793 \times 0,2151 = 0,702$		

4.6. Перевірка виконання рекомендованих ІМО критеріїв остійності

Виконаємо перевірку остійності за вимогами ІМО порівнюючи розраховані значення с нормативними.

Таблиця 4.15 – Перевірка виконання рекомендацій ІМО

Найменування величин	Позна-чення	Значення величин			Викон. (YES/NO)
		норма-тивні	відхід	прихід	
Загальні критерії:					
Площа під ДСО до кута крену 30 ⁰ , м·рад	A ₃₀	≥ 0,055	0,306	0,309	YES
Площа під ДСО до кута крену 40 ⁰ , м·рад	A ₄₀	≥ 0,09	0,519	0,526	YES
Площа під ДСО між 30 ° і 40 °, м рад	A ₃₀₋₄₀	≥ 0,03	0,213	0,217	YES
Плече ДСО при куті крену 30° або більше, м	l ₃₀	≥ 0,20	1,164	1,182	YES
Кут крену, що відповідає максимуму ДСО, °	θ _m	≥ 25	36,8	37,0	YES
Виправлена метацентрична висота, м	h	> 0,15	1,95	1,96	YES
Критерій погоди	K	≥ 1	6,58	6,62	YES
Кут крену від постійного вітру, °	θ ₀	≤ 15,5	0,5	0,5	YES

На відхід і на прихід остійність судна задовольняє усім вимогам ІМО.

4.7. Перевірка загальної подовжньої міцності корпусу

Загальна міцність контролюється по силах, що перерізують, 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 схвалену класифікаційним товариством програму.

Результати розрахунку по судовій програмі сили, що перерізує, 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
46	35,92	-1169	24,9	-4691	-5430	10,9	-49706
48	41,58	-1118	23,8	-4691	-11886	20,6	-57626
53	61,83	-596	12,7	-4691	-28954	39,7	-72907
58	82,08	-232	5,0	-4691	-37052	50,8	-72907
63	102,33	110	2,8	3977	-38485	52,8	-72907
68	122,58	451	11,4	3977	-32765	45,0	-72907
73	142,83	732	18,4	3977	-20488	45,9	-44675
78	163,08	861	21,7	3977	-3214	19,4	-16553

Максимальна перерізуюча сила -1169 т на 46 шпангоуті.

Максимальний згинальний момент -38485 тм на 63 шпангоуті.

На рис.4.4. представлена епюра міцності на відхід.

За результатами розрахунків можна зробити висновок, що протягом усього рейсу загальна подовжня міцність забезпечена.

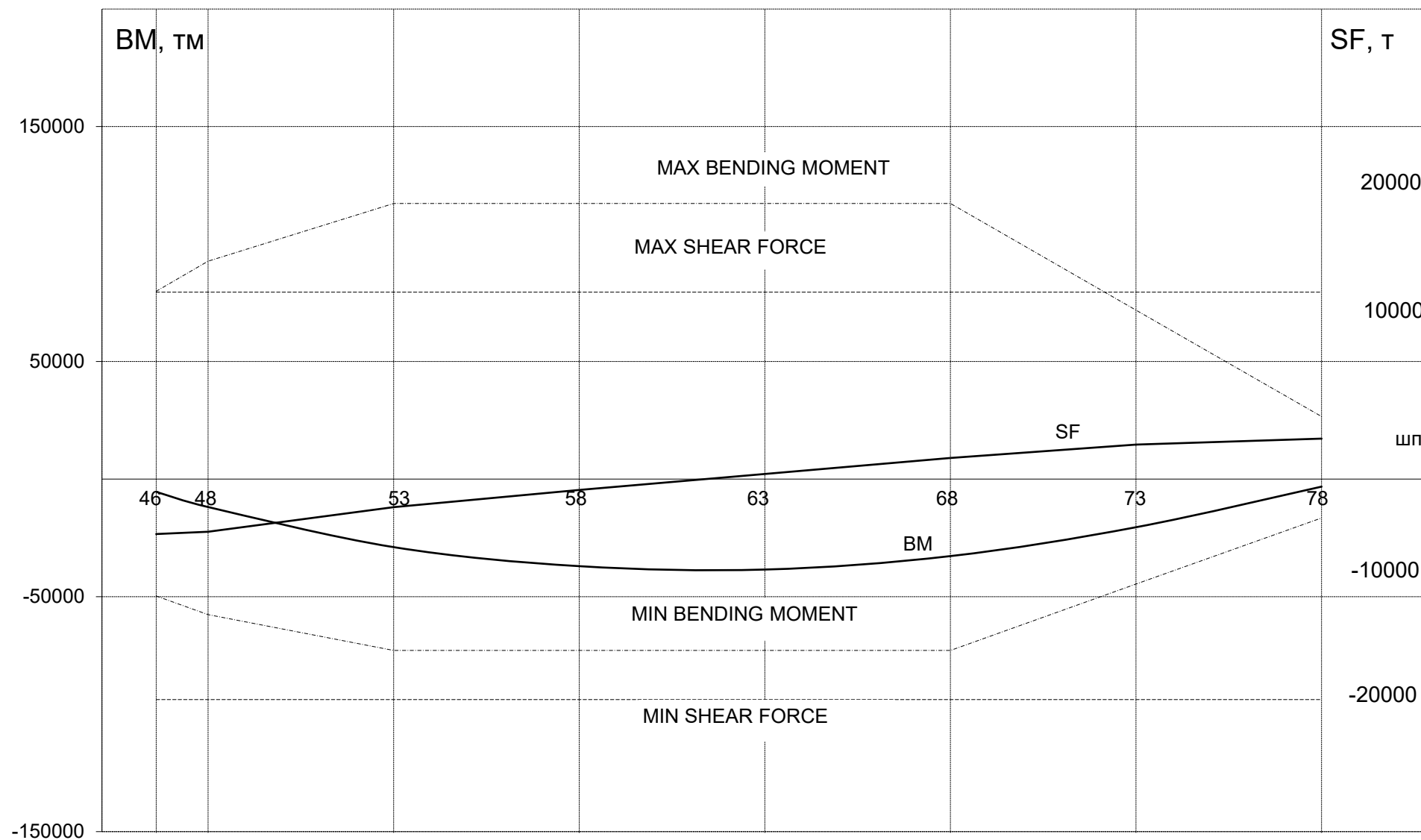


Рисунок 4.4. Контроль міцності на відхід

РОЗДІЛ 5

ОСОБЛИВОСТІ ВИМІРЮВАНЬ І РОЗРАХУНКІВ КІЛЬКОСТІ ВАНТАЖУ НА НАФТОВИХ ТАНКЕРАХ

5.1. Класифікація та властивості нафтоналивних вантажів

Згідно з положеннями Міжнародної конвенції МАРПОЛ-73/78, термін **«нафта»** інтерпретується у найширшому сенсі і охоплює нафту в будь-якому вигляді, включаючи сиру нафту, рідке паливо, нафтовмісні залишки, нафтові осади, а також очищені нафтопродукти (за винятком нафтохімічних речовин, що підпадають під категорію хімічних наливних вантажів).

Нафта становить суттєву загрозу як для людського життя, так і для навколишнього середовища. Потенційна небезпека для людини зумовлена високим ризиком виникнення пожежі та вибуху, а також токсичністю вантажу, особливо за наявності у його складі сірководню або бензолу. Крім того, нафта є одним із основних джерел забруднення морського середовища. Залежно від ступеня екологічної небезпеки та фізико-хімічних властивостей, нафту класифікують на два основні типи:

- **«Темна нафта» (стійкі нафтопродукти):** до цієї категорії належать сира нафта, бітумні та асфальтові розчини, різні види мастил, важке нафтове паливо (мазути, моторне паливо, важке дизельне паливо) тощо. Ці речовини повільно розкладаються у природному середовищі.
- **«Світла нафта» (нестійкі, очищені продукти):** ця група включає дизельне паливо, гас, реактивне паливо, бензини та інші легкі фракції нафтопереробки, що мають високу леткість.

Таким чином, нафта є не лише стратегічно важливим енергетичним ресурсом, а й фактором підвищеного ризику для екологічної безпеки та здоров'я людини.

Характеристика основних видів вантажів

Сира нафта — це горюча масляниста рідина зі специфічним запахом, що розповсюджена в осадовій оболонці Землі. Класифікація сирої нафти здійснюється за вмістом сірки та густиною.

За вмістом сірки нафти поділяються на:

- малосірчисті (до 0,5%);
- сірчисті (0,5–2,0%);
- високосірчисті (понад 2,0%).

За густиною нафти розподіляються на три групи:

1. **Легкі нафти** ($\rho < 0,870 \text{ г/см}^3$) — становлять близько 60% світового видобутку;
2. **Середні нафти** ($\rho = 0,871\text{--}0,910 \text{ г/см}^3$) — до 31%;
3. **Важкі нафти** ($\rho > 0,910 \text{ г/см}^3$) — близько 10%.

З огляду на те, що сира нафта є небезпечним вантажем, її транспортування морським шляхом обов'язково здійснюється із застосуванням системи інертних газів (IGS) для запобігання вибухам у вантажних танках.

Мазут — це густа рідина темно-коричневого кольору, що є залишком первинної перегонки нафти після відбору бензинових, гасових та дизельних фракцій. Мазут використовується як котельне паливо, а також як сировина для виробництва моторних палив і бітумів.

За вмістом сірки мазути класифікують аналогічно до нафти: малосірчисті (до 0,5%), сірчисті (до 2,0%) та високосірчисті (до 3,5%).

За призначенням мазут поділяють на топковий та флотський. Флотський мазут характеризується вищою теплотворною здатністю та меншою в'язкістю порівняно з топковим.

Важливою експлуатаційною особливістю мазуту є його здатність утворювати стійкі емульсії при контакті з водою. Через високу в'язкість мазуту операції зі зливу та наливу потребують підігріву, тому для його перевезення

використовують танкери, обладнані ефективними системами підігріву вантажу.

Фізико-хімічні параметри мазуту: густина $\rho = 0,925\text{--}0,949\text{ г/см}^3$; температура спалаху — понад 90°C . Мазут не схильний до накопичення статичної електрики. Однак, навіть при зберіганні за температур, значно нижчих від температури спалаху, можливе випаровування легких фракцій з утворенням вибухонебезпечних газоповітряних сумішей. Тому під час вантажних операцій з мазутом також рекомендується використовувати інертизацію танків.

Моторне паливо — це паливо, призначене для використання у низькообертових судових дизельних установках. Воно поділяється на 4 сорти: солярне мастило та більш важкі види (ДТ-1, ДП-2, ДП-3), які розрізняються за в'язкістю, температурою спалаху та температурою застигання.

Густина моторного палива становить близько $\rho = 0,9168\text{ г/см}^3$; воно не акумулює статичну електрику. Негативною властивістю моторного палива є підвищена коксівність, що сприяє утворенню нагару в двигунах. За зовнішнім виглядом моторне паливо нагадує флотський мазут, проте має меншу в'язкість.

Для організації транспортного процесу перевезення наливних вантажів необхідно знати і враховувати транспортні характеристики вантажів і їх фізико-хімічні властивості. До числа таких характеристик відносяться наступні:

Щільність - відношення маси речовини до одиниці об'єму. За одиницю щільності приймають кількість кілограмів речовини в одному кубічному метрі (кг/м^3). Щільність рідини залежить прямо пропорційно від температури. Чим вище температура рідини, тим менше її щільність, т. К. При нагріванні речовини збільшують свій обсяг. Тому при визначенні щільності наливного вантажу за допомогою ареометра необхідно завжди вказувати температуру, при якій відбувалося вимір щільності. Щільність рідини позначають - ρ .

Питомою вагою γ - називають вага одиниці об'єму рідини. Отже, між вагою G даної маси рідини і займаним нею обсягом V існує співвідношення:

$$\gamma = G / V \quad (5.1)$$

Для прісної води $\gamma = 9,81 \text{ кН / м}^3$. Між питомою вагою і щільністю рідини існує співвідношення:

$$\gamma = \rho * g \quad (5.2)$$

де g -прискорення вільного падіння.

У практиці перевезень наливних вантажів для визначення їх кількості Q користуються відносною щільністю.

Відносна густина - це відношення маси рідини в одиниці об'єму при певній температурі до маси прісної води в тому ж обсязі при певній температурі.

У вантажних документах на наливний вантаж вказується паспортна щільність.

Паспортна щільність - це відношення маси одного кубометра рідини при температурі 20°C до стандартної щільності.

В'язкість - важлива властивість вантажів, що впливає на способи його транспортування, швидкості вантажообробки, величину залишків вантажу в танках (мертві залишки). В'язкість зменшується зі збільшенням температури вантажу (при підігріві) і навпаки. Однак пропорційній залежності між в'язкістю і температурою не існує. В'язкість розділяється на динамічну і кінетичну:

- динамічна (абсолютна) в'язкість характеризує силу опору відносному руху двох шарів рідини.
- кінетична в'язкість - це відношення динамічної в'язкості до щільності рідини.

Умовна в'язкості (ВУ) - відносини закінчення певної кількості рідини (200 мл) при заданій її температурі через калібрований добуток діаметром 2,8 мм до часу закінчення такої ж кількості дистильованої води при температурі 20 ° С (нев'язкі, малов'язкі, середньої в'язкості, високов'язкі).

Температура плавлення і застигання - температура переходу твердого кристалічного тіла в рідкий стан. Температура плавлення при нормальному атмосферному тиску (760 мм.рт.ст.) називається точкою плавлення. Температура застигання характеризує рухливість наливного вантажу і дозволяє оцінювати мінімально необхідну температуру, при якій можлива перекачування. Температура застигання (кристалізація або затвердіння) рідини збігається з температурою плавлення і залежить від хімічної природи речовини.

Термін «температура застигання» щодо нафтопродуктів носить умовний характер, при цьому умовно приймається та температура, при якій речовина не змінює свого рівня протягом 1 хвилини при нахилі судини на 45 градусів, в якому воно знаходиться.

Температура застигання має важливе практичне значення при виборі типу танкера, здатного здійснити мінімально необхідний підігрів вантажу для його перекачування (вивантаження).

Теплоємність - кількість тепла, яке необхідно підвести до тіла, щоб підвищити його температуру на 1°C. Величину теплоємності і питомої теплоємності використовують для розрахунку кількості тепла, необхідного для підігріву вантажу до певної температури, при якій можлива його перекачування. До таких вантажів належать в'язкі і високов'язкі рідкі речовини, що мають температуру застигання при плюсовій температурі повітря.

Випаровуваність - Сира нафта, нафтопродукти та їх хімічні сполуки являють собою суміші різних вуглеводнів, що мають різні температури кипіння від -162°C до +400°C і вище. Нафтопродукти, в складі яких переважають вуглеводні з низькою температурою кипіння (легкі фракції), називаються «летючими». Нафтопродукти з переважанням «важких фракцій»

називаються «нелетучими». «Легкі фракції» при звичайних природних умовах схильні до випаровування. Що призводить до втрати кількості і якості вантажу.

Токсичність - здатність деяких хімічних сполук і речовин надавати шкідливу дію на організм людини, тварин і рослин. Багато наливні вантажі, особливо суміш їх парів з повітрям надають отруйну дію на людину. Ступінь токсичності залежить від концентрації речовини в повітрі (мг / м³) і часу перебування людини в загазованому середовищі.

Міжнародне керівництво з безпеки для нафтових танкерів і терміналів (ISGOTT) рекомендує використовувати в якості показника токсичності речовини, середньозважене тимчасове значення (СВЗ) - гранично допустима концентрація (ГДК). У ISGOTT запропоновані норми ГДК - СВЗ, виражені в ppm- мільйонних частках об'єму газу в повітрі (млн.) Або утримання обсягу газу в суміші з повітрям, виражені в процентах.

Норми ГДК / СВЗ встановлені для наступних нафтопродуктів і їх компонентів: рідкі нафтопродукти, нафтові гази, бензол та інші ароматичні вуглеводні, сірководень, бензини, інертний газ (оксид азоту, діоксид сірки, оксид вуглецю), недолік кисню. Крім ступеня токсичності наведені види впливу і симптоми отруєння.

Корозійність - залежить від наявності в них кислот, лугів, сірчистих сполук і інших хімічно активних сполук. Інтенсивність корозії збільшується з ростом вологості газового простору (підпалубних простір). Корозія впливає на якість вантажу (шкідливі домішки) і на інтенсивність зносу корпусу судна.

Вміст води і механічних домішок. Обводненість наливних вантажів регламентується стандартами і технічними умовами. Їх наявність негативно впливає на якість вантажу, ускладнює грузообробку та зменшує кількість вантажу. Багато хто взагалі не допускають наявності води. Темні нафтоналивні вантажі, при наявності води утворюють емульсії підвищеної в'язкості, які ускладнюють зачистку і мийку вантажних танків. Освіта нафтових емульсій залежить від змісту у вантажі смол, асфальтенів і високовуглецевих з'єднань, а також від наявності механічних домішок:

піску, глини та ін. Для деяких нафтопродуктів, зокрема мазуту, освіту емульсин в 10 - 20 разів підвищує в'язкість.

Температура спалаху - найнижча температура, при якій суміш парів рідини з повітрям спалахує при піднесенні до неї полум'я.

У природних умовах достатню кількість парів, яке необхідно для спалаху, можуть виділити вуглеводневі рідкі речовини з низькою температурою кипіння, т. е. «летючі» рідини.

5.2. Заміри і підрахунок вантажу

Розбіжності між судновими та береговими даними про кількість вантажу часто виникають через помилки у вимірюваннях на борту судна. Зазвичай такі помилки не впливають на «коносаментну цифру», яка визначається на основі берегових замірів, проте вони можуть стати причиною суперечок у разі виявлення нестачі вантажу в порту вивантаження.

У випадках, коли «коносаментна цифра» ґрунтується на суднових вимірюваннях, будь-які похибки у вимірюваннях на борту судна можуть призвести до конфліктів щодо кількості вантажу в порту вивантаження. У таких ситуаціях використання коефіцієнта VEF дозволяє швидко виявити грубі помилки або неточності в розрахунках.

Навіть присутність на борту досвідчених берегових сюрвейєрів не виключає ймовірність помилок. Наприклад, при вимірюванні рівня вантажу за допомогою переносної рулетки, навіть неправильне положення очей сюрвейєра щодо шкали рулетки може стати причиною неточності. У таких випадках вантажному помічникові рекомендується перевіряти та узгоджувати отримані дані із сюрвейєром.

Досвідчений вантажний помічник, виходячи з CCR (cargo control room) для виконання ручних замірів, зазвичай має попереднє уявлення про очікуваний рівень вантажу в кожному танку, що допомагає уникнути грубих похибок у вимірах.

Важливо, щоб заміри вантажу проводилися лише після повного завершення навантаження, що дозволяє забезпечити максимальну точність отриманих даних.

Перед вимірами необхідно якомога точніше зняти опади судна і визначити його диферент. При замірах вручну за допомогою переносної рулетки, заміри вимагають особливої уваги, оскільки відлік необхідно знімати в момент торкання важком рулетки поверхні вантажу. Особливу увагу точності замірів слід приділяти при визначенні рівня вантажу на відкритих причалах або рейдах, де судно зазнає качку і поверхню вантажу коливається. У таких випадках рекомендується проводити не менше 5 вимірів рівня по кожному танку і розраховувати його середнє значення. Температура вантажу визначається в кожному танку по 3-м рівням (навіть під час перевезення однорідного вантажу не допускається використання середньої температури для всього вантажу).

Існуючі вимірювальні пристрої дозволяють визначити відстань між верхньою точкою танка і поверхнею рідини, тобто пусте простору танка (використовується термін «Порожнеча», в англійській термінології - «Ullage»), або ж відстань від днища танка до поверхні рідини, тобто глибина (використовується термін «взлива» в англійській термінології - «Sounding»). Визначення рівня вантажу у вантажних танках повинно проводитися найретельнішим чином з урахуванням всіх факторів, що впливають на точність показання вимірювального пристроїв.

Розрізняють 3 основних способи вимірів рівня вантажу та відбору проб (рис. 5.1.):

- Відкритий спосіб замірів - через спеціальні горловини, при проведенні замірів рівня вантажу або відборі проб, атмосфера танка повністю відкрита в навколишнє атмосферу.
- Напівзакритий спосіб замірів - при проведенні замірів рівня вантажу або відбору проб, лише частина атмосфери танка, обмежена мірильною трубою, повідомляється з навколишнім атмосферою.

- Закритий спосіб замірів - замір рівня вантажу в танку і відбір проб здійснюються закритим способом, з використанням стаціонарних або переносних, обладнаних газовими затворами (Vapour Locks), пристроїв, що не допускають проникнення парів з атмосфери танка в навколишнє середовище.

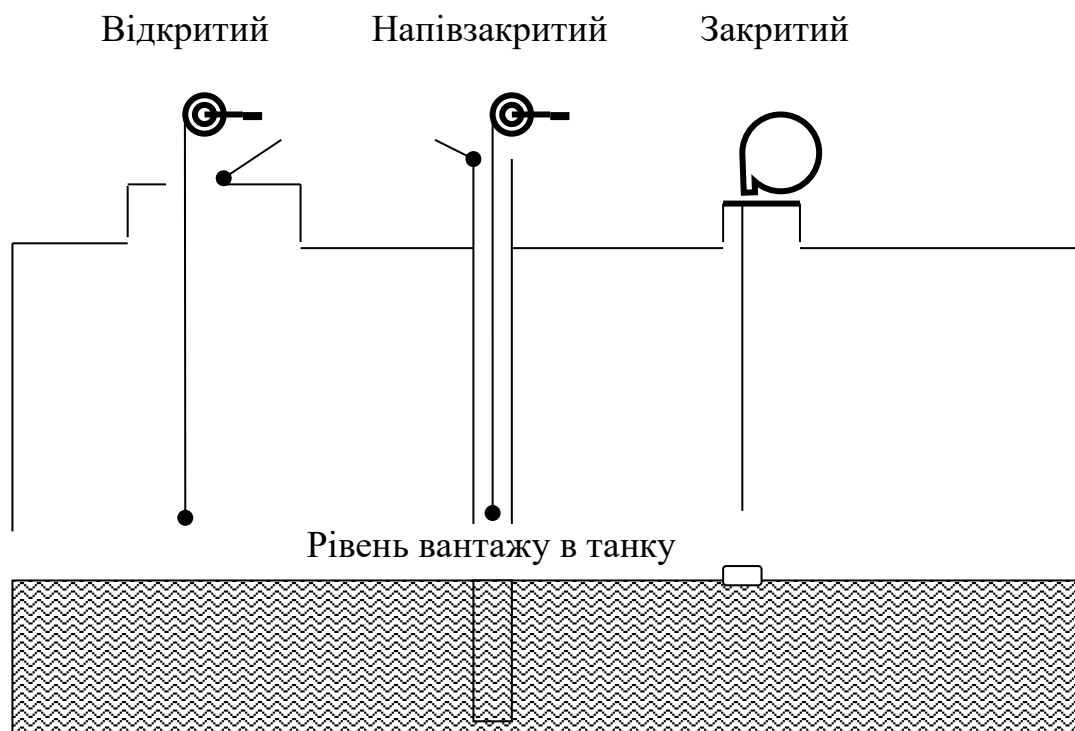


Рисунок 5.1. Ілюстрація способів вимірів і відборів проб.

5.2.1. Дистанційні вимірювальні пристрої

Всі сучасні танкера обладнані дистанційними вимірювальними приладами, що дозволяють постійно контролювати рівень вантажу в танку і його температуру. При використанні будь-якого вимірювального пристрою, необхідно враховувати не стільки точність показань приладів, зазначених у паспорті вимірювального пристрою виробником, скільки точність і акуратність калібрування цих пристроїв і правильне їх використання. Обмірні пристрою повинні забезпечувати надійність при багаторазовому використанні. Надійність замірного пристрою виражається у сталості поправок при різних умовах вимірів. Іншими словами, мірятьне пристрій з невисокою точністю може працювати досить тривалий час, забезпечуючи надійність

вимірів рівня вантажу, нехай і з невисокою точністю. І навпаки, високоточний пристрій може забезпечити правильні заміри вантажу всього лише кілька разів, а потім, з'являється змінна помилка, змушує виробляти ретельне калібрування пристрою перед кожним виміром. Однак найбільше на роботу вимірювального пристроїв, впливає їх технічний стан. Зафарбовані або заіржавілі поверхні датчиків, розбиті оглядові скла, відсутність мастила в підйомних механізмах, пошкоджені поплавці - ось лише невеликий перелік несправностей, які можуть вивести з ладу будь-мірятьне пристрій. Для того щоб показання «міральною машинки» відповідали дійсному рівню вантажу в танку, обмірні пристрою необхідно калібрувати. Найменша (порожній танк) і найбільше (верхнє положення) показання вимірювального пристрою повинні бути вказані на самому вимірювальному пристрої, так, щоб завжди була можливість перевірити його свідчення. Подальше коректування свідчень вимірювального пристрою здійснюється за допомогою спеціальних таблиць або графіків залежності показань вимірювального пристрою, від щільності вантажа та його температури.

5.2.2. Поплавкові обмірні пристрої

Поплавкові обмірні пристрою є одним з найбільш поширених типів вимірювального пристроїв в силу їх надійності та простоти пристрою. У пристроях даного типу чутливим елементом є поплавок з нержавіючої сталі, закріплений на міральною стрічці.

Сила тяжіння, яка діє на поплавок, частково компенсується за рахунок плавучості поплавця і частково за рахунок спеціального балансування пристрою, який розташовується у верхній частині міральною машинки (див. Рис 5.2.).

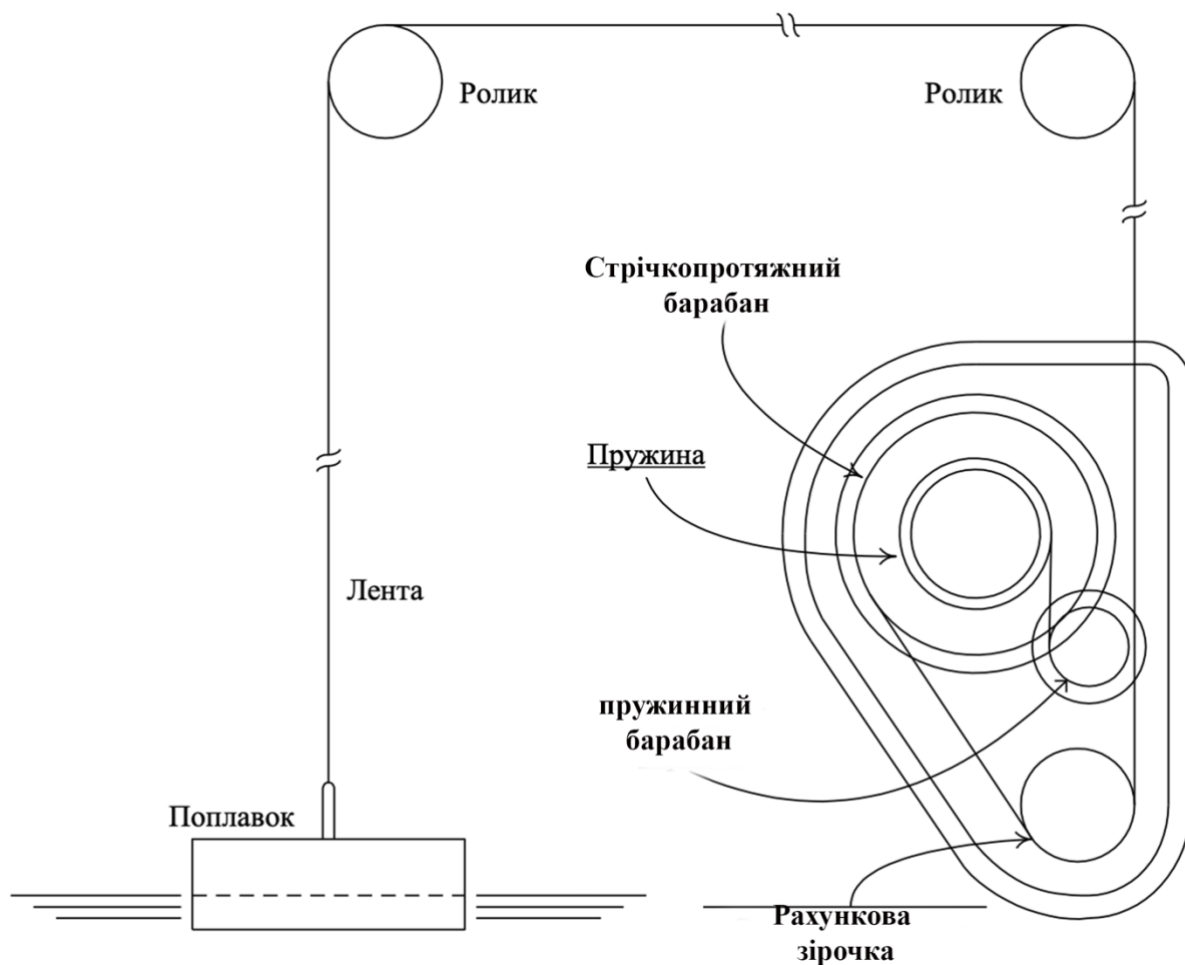


Рисунок. 5.2. Поплавкова обмірна машинка

Недолік такої системи в тому, що необхідно враховувати величину утримує сили поплавок, тобто його плавучість, в залежності від щільності рідини, оскільки поплавок і стрічка міральною машинки калібруються на певну щільність вантажу і температуру. Пристрій для зчитування замірів може бути як механічного, так і електронного типу, що дозволяє в будь-якому випадку передавати отримані сигнали на дистанційний дисплей в пункт управління вантажними операціями (CCR).

Обмірні пристрою дуже рідко розташовуються в геометричному центрі танка (зазвичай, вони розташовуються в колодязі вантажного танка), тому в більшості випадків, при визначенні дійсного рівня вантажу в танку, необхідно враховувати поправки до вимірів, що виникають внаслідок крену і диференту судна. На рис. 5.3 та 5.4. проілюстровано вплив крену і диференту судна

відповідно, на показання поплавкового вимірювального пристрою. Чим далі від геометричного центру танка буде розташований поплавок, то більша буде поправка до рівня.

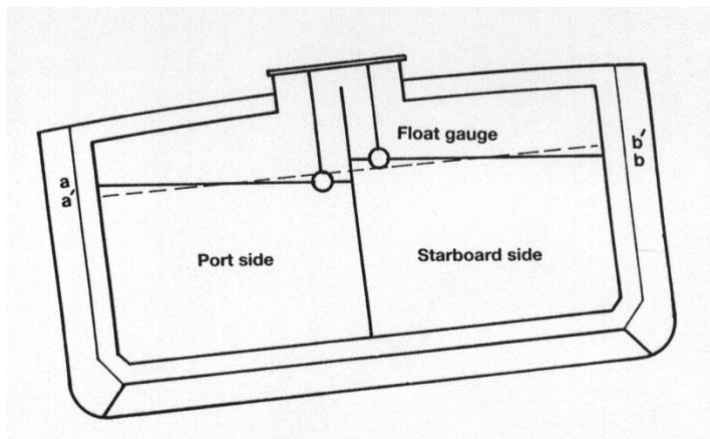


Рисунок. 5.3. Вплив диферента на показання поплавкового вимірювального пристрою

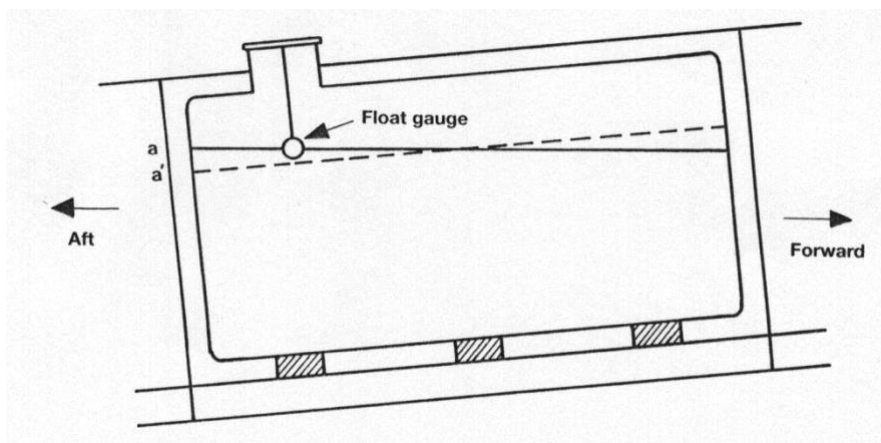


Рисунок. 5.4. Вплив крену на показання поплавкового вимірювального пристрою

Крім поправок до рівня за крен і диферент (Trim Correction & List Correction), при використанні поплавцевих вимірювальних пристроїв, необхідно пам'ятати про деякі особливості, як самого вимірювального пристрою, так і вантажу.

Поплавок виготовляється з нержавіючої сталі і, отже, має деяким вагою. Залежно від щільності вантажу буде змінюватися і плавучість поплавка, тобто ступінь його заглибленості. Зазвичай міряльне пристрій поплавкового типу калібрується на певну щільність вантажу (як правило, на прісну воду з щільністю 1,0 кг / л). Поправки до рівня на щільність вантажу (Buoyancy Correction або Float Correction) наводяться або в табличній або ж в графічній формі рисунок 5.5.

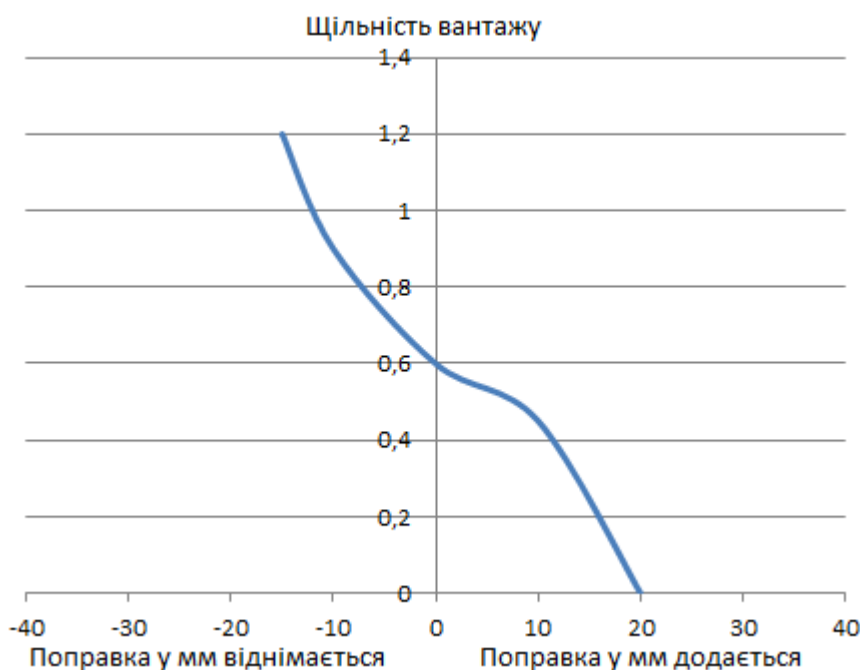


Рисунок 5.5. Поправки до рівня вантажу, від щільності

Згідно з міжнародними вимогами визначення рівня вантажу повинно здійснюватися з точністю до 1 мм, а визначення температури з точністю до 0,1°C.

5.2.3 Ехолокаційні обмірні пристрої

Ехолокаційні обмірні пристрою (рис. 5.6.) охоплюють цілий ряд систем, що працюють за принципом ехолокації, і ультразвукові обмірні системи. Приймач і передавач сигналів розташовуються у верхній або в нижній частині

танка. Принцип дії таких систем заснований на вимірюванні часу повернення відбитого сигналу.

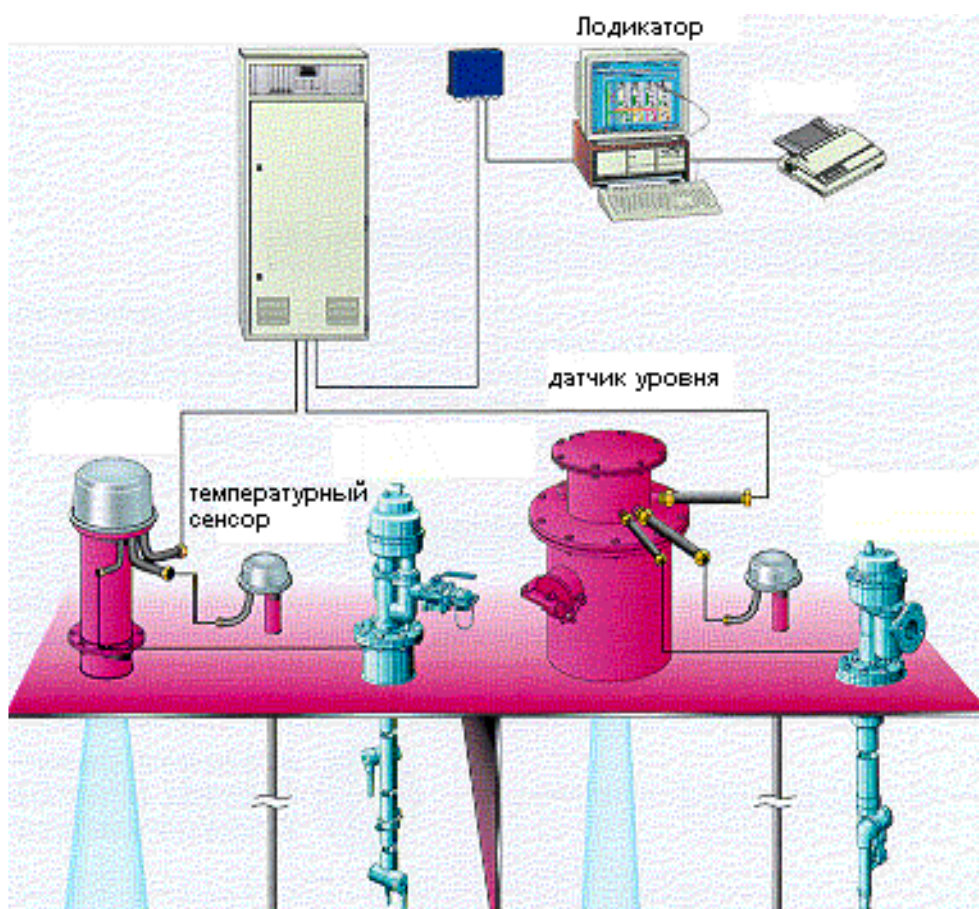


Рисунок 5.6. Система дистанційного керування вантажними операціями

Прилади такого типу досить надійні, однак при перевезенні вантажів, пари яких кристалізуються у верхній частині танка при досить високих температурах, дані обмірні пристрою дають збої, оскільки на поверхні радара утворюється наліт кристалів вантажу, який спотворює сигнал.



Рисунок 5.6. Зовнішній вигляд ультразвукового датчика рівня

Радари дуже зручні у використанні:

- По-перше, вони розташовані в геометричному центрі вантажних танків, що виключає необхідність використання різного роду поправочних коефіцієнтів (поправки на поплавки, крен і диферент).
- По-друге, сигнал, одержуваний від радара, легко перетворюється в саму різну інформацію, що дозволяє створювати системи автоматичного контролю вантажними і баластними операціями.

5.2.4 Непрямий спосіб замірів

Вимога цього методу засноване на використанні пристроїв, що не розташовуються безпосередньо в вантажних танках, таких як берегові лічильники, або використанні методу підрахунку вантажу на борту по опадам судна (Draught Survey).

Цей спосіб замірів вантажу застосовується при перевезенні вкрай токсичних вантажів, або ж в тому випадку, коли використання звичайних вимірювальних пристроїв не дозволяє визначити рівень вантажу в танку через незвичайних властивостей вантажу (наприклад, наявність у вантажному танку значної кількості піни).

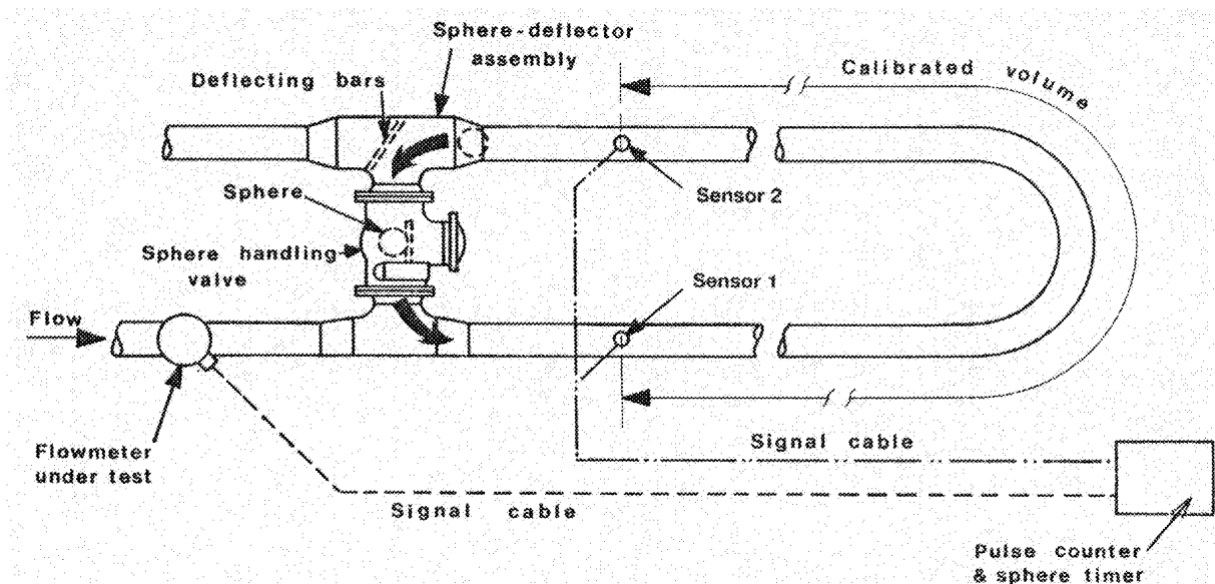


Рис. 5.7. Принцип роботи непрямого способу виміру вантажу

5.2.5 Заміри вантажу вручну

Яким би точним і надійним не був дистанційний вимірювальний пристрій, він, по-перше, не дозволяє відбирати проби вантажу, а по-друге, світова практика передбачає контроль і перевірку точності показань дистанційного вимірювального пристрою за допомогою переносного інструменту, тобто вручну. А оскільки, вимір рівня вантажу і відбір проб вручну повинен проводитися відповідно до конвенційними вимогами, то судно повинно бути обладнане спеціальними пристроями, що дозволяють проводити відбір проб і виміри рівня вантажу вручну: відкритим, напівзакритих або закритим способом.

Для цієї мети використовується спеціальні пристрої, які називаються UTI (Ullage Temperature Interface).

Пристрій вимірювальних рулеток є зонд, підвішений на кінці гнучкої вимірювальної стрічки. На стрічці розташовані провідники для підведення живлення і передачі сигналів від датчиків (вимірювача температури і рівня), що знаходяться всередині зонда.

Також використовують на танкерах вимірювальні рулетки кордону розділу нафту-вода здатні виявляти всі плаваючі і непровідні вуглеводні. Кожен інструмент розроблений для простоти використання. Вимірювання рівня вливу і кордони розділу нафту-вода здійснюється просто і швидко. Коли електронний зонд опускається і виявляє вуглеводень - чути безперервний звук і горить жовтий світлодіод. При пізнанні кордону розділу нафта-вода або непровідної рідини важче води видається переривчастий звук і починає блимати червоний світлодіод.

Вимірювальні пристрої випускаються в двох конструктивних виконаннях: закритому, і відкритому. У відповідності зі специфікою застосування виділяють ще дві конфігурації вимірювальної системи - захищену і екологічну.

Залежно від типу установки на вантажний танк і ступеня газонепроникності, вимірювальні пристрої поділяються на типи:

- Закритого типу (рис. 5.9.) - рулетки даного виду призначені для роботи з отруйними і агресивними рідинами. Включає в себе датчик зі спеціального стійкого матеріалу для вимірювання агресивних хімічних рідин. Забезпечують максимальний захист і повну герметичність від витоків випарів, впливу парів вимірюваного продукту. Швидка і герметична установка на будь-який газовий затвор і захисту навколишнього середовища. Все випаровування з вантажних танків потрапляють в газонепроникний корпус вимірювального пристрою. Нульова відмітка початку відліку висоти знаходиться, безпосередньо на рівні горловини для вимірювань.

- Відкритого типу (рис. 5.8.) - відсутність додатковий клапан, що виключає додаткові втрати точності вимірювань. Включає в себе датчик зі спеціального матеріалу для застосування в нафтовій промисловості і для неагресивних середовищ. Початок відліку висоти виробляється, безпосередньо від самого вимірювального пристрою.



Рисунок 5..8. «Контрольно-вимірювальна рулетка для вимірювання рівня нафтопродуктів та межі розділу нафта-вода відкритого виконання»



Рисунок 5.9. «Контрольно-виміррювальна рулетка для вимірювання рівня нафтопродуктів та межі розділу нафту-вода захищеного виконання з колонкової трубою клапана»

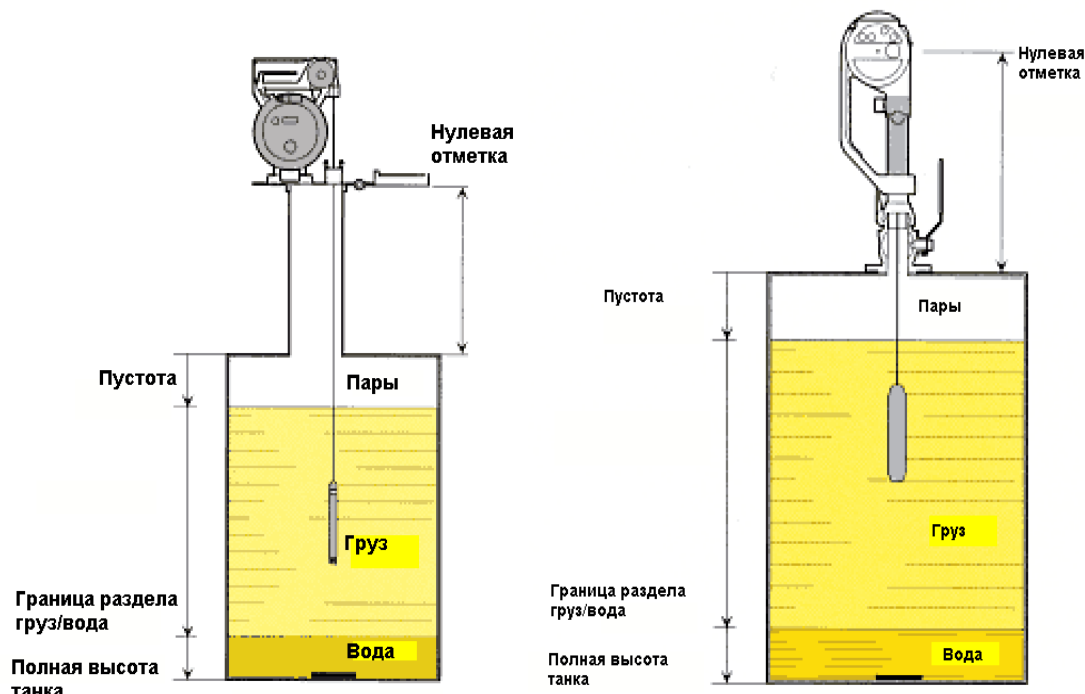


Рисунок 5.10. Відкритий (зліва) і закритий (праворуч) спосіб замірів

Для забезпечення герметичності танка при виконанні вимірів або відборі проб, в виміррювальних точках або на виміррювальних горловинах повинні встановлюватися газові затвори (Vapour Locks). Газові затвори можуть бути як переносними (рис. 5.11.(А)), встановлюються на обмірні або мийні горловини танка або на обмірні трубки, так і стаціонарними, встановлені на вантажній палубі (рис. 5.11.(Б)).

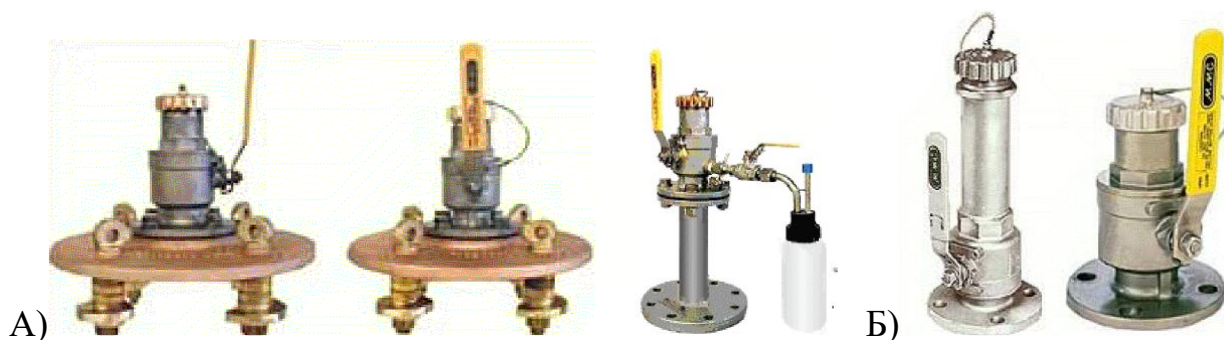


Рисунок 5.11. Переносні (А) та стаціонарні (Б) газові затвори

5.2.6 Термінологія

На сьогоднішній день немає жодних рішень міжнародного рівня, що визначають обов'язкову термінологію і способи визначення кількості вантажу на борту танкера. Історично сформовані визначення «маса нетто» і «маса брутто» також використовуються і в танкерному флоті, але в дещо іншій трактуванні. Так термін «маса брутто» (gross quantity) зазвичай означає кількість вантажу, визначене при фактичній температурі, а термін «маса нетто» (net quantity) означає кількість вантажу, визначене при стандартній температурі. Термін «стандартна температура», в різних регіонах означає різну величину, і вимагає деякого додаткового тлумачення. Так, в міжнародних перевезеннях + 15°C, а в США - 60°F, більш того, одиниці вимірювання кількості вантажу на борту також різні.

Щоб зменшити ймовірність виникнення помилок у визначенні кількості вантажу, кожен судновласник визначає рекомендовані способи підрахунку вантажу на борту, але в будь-якому випадку, за основну величину приймається обсяг вантажу. Такий підхід дозволяє виключити помилки, що виникають при визначенні щільності вантажу, внаслідок його температурного розшарування в вантажному танку. Зазвичай, в якості розрахункової щільності приймається значення, надане вантажовідправником або незалежною лабораторією. Але, щільність, певна лабораторним шляхом в порту навантаження, буде відрізнятися від щільності вантажу, визначеної в порту вивантаження, оскільки в процесі перевезення найбільш летючі компоненти вантажу випаровуються. Проте,

Загальний фактичний обсяг - Total Observed Volume (TOV) - загальний обсяг вантажу в танку, певний при фактичній температурі і тиску, включаючи сам вантаж, підтоварна вода, залишки попереднього вантажу.

Вільна вода (підтоварна вода) - Free Water (FW) обсяг підтоварної води, який визначається після відстоювання вантажу за допомогою водо-

визначальних пасти, нанесеною на обмірні рулетку. Як правило, під час перевезення нафтопродуктів, в більшості портів світу такі виміри проводяться.

Фактичний обсяг вантажу- Gross Observed Volume (GOV) - як правило, фактичний обсяг вантажу визначається відніманням із загального фактичного обсягу, обсягу, займаного підтоварною водою, тобто - це обсяг вантажу при фактичній температурі.

Загальний стандартний обсяг- Gross Standard Volume (GSV) - загальний обсяг вантажу, певний при стандартній температурі + 15oC і атмосферному тиску. На практиці GSV визначається множенням GOV на коефіцієнт об'ємного розширення (Volume Correction Factor- VCF), який вибирається з відповідних таблиць ASTM (American Society for Testing and Materials).

Чистий стандартний обсяг- Net Standard Volume (NSV) - обсяг зануреного вантажу, певний при стандартній температурі. На практиці використовується в основному при підрахунку сирової нафти і визначається як різниця між GSV і залишками попереднього вантажу. Іншими словами - це і є чистий обсяг зануреного вантажу.

5.2.7. Процедури підрахунку вантажу

Маса є фундаментальною мірою визначення кількості речовини. Вона не змінюється зі зміною стану речовини або при зміні зовнішніх умов (температури і тиску). Визначення кількості вантажу може здійснюватися шляхом розрахунків або прямим зважуванням (вантажівок, платформ, цистерн тощо). Існують загальноприйняті правила, згідно з якими здійснюється підрахунок вантажу більшістю сюрвейерських організацій. При підрахунках використовуються строго певні методики підрахунку і перекладні коефіцієнти. Навіть використання різних методик у підрахунку вантажу сюрвейером і вантажним помічником може привести до значної розбіжності в кінцевому результаті. Маса вантажу на борту судна визначається твором обсягу вантажу на його щільність, причому результат підрахунку буде точним

тільки в тому випадку, якщо обидві величини визначені при одній і тій же температурі. І, незважаючи на те, що в більшості країн у всіх розрахунках використовується система СІ, на морському транспорті до сих пір досить часто використовуються позасистемні одиниці. Для визначення щільності вантажу в даний час використовуються наступні загальноприйняті методи:

- Визначення щільності в лабораторних умовах за допомогою спеціального денсиметра при стандартній температурі $+15^{\circ}\text{C}$ або при фактичній температурі вантажу.
- Розрахунок композитного складу суміші (використовується для визначення щільності нафтових вантажів). Офіційне найменування методу ASTM D 2598. ASTM International (American Society for Testing and Materials) - американська міжнародна організація, яка розробляє і видає добровільні стандарти для матеріалів, продуктів, систем і послуг.
- Розрахунок щільності за методом COSTALD (Corresponding State of Liquid Density).

У підрахунках маси вантажу використовуються такі терміни, що визначають щільність:

Справжня щільність або комерційна щільність (Density), відображає масу одиниці об'єму даної речовини в вакуумі. Стандартна розмірність системи СІ: $\text{кг} / \text{м}^3$.

Реальна щільність (Apparent Density) відображає масу одиниці об'єму речовини в повітрі. Стандартна розмірність: $\text{кг} / \text{л}$, $\text{кг} / \text{м}^3$, $\text{т} / \text{м}^3$.

Відносна густина (Relative Density) виражає відношення маси одиниці об'єму речовини в вакуумі при певній температурі до маси одиниці об'єму прісної води в вакуумі, також при певній температурі.

Значення відносної щільності завжди дається із зазначенням температур, наприклад RD 15/15, RD 20/4, RD 15/20, RD 60/60 F і т.д. Верхня цифра вказує значення температури вантажу, при якій проводилося визначення щільності, а нижня - значення температури прісної води, з якої проводилося порівняння

щільності вантажу. Приклади щільності води при різних температурах наведені у табл. 2.2.

Таблиця 5.1. Щільності води при різних значеннях стандартних температур

Температура ° C	Щільність води у вакуумі (кг / л)	Щільність води у повітрі кг / л
4	1.00000	0.99888
15	0.99913	0.99805
15,56 (60 ° F)	0.99904	0.99796
20	0.99823	0.99717
25	0.99707	0.99604
50	0.98807	0.98702

Ще одне поняття щільності вантажу досить широко застосовується на танкерному флоті: «Вага літра» (Liter Weight), який визначає масу одного літра речовини в повітрі при заданій стандартній температурі і позначається LW (розмірність кг / л) із зазначенням температури. Вага літра вантажу визначається лабораторним шляхом і розраховується як різниця між вагою порожнього і наповненого пробой вантажу пікнометра (спеціальної посудини) з урахуванням обсягу, займаного пробой вантажу. Використовуючи, так званий «вакуумний фактор» (VF) і певний LW, розраховують значення щільності або питомої ваги. Щільність розраховують, множачи значення LW на вакуумний фактор, а питома вага визначають діленням значення стандартної щільності речовини на щільність води при стандартній температурі. Вакуумний фактор змінюється в залежності від щільності вантажу:

Таблиця 5.2 Залежність вакуумного фактору від щільності вантажу

Щільність вантажу	Вакуумний фактор
1,0	1,00108
0,9	1,00122
0,8	1,00139
0,7	1,00161

$$D=VF \cdot LW \text{ (5.3)}$$

$$SG_{15,5/15,6} = \frac{VF \cdot LW}{0,99913} \quad (5.4)$$

Для того, щоб з значення щільності, визначеного лабораторним шляхом при стандартній температурі, отримати її значення при необхідній температурі, використовується коефіцієнт зміни щільності на 1°C (1°F) Density Correction Factor (DCF).

5.2.8. Метод ASTM D 2598

Цей метод передбачає визначення щільності вантажу на основі визначення точного його складу лабораторним методом за допомогою хроматографа. Хроматограф дозволяє визначити точний фракційний склад рідини, після чого проводиться розрахунок процентного вмісту в суміші кожного компонента і за формулою визначається відносна щільність кожного компонента і суміші в цілому:

$$\text{Relative Density (60/60°F)} = \sum_{i=1}^n \frac{\text{Relative Density (60/60°F) compound}_i \times C_i}{100} \quad (5.5)$$

де C_i - процентний вміст кожного компонента в суміші.

5.2.9 Підрахунок вантажу на борту танкера

При підрахунку кількості вантажу на борту танкера також використовується поняття «вага вантажу в повітрі» і «вага вантажу в вакуумі». Припустимо, що є можливість зробити початкове зважування порожньої цистерни, заповненої повітрям за допомогою важільних терезів. В такому випадку визначається вага в повітрі самої цистерни і її вмісту (W_1). Після заповнення цистерни вантажем, зробимо повторне зважування, в результаті якого знову визначимо загальну вагу в повітрі цистерни і її вмісту (W_2). Різниця у вазі цистерни дасть точне уявлення про масу навантаженого

вантаж. І це було б так, якби не вплив архимедової сили на еталон (гирю), врівноважує плечі ваг.

Як еталон ваги використовується латунь з щільністю 8000 кг / м³, щільність (ρ) повітря при стандартних умовах (тиску 1013мбар і температурі +20°C) становить 1,2кг / м³. Тому для урівноваження вантажу, що зважується (M), буде потрібно додатково деяка кількість еталонного ваги для компенсації архимедової сили.

Додаткова маса еталона складе:

$$M = V \times \rho \quad (5.6)$$

А оскільки:

$$V = \frac{M}{8000 \text{ кг/м}^3} \quad (5.7)$$

То:

$$M = 1,2 \cdot \frac{M}{8000} = 0,00015M \quad (5.8)$$

Тому можна записати:

$$W1 - W2 = M + 0,00015M \text{ або } M = 0,99985 (W1 - W2)$$

Коефіцієнт 0,99985 є універсальним і не залежить від типу ваг, використаних при зважуванні, кількості вантажу, від використовуваних одиниць виміру при підрахунку. Величина $1,00015 \cdot (\rho - 1,2)$ являє собою перекладної коефіцієнт між вагою і об'ємом (ρ - щільність вантажу). Цей коефіцієнт змінюється в залежності від щільності рідини.

Перерахунок маси навантаженого вантажу в вагу в повітрі здійснюється за допомогою перекладних коефіцієнтів таблиці 56 ASTM.

Детальна перевірка таблиць ASTM 56 показує, що перекладні коефіцієнти не дотримуються абсолютно точно вищенаведеним співвідношенням, однак середня величина для діапазону щільності постійна. Для отримання щільності вантажу в повітрі при практичних розрахунках

досить від величини стандартної щільності при 15°C ($\text{кг} / \text{м}^3$) відняти величину 1,1. Похибка при таких розрахунках настільки мала, що нею можна знехтувати.

Таблиця 5.3. Залежність переказного коефіцієнта від щільності

$\rho \text{ кг} / \text{м}^3$	$1,00015 \cdot (\rho - 1,2)$	$\rho - (1,00015 \cdot (\rho - 1,2))$
500	498,87	1,125
700	698,90	1,095
900	898,93	1,065
1.100	1.098,96	1,035

Визначення загальної кількості вантажу в танку зводиться до визначення маси рідини. На практиці визначення маси вантажу здійснюється двома методами:

- Приведенням фактичного обсягу вантажу до деякої стандартної величиною при температурі $+15^{\circ}\text{C}$, з використанням значення щільності при стандартній температурі і спеціальних перевідних коефіцієнтів з таблиць ASTM.
- Приведенням відомої стандартної щільності при температурі $+15^{\circ}\text{C}$ до реальної щільності при фактичній температурі з використанням значення обсягу при фактичній температурі і спеціальних перевідних коефіцієнтів з таблиць ASTM.

З наукової точки зору використання реальної щільності при підрахунку маси не є правильним. Однак на практиці, дуже багато вантажовідправники використовують реальну щільність в своїх розрахунках.

Таблиця 5.4. Перевідні коефіцієнтів щільності ASTM 56

Назва вантажу	Щільність при 15°C ($\text{кг} / \text{л}$)	Зміна щільності на 1°C
Ацетон	0,7950	0,00114
Бензол	0,8829	0,00105
Бутанол	0,8126	0,00077
Каустик сода	1,5250	0,00063
Циклогексан	0,7820	0,00095
Діетиленгліколь (DEG)	1,1190	0,00071
Етанол	0,8122	0,00086

Етиленгліколь	0,9331	0,00071
Гексан	0,6824	0,00092
Ізопропанол (ІРА)	0,7884	0,00084
Метанол	0,7952	0,00095
Ортоксилол	0,8830	0,00085
Параксилол	0,8643	0,00087
Стирол	0,9095	0,00089
Толуол	0,8703	0,00092
Ксилол	0,8680	0,00086

Найпростіший спосіб визначення кількості вантажу в танку перемноженням фактичної щільності вантажу на фактичний його обсяг, застосовується тільки в тому випадку, якщо лабораторія терміналу здатна визначити щільність вантажу при фактичній його температурі в танку. У загальному випадку, аналіз щільності вантажу проводиться в лабораторії, розташованій на значній відстані від судна, тому температура проби вантажу буде відрізнятися від температури вантажу в танку. В цьому випадку термінал повинен надати спеціальні таблиці з перерахункових коефіцієнтами, або ж вказати коефіцієнт зміни щільності на 1°C (1°F) - Density Correction Factor (DCF).

Перерахунок стандартної щільності в фактичну проводиться за такою формулою:

$$\rho^{\Phi} = \rho^C - DCF \cdot \Delta t \quad (5.9)$$

$$\Delta t = t^{\Phi} - t^C \quad (5.10)$$

де: ρ^{Φ} - щільність вантажу при фактичній температурі

ρ^C - щільність вантажу при стандартній температурі

t^{Φ} - температура вантажу фактична

t^C - температура стандартна (20°C або 15 °C)

З підвищенням температури вантажу щільність зменшується, а зі зниженням - збільшується.

Між коефіцієнтом зміни щільності (DCF) і коефіцієнтом об'ємного розширення (VCF) існує взаємозв'язок:

$$DCF = VCF \cdot \rho^c \quad (5.11)$$

Якщо лабораторія терміналу надає значення щільності вантажу, яке визначено ні до стандартних значеннях температури, а судновласник вимагає робити підрахунок вантажу на борту тільки з використанням таблиць ASTM, то необхідно перерахувати щільність фактичну в щільність стандартну, використовуючи таблиці ASTM 53. Вхід в таблицю здійснюється за відомим значенням фактичної щільності і фактичної температури вантажу. Якщо табличні значення не відповідають фактичним, необхідно виконати інтерполяцію між найближчими табличними значеннями.

5.2.10. Підрахунок залишків вантажу після вивантаження

Не завжди судно має можливість зробити повне вивантаження вантажу, наприклад, через властивостей вантажу (на танкерах, які виробляють перевезення сирої нафти, це звичайне явище) або особливостей вантажної системи танкера. В такому випадку на борту залишається частина вантажу. І, в більшості випадків, визначення кількості що залишився вантажу (Remaining on Board - ROB) здійснюється розрахунковим способом, а не з використанням вимірювального таблиць.

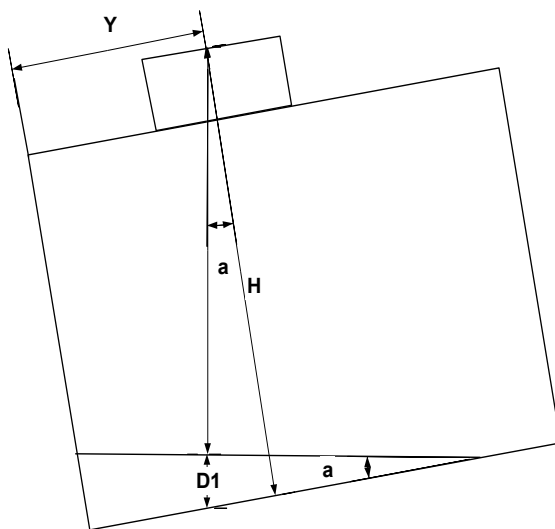


Рисунок 5.12. Схема, формула «клин»

Формула, за якою проводиться підрахунок залишків вантажу, називається «Формула клина» (Wedge Formula) і виглядає наступним чином (рис. 5.12.):

$$V = \frac{L \times B \times D^2}{2T} \quad (5.12)$$

де V - об'єм залишків вантажу

L - довжина судна між перпендикулярами

B - ширина танка

D - відкоригований взлив вантажу в танку

T - диферент судна

Використання цієї формули припускає, що:

- Крен відсутній
- Всі величини виражені в метрах
- Днище танка в повному обсязі покрито вантажем
- Всі залишки вантажу стекли в кормову частину танка

Найбільшу проблему представляє собою розрахунок відкоригованого вливу вантажу в танку, який виробляється в такий спосіб:

$$D = [D_1 \times \text{cosec} \alpha + (Y - H \times \tan \alpha)] \times \tan \alpha \quad (5.13)$$

де: D₁ - вимірний влив залишків вантажу в танку

Y - віддалення міральною точки від кормової перебирання танка

α - кут диференту

H - висота танка

Для визначення кута диференту α слід використовувати властивість прямокутного трикутника: «тангенс гострого кута прямокутного трикутника дорівнює відношенню протилежного катета до прилеглого», тобто:

$$\tan \alpha = \frac{T}{L} \quad (5.14)$$

тангенс кута диференту буде дорівнює відношенню диферента судна T до довжини судна між перпендикулярами.

5.2.11. Судновий фактор (Vessel Experience Factor)

У практиці морських перевезень наливних вантажів майже неминуче виникають розбіжності між кількістю вантажу, прийнятою на судно (Ship's Figure), та кількістю, відвантаженою з берегових резервуарів (Shore Figure). Це пояснюється різним ступенем точності калібрування берегових резервуарів і суднових танків, а також відмінностями в методах вимірювання рівня рідини.

Міжнародні правила допускають певну технічну розбіжність між цими показниками. Як правило, у головний вантажний документ — коносамент (Bill of Lading — B/L) — вноситься кількість, визначена за береговими вимірами. Проте допустима різниця між коносаментною кількістю та даними суднових вимірів не повинна перевищувати 0,5% від загального обсягу вантажу. У разі перевищення цього ліміту капітан судна зобов'язаний заявити морський протест (Letter of Protest) щодо різниці в кількості вантажу.

Для мінімізації ризику грубих помилок у підрахунках та контролю точності коносаментних даних використовується «Судновий фактор» (Vessel Experience Factor — VEF).

Основні характеристики VEF:

- **Визначення:** VEF розраховується як середній показник різниці між судновими вимірами та коносаментною кількістю вантажу за певний період експлуатації (зазвичай, за 10 попередніх кваліфікаційних рейсів).
- **Призначення:** Це принциповий метод, що дозволяє вантажному помічникові оцінити достовірність заявленої коносаментної цифри та спрогнозувати можливість потенційної нестачі вантажу в порту вивантаження.

- Умови застосування: Розрахунок VEF є коректним лише за умови перевезення однорідного вантажу та повного завантаження судна в одному порту.
- Динамічність: Значення VEF не є постійним. Воно може змінюватися залежно від сорту вантажу, специфіки порту навантаження, а також після проведення ремонтних робіт або докування судна. Тому VEF підлягає коригуванню після кожного рейсу.

Незважаючи на те, що VEF є індивідуальним для кожного судна і залежить від багатьох експлуатаційних факторів, його середнє значення для світового танкерного флоту зазвичай коливається в межах від -0,2% до +0,2%.

5.2.12 Документи щодо кількості вантажу

Сертифікат кількості (Certificate of Quantity)

Цей документ підтверджує кількість вантажу, прийнятого на борт і видається представником терміналу за дорученням вантажовідправника. Сертифікат звичайно ж засвідчується незалежним сюрвейєром. Сертифікат кількості дозволяє капітану визначити чи правильно вказано кількість вантажу в коносаменті.

Проте, кількість вантажу, вказане в коносаменті, завжди має пріоритетність в порівнянні з іншими вантажними документами.

Акт суднових вимірів.

Крім документації, яка готується представниками терміналу і судновим агентом для оформлення комерційних та юридичних аспектів перевезення, капітан судна з метою максимального забезпечення захисту інтересів судновласника готує пакет суднових документів. Одним з найбільш важливих суднових документів є «Акт суднових вимірів» (Ullage Report або Sounding Report). Дуже важливо, щоб при складанні Актів вимірів, незалежний сюрвейєр і вантажний помічник узгоджували методи підрахунку вантажу і отримані результати. Як правило, підписи вантажного помічника і сюрвейєра

на актах вимірів є юридичним підтвердженням правильності результатів підрахунку вантажу. Але, оскільки акт вимірів, підписаний без застережень, також як і коносамент, покладає всю відповідальність на перевізника, вантажному помічникові потрібно враховувати цілий ряд факторів, з тим, щоб визначити, яку застереження необхідно зробити на акті вимірів, представленому сюрвейєром. У багатьох компаніях передбачена стандартна форма застереження, яку повинен робити вантажний помічник на акті вимірів сюрвейєра: «Тільки за обсяг і температуру».

Вантажний помічник не несе відповідальності за те, наскільки точно було вироблено визначення пустот в вантажних танках і температури вантажу, якщо в ході вимірів використовувався інструмент сюрвейєра. Він також не несе відповідальності за помилки, які міг допустити сюрвейєр при користуванні обмірними таблицями. Тому юридично правильними будуть застереження приблизно такого типу: «Тільки в отриманні» (For Receipt Only) або «Тільки в ознайомленні» (For Acknowledge Only). У разі виникнення будь-яких претензій з боку вантажоодержувача в порту вивантаження, наявність таких застережень на акті вимірів сюрвейєра (берегових вимірів) дає страховикам і адвокатам судновласника велику свободу дій щодо захисту його інтересів.

5.3. Втрати вантажу при проведенні підрахунків і замірів на борту судна

5.3.1 Залежність кількості вантажу від його температури

Кількості вантажу в танках виробляються після закінчення вантажних операцій, або перед їх початком. Заміри кількості вантажу виконує представник вантажоодержувача (сюрвейєр) разом з судновим вантажним офіцером. У кожному вантажному танку виробляють замір пустот, при цьому важливим чинником є температура вантажу, яка впливає, безпосередньо, на щільність нафтопродуктів і отже на їх обсяг і правильність вимірів.

Точність вимірювання температури при визначенні кількості вантажу на борту судна є, найбільш важливим фактором. Але не тільки різниця між температурою навколишнього середовища і температурою вантажу впливає на точність у визначенні його кількості, але і час, протягом якого після закінчення навантаження відбувається визначення температури вантажу. У деяких випадках для того, щоб температура вантажу стабілізувалася (тобто стала однаковою по всій масі вантажу) має пройти досить багато часу (20-30 годин). На судах же виміри і підрахунок вантажу здійснюються відразу ж після закінчення навантаження. І, оскільки в вантажному танку спостерігається температурне розшарування вантажу, замір температури необхідно проводити на декількох рівнях танка (не менше 2-х). Залежно від типу судна і властивостей вантажів, що перевозяться, температурні датчики повинні забезпечити точність визначення температури в досить широкому діапазоні (наприклад від -10°C до $+90^{\circ}\text{C}$). На сьогоднішній день найпоширенішими температурними датчиками, які використовуються на нафтоналивних танкерах, є:

- Резисторні термометри,
- Термістори,
- Газові термометри,
- Термометри з наповнювачем (спиртові, ртутні та ін.)

Вплив похибки у визначенні температури вантажу часом набагато вище, ніж точність деяких термометрів. Так, для вантажного танка об'ємом 5000 куб.м, похибка температури в $\pm 0,5^{\circ}\text{C}$, викликає зміна рівня вантажу на ± 9 мм, при мінімальній точності вимірювального пристрою в ± 2 мм, а для деяких вантажів, з високим коефіцієнтом об'ємного розширення - і того більше .

Таблиця 5.5 Нижче наведена таблиця порівняння точності деяких типів термометрів

Тип термометра	Точність показань при високій температурі навколишнього середовища	Точність показань при низьких температурах.
Термометр резисторного типу	$\pm 0,1^{\circ}\text{C}$	$\pm 0,2^{\circ}\text{C}$ при -40°C $\pm 0,5^{\circ}\text{C}$ при -160°C

термістори	$\pm 0,2^{\circ}\text{C}$	$\pm 4^{\circ}\text{C}$
рідинні термометри	$\pm 0,5\%$ шкали	-
газові термометри	$\pm 0,5\%$	-

Таблиця 5.6. Середні температурні поправки щільності нафтопродуктів ASTM 56
(American Society for Testing and Materials)

Щільність при 20°C	Температурна поправка на 1°C	Щільність при 20°C	Температурна поправка на 1°C
0,650-0,659	0,000962	0,8300-0,8399	0,000725
0,660-0,669	0,000949	0,8400-0,8499	0,000712
0,670-0,679	0,000936	0,8500-0,8599	0,000699
0,680-0,689	0,000925	0,8600-0,8699	0,000686
0,6900-0,6999	0,000910	0,8700-0,8799	0,000673
0,7000-0,7099	0,000897	0,8800-0,8899	0,000660
0,7100-0,7199	0,000884	0,8900-0,8999	0,000647
0,7200-0,7299	0,000870	0,9000-0,9099	0,000633
0,7300-0,7399	0,000857	0,9100-0,9199	0,000620
0,7400-0,7499	0,000844	0,9200-0,9299	0,000607
0,7500-0,7599	0,000831	0,9300-0,9399	0,000594
0,7600-0,7699	0,000818	0,9400-0,9499	0,000581
0,7700-0,7799	0,000805	0,9500-0,9599	0,000567
0,7800-0,7899	0,000792	0,9600-0,9699	0,000554
0,7900-0,7999	0,000778	0,9700-0,9799	0,000541
0,8000-0,8099	0,000765	0,9800-0,9899	0,000528
0,8100-0,8199	0,000752	0,9900-1,000	0,000515
0,8200-0,8299	0,000738		

Для того щоб визначити за допомогою цієї таблиці щільність нафтопродукту при даній температурі, необхідно:

- знайти по паспорту щільність нафтопродукту при $+ 20^{\circ}\text{C}$;
- виміряти середню температуру вантажу в цистерні;
- визначити різницю між $+ 20^{\circ}\text{C}$ і середньою температурою вантажу;
- за графою температурної поправки знайти поправку на 1°C , відповідну щільність даного продукту при $+ 20^{\circ}\text{C}$;
- помножити температурну поправку щільності на різницю температур;

е) отримане в п. "д" добуток відняти від значення щільності при $+ 20^{\circ}\text{C}$, якщо середня температура нафтопродукту в цистерні вище $+ 20^{\circ}\text{C}$, або додати цей добуток, якщо температура продукту нижче $+ 20^{\circ}\text{C}$.

Приклад: щільність нафтопродукту при $+ 20^{\circ}\text{C}$, за даними паспорта $0,8240 \text{ кг / куб.м}$. Температура нафтопродукту в цистерні $+ 23^{\circ}\text{C}$. Визначити по таблиці щільність нафтопродукту при цій температурі.

знаходимо:

а) різницю температур $23^{\circ} - 20^{\circ} = 3^{\circ}$;

б) температурну поправку на 1°C по таблиці для щільності $0,8240 \text{ кг / куб.м}$, складову $0,000738$;

в) температурну поправку на 3° :

$0,000738 * 3 = 0,002214$, або округлено $0,0022$;

г) шукану щільність нафтопродукту при температурі $+ 23^{\circ}\text{C}$ (поправку потрібно відняти, так як температура вантажу в цистерні вище $+ 20^{\circ}\text{C}$), що дорівнює $0,8240 - 0,0022 = 0,8218$, або округлено $0,8220 \text{ кг / куб.м}$.

Розрахуємо впливу точності вимірювання температури на кількості вантажу у вантажному танку, об'ємом 5000 куб.м :

1) У відповідність з паспортною щільністю

$$Q = V * \rho_0,$$

де: V - об'єм вантажу в вагоні, куб.м ; ρ_0 - щільність вантажу, кг / куб.м .

$$5000 * 0,8240 = 4120 \text{ т (маса вантажу)}$$

2) У відповідність з розрахованої щільністю, при фактичній температурі вантажу:

$$5000 * 0,8220 = 4110 \text{ т (маса вантажу)}$$

3) При похибки у вимірі температури на 1°C розрахункова

температурна поправка у відповідність з таблиці зміниться на 0,000738 і щільність вантажу складе 0,8233 кг / куб.м (0,8240 - 0,000738), а розрахункова кількість вантажу складе:

$$5000 * 0,8227 = 4113,5 \text{ т (маса вантажу)}$$

Помилка в вимірі температури вантажу на 1°C призведе до похибки в кількості вантажу на 3,5 т в одному вантажному танку. А на середньому нафтоналивному танкері, вантажопідйомністю 60000 тон, похибка складуть близько 40 т .

5.3.2 Заміри рівня вантажу вручну

Світова практика передбачає контроль і перевірку точності показань дистанційного вимірювального пристрою за допомогою переносного інструменту, тобто вручну. А оскільки, замір рівня вантажу і відбір проб вручну повинен проводитися відповідно до конвенційними вимогами, то судно повинно бути обладнане спеціальними пристроями, що дозволяють проводити відбір проб і виміри рівня вантажу вручну: відкритим, напівзакритих або закритим способом. Для цієї мети використовується спеціальні пристрої, які називаються UTI (Ullage Temperature Interface)

На вантажних танках, місця для замірів розташовані в трьох місця: носової частини, кормової і по центру танка. При творі вимірів в центральній частині вантажного танка, поправка на крен не використовується, тому що переміщені обсяги вантажу, внаслідок диферента судна, взаємовиключаються.

На вантажних операціях, зокрема при вивантаженні, судно маєш значний диферент (3 - 5 метрів) з метою якісної вивантаження і зачистки залишків вантажу з танків. У таких випадках при творі вимірів в носовій і кормовій частині вантажного танка, внаслідок диферента судна, з'являється похибка при розрахунку кількості вантажу після вимірів.

Для обліку цієї поправки на всіх судах, безпосередньо для кожного вантажного танка, є коректувальні таблиці, в яких розраховано кількість вантажу в залежності від диферента (через кожним 0,5м) і відповідних показань замірів (через кожні 2 см).

Таблиця 5.7. Калібрування вантажних танків (Tank calibration table)

Рівень порожнечі, см	Кількість вантажу в метрах кубічних							
	Диф-т на ніс	рівний кіль	Диферент на корму					
	1,0 м	0,0 м	-0,5 м	-1,0м	-1,5м	-2,0м	-2,5м	-3,0 м
20,0 (98%)	3666,3	3666,3	3666,3	3666,3	3666,3	3666,3	3666,3	3666,3
200,0	3424,6	3424,1	3423,8	3423,6	3423,3	3423,0	3422,7	3422,4
1200,0	920,7	920,1	919,8	919,5	919,1	918,8	918,5	918,2
1298,0	671,8	671,2	670,8	670,5	670,2	669,9	669,6	669,2

Розрахуємо похибку у вимірах кількості вантажу, на прикладі нафтоналивного танкера дедвейтом 37000 тон, якщо не враховувати диферент судна.

На приклад диферент судна 3 метра в кормову частину, результати вимірів в кормовій частині вантажного танка показали порожнечу 200 см. З табл. 3.3 візьмемо значення кількості при диференті -3,0 м (тому що диферент в кормову частину) і значення на рівному кілі:

$$\Delta 1 = 3422,4 - 3424,1 = 1,7 \text{ куб.м}$$

Різниця цих двох значень дає нам похибка у вимірі вантажу в одному вантажному танку ($\Delta 1$), наше досліджуване судно має 12 вантажних танків, отже сумарна похибка вимірювань (Добщ) у всіх вантажних танках матиме значні обсяги:

$$\Delta_{\text{заг}} = 1,7 \times 12 = 20,4 \text{ куб.м}$$

На підставу проведеного аналізу, можна зробити висновок, що облік диферента при проведенні замірів кількості вантажу, має велике значення, з урахуванням нинішніх цін на нафтоналивні вантажі, вантажовласник або грузоперевозчик може зазнати значних збитків.

5.3.3 Спосіб розрахунку щільності вантажу методом API

Щільність АПИ - API Gravity (American Petroleum Industry) використовується в основному при розрахунку маси нафтопродуктів, величина умовна і безрозмірна. Однак API Gravity завжди можна перевести в відносну щільність за такою формулою:

$$RD^{60/60} = \frac{141,5}{API^{60/60} + 131,5} \Rightarrow API^{60/60} = \frac{141,5}{RD^{60/60}} - 131,5 \quad (5.15)$$

а потім, відносну щільність (RD) перевести в справжню щільність:

$$D^{15/15} = \frac{RD^{60/60} \times 999.012}{VCF^{60}} \quad (5.16)$$

RD60 / 60- Relative Density - відносна щільність, температура вантажу і прісної води, з якої проводилося порівняння щільності вантажу дорівнює 60 про F.

VCF60 - Volume Correction Factor - коефіцієнт об'ємного розширення при 60о F, вибирається з таблиць 54 ASTM

Завжди слід пам'ятати, що переклад різних одиниць з використанням формул, значно збільшує ймовірність виникнення помилки в підрахунку вантажу, тому багато судноплавні компанії забороняють користуватися перерахункових формулами, вимагаючи застосовувати перерахункові коефіцієнти зі спеціальних таблиць. Такі коефіцієнти для перекладу різних одиниць наведені в XI томі «ASTM, таблиця 21».

Таблиця 5.8. Перекладні коефіцієнти щільності ASTM

API щільність 60 ° F	Відносна щільність 60/60 ° F	густина 15 ° C	API щільність 60 ° F	Відносна густина 60/60 ° F	густина 15 ° C
1.5	1.0639	1063.2	4.5	1.0404	1039.8
1.6	1.0631	1062.4	4.6	1.0397	1039.0
1.7	1.0623	1061.6	4.7	1.0389	1038.3
1.8	1.0615	1060.8	4.8	1.0382	1037.5
1.9	1.0607	1060.0	4.9	1.0374	1036.7

5.3.4 Природний спад

Природний спад нафти і нафтопродуктів— це зменшення маси продукту, що відбувається внаслідок природних змін біологічних чи фізико-хімічних властивостей при збереженні якості в межах, установлених нормативно-правовими актами.

В процесах перевалки, зберігання та приймання нафти і нафтопродуктів природний спад виникає з різних причин, основними з яких є випаровування та змочування (прилипання) до стінок резервуарів. Випаровування є характерним переважно для світлих нафтопродуктів, таких як бензини, гас та газовий конденсат. Змочування та прилипання, навпаки, більш типові для темних продуктів, як-от мазут чи важка нафта. Згідно з експертними оцінками, втрати від випаровування світлих нафтопродуктів становлять близько 0,75% від обсягу їх виробництва.

Одним із ключових завдань у сфері регулювання природного спаду є розробка нормативної бази, яка враховує специфіку втрат для різних груп і класів нафтопродуктів. Визначення цих норм потребує врахування таких факторів, як:

- кліматичні зони,
- тип і конструкція резервуарів,
- об'єм резервуарів,
- сезонні умови (літній та зимовий періоди).

Це вимагає складної організаційної підготовки, значного науково-технічного забезпечення та проведення масштабних лабораторних і промислових експериментів. Оцінка втрат передбачає виконання тисяч вимірів, що робить цей процес тривалим і дорогим.

Втрати нафти і нафтопродуктів мають багатосторонній вплив:

Економічний — через зменшення обсягів реалізованого продукту.

Екологічний — через забруднення повітря від випаровування летких речовин.

Фінансовий — у вигляді додаткових витрат на компенсацію втрат.

Енергетичний — через скорочення доступних ресурсів.

Соціальний — через вплив на добробут і здоров'я населення.

З огляду на ці аспекти, проблема природного спаду нафти та нафтопродуктів є не лише важливим економічним питанням, але й стратегічним завданням у науково-технічній сфері. Її вирішення потребує інноваційних підходів, удосконалення нормативної бази та застосування сучасних технологій для мінімізації втрат і зменшення їх негативного впливу на суспільство.

5.4. Висновки

У цьому розділі було детально розглянуто особливості комерційної експлуатації танкера в аспекті визначення кількості та якості вантажу.

1. **Аналіз властивостей вантажу.** Встановлено, що фізико-хімічні властивості нафтопродуктів (густина, в'язкість, температура застигання, випаровуваність) є критичними факторами, що впливають на технологію перевезення та точність обліку вантажу. Особливу увагу слід приділяти температурному режиму, оскільки зміна температури на 1°C може призвести до значних похибок у визначенні маси вантажу.

2. **Методи вимірювань.** Розглянуто сучасні системи вимірювання рівня вантажу: від ручних рулеток типу UTI до стаціонарних радарних систем.

Визначено, що для забезпечення комерційної точності та безпеки найбільш ефективним є використання закритого способу замірів, який мінімізує втрати від випаровування та захищає екіпаж від токсичних випарів.

3. Точність розрахунків. Доведено важливість застосування поправок на крен, диферент (Wedge Formula) та температурне розширення (таблиці ASTM) для отримання коректних даних про кількість вантажу. Ігнорування цих поправок може призвести до значних комерційних втрат.

4. Контроль втрат. Вивчено роль суднового фактору (VEF) як інструменту контролю різниці між судновими та береговими замірами. Розрахунок та постійний моніторинг VEF дозволяє екіпажу аргументовано захищати інтереси судновласника у випадках нестачі вантажу та при підписанні коносаментів.

Таким чином, забезпечення точного обліку вантажу на танкері вимагає комплексного підходу, що включає використання справного каліброваного обладнання, коректне застосування методик розрахунку ASTM та суворий контроль за станом вантажу протягом усього рейсу.

РОЗДІЛ 6

РОЗРАХУНОК ЕКОНОМІЧНИХ ПОКАЗНИКІВ РОБОТИ СУДНА В РЕЙСІ

6.1 Аналіз стану ринку танкерного тоннажу

Світовий танкерний ринок на сучасному етапі характеризується високою волатильністю та структурними змінами, спричиненими геополітичною напруженістю, перерозподілом глобальних логістичних маршрутів та посиленням екологічного регулювання. Якщо раніше ключовим фактором був баланс видобутку нафти країнами ОПЕК+, то сьогодні на перший план виходять логістичні обмеження та збільшення відстані перевезень («ефект тонно-миль»).

У період 2022–2024 років спостерігалось суттєве зростання фрахтових ставок, зумовлене санкційною політикою щодо енергоресурсів агресора та кризою у Червоному морі. Необхідність обходу небезпечних зон та переорієнтація європейського імпорту на більш віддалені джерела (США, Близький Схід, Латинська Америка) призвели до значного подовження рейсів. Це створило штучний дефіцит тоннажу навіть за умов стабільного обсягу видобутку нафти, що підтримує фрахтовий ринок на високому рівні.

Важливим фактором стримування пропозиції флоту є історично низький портфель замовлень на нові танкери (orderbook) у співвідношенні до діючого флоту, який спостерігався протягом останніх років. Верфі перевантажені замовленнями на контейнеровози та газовози, що обмежує можливість швидкого вводу в експлуатацію нових нафтоналивних суден. Водночас світовий танкерний флот стрімко старіє, що підвищує ризики експлуатації та змушує судновласників розглядати питання оновлення активів.

Екологічний порядок денний залишається драйвером змін. Після впровадження обмежень ІМО 2020 щодо вмісту сірки, індустрія перейшла до виконання нових вимог ІМО щодо вуглецевої інтенсивності (індекси EEXI та

СП), що набрали чинності з 2023 року, а також включення судноплавства до системи торгівлі квотами на викиди ЄС (EU ETS) з 2024 року. Ці заходи змушують операторів знижувати експлуатаційну швидкість суден (slow steaming) для зменшення викидів, що фактично скорочує провізну здатність флоту та підтримує ставки фрахту.

Технологічний розвиток нових танкерів фокусується на мультипаливних системах. Провідні світові оператори (такі як Euronav, Maersk Tankers, Torm та ін.) активно інвестують у будівництво суден, здатних працювати на альтернативних видах палива. Якщо раніше основним перехідним паливом вважався зріджений природний газ (СПГ), то зараз зростає інтерес до метанолу та аміаку як до перспективних видів палива з нульовим вуглецевим слідом. Сучасні танкери типорозмірів Aframax та VLCC все частіше проектуються як судна з двопаливними двигунами (Dual-Fuel), що дозволяє їм відповідати жорстким екологічним стандартам майбутнього.

6.2 Розрахунок кількісних та якісних показників роботи судна в рейсі

Розрахунок виконаний на підставі завдання і даних, отриманих у попередніх розділах цієї дипломної роботи, взятих із суднової документації при роботі на переддипломної практиці, з довідкових матеріалів кафедри М і ЕМТ НУ«ОМА», прейскурантів, тарифів та ін. Вихідні дані рейсу т/х «SHANDONG WEIHE» з порту Singapore в порт Sendai зведені в таблицю 6.1.

Таблиця 6.1 Початкові дані для розрахунку рейсу

№ п/п	Найменування показників	Умовні позначення	Одиниця вимірювання	Значення
1	2	3	4	5
1	Дедвейт т/х «SHANDONG WEIHE»	D_w	Тон	50196
2	Запаси на початок рейсу	G_p	тон	2542,4
3	Відстань між портами	L	милі	3133,7
4	Кількість навантаженого вантажу: дизельне паливо	ΣQ_m	т	45007,2
5	Фрахтова ставка за 1т вантажу	f	\$/т	16
6	Норми навантаження вантажу	$M_{ван}$	т/ доб.	4500
7	Норми вивантаження вантажу	$M_{вив}$	т/ доб.	3000
8	Експлуатаційна швидкість	v	екс. вузли	13,0
9	Швидкість в каналах, вузостях	v	кан. вуз.	10
10	Добова витрата палива на ходу: важке	q^6_x	тон/доб	26,0
	На стоянці: легке	$q^6_{ст}$	тон/доб	4,8
11	Ціна 1 тони палива: важке	C_β	\$/т	480
	легке	C_λ	\$/т	600
12	Балансова вартість судна	$C_{бал}$	\$	7529400
13	Річна норма амортизації	H_a	%	10
14	Позаексплуатаційний час	T_{ze}	діб.	15
15	Чисельність екіпажу	$Ч_{ек}$	чол.	19
16	Час затримки в дорозі	$t_{зат}$	доб.	0,05
17	Додатковий час в портах стоянки	$t_{доод}$	доб.	0,2
18	Заробітна платня	$R_{зн}$	\$/доб	2700
19	Витрати на технічне постачання	$R_{т.пос}$	\$/доб	350
20	Навігаційні витрати	$R_{нав}$	\$/доб	285

21	Портові збори	$R_{порт}$	\$	24500
22	Агентство суден	$R_{аг}$	\$/доб	250
1,2	Витрати на страхування судна	$R_{стр}$	\$/доб	300
24	Витрати на ремонт	$C_{рем}$	\$/мр.п.	500000
25	Вартість одного доковання	$C_{док}$	\$	50000

При розрахунку кількісних показників роботи судна в рейсі використовуємо дані рейсового завдання.

1. Розраховуємо чисту вантажопідйомність судна:

$$D_q = D_w - G_{зан}, \quad (6.1)$$

$$D_q = 50196 - 2542,4 = 47653,6 \text{ т}$$

2. Розраховуємо експлуатаційний період роботи судна:

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

де T_k - календарний період, приймаємо 365 діб;

$$T_{екс} = 365 - 15 = 350 \text{ діб}$$

3. Розраховуємо час рейсу:

- ходовий час:

$$t_x = \frac{L}{V_{екс} \times 24} + t_{зад}, \quad (6.3)$$

$$t_x = 3133,7 / (13,0 \times 24) + 0,05 = 10,1 \text{ діб}$$

- стоянковий час:

$$t_{cm} = t_{cm}^n + t_{cm}^e = \left(\frac{Q_1}{M_{n1}} \right) + \left(\frac{Q_1}{M_{e1}} \right) + t_{don} \quad (6.4)$$

$$t_{cm} = 45007,2 / (4500 \times 24) + 45007,2 / (3000 \times 24) + 0,2 = 1,2 \text{ діб.}$$

- час рейсу складе:

$$t_p = t_x + t_{cm}, \quad (6.5)$$

$$t_p = 10,1 + 1,2 = 11,3 \text{ діб}$$

4. Розрахуємо провізну спроможність судна:

- зроблено тонно-миль за рейс:

$$\Sigma QL = 45007,2 \times 3133,7 = 141039063 \text{ тонно-миль/рейс}$$

- зроблено тоннаже-миль за рейс:

$$\Sigma D_{\text{ч}} L = 47653,6 \times 3133,7 = 149332086 \text{ тоннаже-миль/рейс}$$

5. Розраховуємо доходи судна за рейс (\$/рейс):

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

$$\Sigma F_{\text{рейс}} = 45007,2 \times 16 = 720115 \text{ $/рейс}$$

6. Розраховуємо витрати судна за статтями за добу і за рейс:

Постійні експлуатаційні витрати судна за добу розраховуємо за формулою:

$$R_{\text{екс.}} = R_{\text{зн}} + R_{\text{хар}} + R_{\text{рем}} + R_{\text{ам}} + R_{\text{сн}} + R_{\text{м.нос}} + R_{\text{нав}} + R_{\text{норм}}/t_p + R_{\text{аг}} + R_{\text{стр}}, \quad (6.7)$$

- витрати на заробітну плату ($R_{\text{зн}}$) 2700 \$/добу;

- витрати на харчування екіпажу ($R_{\text{хар}}$) розраховуємо за формулою:

$$R_{\text{хар}} = \text{Ч}_{\text{ек}} \cdot n_{\text{хар}} \quad (6.8)$$

де $n_{хар}$ – норма харчування на одного члена екіпажу 5 – 15 \$/добу на 1 особу.

$$R_{хар} = 19 \times 12 = 228 \text{ \$/добу};$$

- витрати на ремонт ($R_{рем}$) розраховуємо за формулою:

$$R_{рем}^{доб} = \frac{(n_{док} \times C_{док} + C_{рем}) / t_{мп}}{T_{екс}}, \quad (6.9)$$

де: $n_{док}$ – кількість докувань за міжремонтний період;

$t_{мп}$ – міжремонтний період 5 років.

$$R_{рем} = ((50000 + 500000) / 5) / 350 = 314 \text{ \$/добу}$$

- витрати на амортизацію ($R_{ам}$) розраховуємо за формулою:

$$R_{ам} = \frac{C_{бал} \times H_{ам}}{T_{ек} \times 100}, \quad (6.10)$$

$$R_{ам} = (7529400 \times 0,1) / 350 = 2151 \text{ \$/добу};$$

- витрати на загальносуднове постачання ($R_{сн}$) розраховуємо за формулою:

$$R_{сн} = \frac{C_{бал} \times H_{сн}}{T_{екс} \times 100}, \quad (6.11)$$

де $H_{сн}$ - норма постачання;

$$R_{сн} = (7529400 \times 0,02) / 350 = 430 \text{ \$/добу};$$

- витрати на технічне постачання ($R_{т.пос.}$) 350 \$/добу;

- навігаційні витрати, \$/добу ($R_{нав}$) 285 \$/добу;

- портові збори ($R_{порт}$) 24500 \$/рейс;

- витрати з агентування ($R_{аг}$) 250 \$/добу;

- витрати на страхування ($R_{стр}$) 300 \$/добу.

Підставляючи значення в формулу 6.7 розраховуємо постійні експлуатаційні витрати судна за добу:

$$R_{екс} = 2700 + 228 + 314 + 2151 + 430 + 350 + 285 + 24500 / 11,3 + \\ + 250 + 300 = 9176 \text{ \$ / добу}$$

7. Розраховуємо непрямі (адміністративно-управлінські)

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

де $k_{ад}$ - коефіцієнт на адміністративно-управлінський апарат (від суми постійних експлуатаційних витрат судна), приймаємо 2 %.

$$R_{кос.} = 9176 \times 0,02 = 184 \text{ \$ / добу}$$

8. Знаходимо загальні постійні експлуатаційні витрати судна за добу:

$$R_{заг} = R_{екс} + R_{кос} \quad (6.13)$$

$$R_{заг} = 9176 + 184 = 9360 \text{ \$ / добу}$$

9. Знаходимо загальні постійні експлуатаційні витрати судна за рейс:

$$\Sigma R_{заг.екс} = R_{заг} \cdot t_p \quad (6.14)$$

$$\Sigma R_{заг.екс} = 9360 \times 11,3 = 105768 \text{ \$ / рейс}$$

10. Розраховуємо змінні витрати судна за добу і за рейс:

- витрати на паливо і мастильні матеріали на ходу за добу експлуатації:

$$R_x^m = k_{см} \cdot q_x \cdot Ц_m \quad (6.15)$$

де $k_{см}$ — коефіцієнт, що враховує витрати на мастильні, обтиральні матеріали, в залежності від двигуна = 1,05 - 1,15.

$$R_x^e = 1,1 \times 26,0 \times 480 = 13728 \text{ \$ / добу}$$

- витрати на паливо і мастильні матеріали на стоянці за добу експлуатації:

$$R_{cm}^n = k_{cm} \cdot q_{cm} \cdot \Pi_l \quad (6.16)$$

$$R_{cm}^6 = 1,1 \times 4,8 \times 600 = 3168 \text{ \$/добу}$$

- витрати на паливо і мастильні матеріали витрати за рейс:

$$\Sigma R_{nep} = (R_x^m \cdot t_x) + (R_{cm}^m \cdot t_{cm}) \quad (6.17)$$

$$\Sigma R_{nep} = 13728 \times 13,0 + 3168 \times 1,2 = 182266 \text{ \$/рейс}$$

11. Знаходимо загальні витрати судна за рейс:

$$\Sigma R_{рейс} = \Sigma R_{заг.екс} + \Sigma R_{nep} \quad (6.18)$$

$$\Sigma R_{рейс} = 105768 + 182266 = 288034 \text{ \$/рейс}$$

12. Знаходимо прибуток судна за рейс:

$$\Sigma \Pi_{рейс} = \Sigma F_{рейс} - \Sigma R_{рейс}. \quad (6.19)$$

$$\Sigma \Pi_{рейс} = 720115 - 288034 = 431881 \text{ \$/рейс}$$

Прибуток судна т/х «SHANDONG WEIHE» з порту Singapore в порт Sendai з вантажем дизельне паливо за рейс склав 431881 \\$/рейс.

Якісні показники роботи судна в рейсі розраховуємо за методикою [4]:

1. Коефіцієнт використання календарного періоду:

$$K_e = \frac{T_{екс}}{T_k}, \quad (6.20)$$

$$K_e = 350 / 365 = 0,959$$

2. Коефіцієнт завантаження судна:

$$\alpha_3 = \frac{\Sigma Q}{\Sigma D_u}, \quad (6.21)$$

$$\alpha_3 = 45007,2 / 47653,6 = 0,944$$

3. Середньодобова експлуатаційна швидкість:

$$V_{cp.} = \frac{L}{t_x}, \quad (6.22)$$

$$V_{cp} = 3133,7 / 13,0 = 241$$

4. Коефіцієнт ходового часу:

$$\varepsilon_x = \frac{t_x}{t_p}; \quad (6.1,2)$$

$$\varepsilon_x = 13,0 / 11,3 = 1,150$$

5. Продуктивність однієї тони вантажопідйомності судна в добу експлуатації:

$$\mu_6 = \alpha_3 \cdot V_{cp.} \cdot \varepsilon_x, \quad (6.24)$$

$$\mu_6 = 0,944 \times 241 \times 1,150 = 261,63$$

6. Валова прибутковість одних судно-днів:

$$\mu = \Sigma F_{рейс} / t_p, \quad (6.25)$$

$$\mu = 720115 / 11,3 = 63727 \text{ \$}/\text{доба}$$

7. Собівартість перевезення однієї тони вантажу в рейсі:

$$S_m = \Sigma R_{\text{рейс}} / \Sigma Q, \quad (6.26)$$

$$S_m = 288034 / 45007,2 = 6,40 \text{ \$/т}$$

8. Собівартість 1 тонно-милі в рейсі:

$$S_{m-m} = \Sigma R_{\text{рейс}} / \Sigma Ql, \quad (6.27)$$

$$S_{m-m} = 288034 / 141039063 = 0,0020422 \text{ \$/т-м}$$

9. Собівартість утримання судна в добу експлуатації:

$$S_{c-c} = \Sigma R_{\text{рейс}} / t_p \quad (6.28)$$

$$S_{c-c} = 288034 / 11,3 = 25490 \text{ \$/доб.екс}$$

10. Рівень дохідності являє відношення доходів до витрат:

$$PF = \Sigma F_{\text{рейс}} / \Sigma R_{\text{рейс}} \quad (6.29)$$

$$PF = 720115 / 288034 = 2,50$$

При $PF > 1$ рейс прибутковий. Рівень дохідності (target yield) — показник розрахунку ефективності виконаного рейсу заснований на аналізі кількісних та якісних показників роботи судна в рейсі.

6.3 Прогнозування роботи судна, оцінка ефективності рейсу

Якісні показники роботи судна за експлуатаційний період розраховуємо з урахуванням розрахованого експлуатаційного період роботи судна за формулою (6.2) за методикою:

1. Число рейсів за експлуатаційний період:

$$Ч_p = T_{екс} / t_p \quad (6.30)$$

$$Ч_p = 350 / 11,3 = 30,97$$

2. Обсяг перевезеного вантажу за експлуатаційний період:

$$\Sigma Q_{екс} = \Sigma Q Ч_p \quad (6.31)$$

$$\Sigma Q_{екс} = 45007,2 \times 30,97 = 1393873 \text{ т / рік}$$

3. Обсяг транспортної роботи за експлуатаційний:

$$\Sigma Ql_{екс} = \Sigma Ql Ч_p \quad (6.32)$$

$$\Sigma Ql_{екс} = 141039063 \times 30,97 = 4367979781 \text{ т-миль / рік}$$

4. Дохід за експлуатаційний період:

$$\Sigma F_{екс} = \Sigma F_{рейс} Ч_p \quad (6.33)$$

$$\Sigma F_{екс} = 720115 \times 30,97 = 22301962 \$ / рік$$

5. Загальні витрати судна за експлуатаційний період:

$$\Sigma R_{екс} = R_{рейс} Ч_p \quad (6.34)$$

$$\Sigma R_{екс} = 288034 \times 30,97 = 8920413 \$ / рік$$

6. Прибуток судна за експлуатаційний період:

$$\Sigma П = П_p Ч_p \quad (6.35)$$

$$\Sigma П = 431881 \times 30,97 = 13375355 \$ / рік$$

7. Рівень дохідності роботи судна за експлуатаційний період:

$$\Sigma PF = \Sigma F_{екс} / \Sigma R_{екс} \quad (6.36)$$

$$PF = 22301962 / 8920413 = 2,50$$

Для оцінка ефективності виконаного рейсу і роботи судна за експлуатаційний період зведемо розрахункові дані в таблицю 6.2.

Таблиця 6.2 Кількісні і якісні показники виконаного рейсу

№ п/п	Найменування показників	Умовні позначення	Одиниця вимірювання	Значення
1	2	3	4	5
1	Валовий дохід	F	\$	720115
2	Затрати загальні	R	\$	288034
3	Прибуток	Π	\$	431881
4	Коефіцієнт ходового часу	ε_x		1,150
5	Середньодобова експлуатаційна швидкість	V_{cp}	милі/доб	241
6	Дохідність судна	μ	\$/доб	63727
7	Рівень дохідності	PF		2,50
8	Собівартість перевезення 1 т вантажу	S_T	\$/т	6,40
9	Собівартість 1 т-мілі	S_{T-M}	\$/т-м	0,0020422
10	Собівартість утримання судна за добу експлуатації	S_{C-C}	\$/доб.	25490

В результаті проведених розрахунків, наведених у таблиці 6.2. слід зазначити, що виконаний рейс є прибутковим. Рівень дохідності 2,50, прибуток 431881 \$ за рейс, а за експлуатаційний період прибуток складе 13375355 \$. Судно «SHANDONG WEIHE» доцільно використовувати на даній 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 дані (сценарій виникнення надзвичайної ситуації на об'єкті морського транспорту)

Пасажи́рське судно «OCEAN MAJESTY» очікує дозволу на вхід в порт Чітагонг (Бангладеш). Було отримано повідомлення про захоплення невідомими особами судна-контейнеровоза, який стоїть на якорі в районі зовнішнього рейду. На судні-контейнеровозі стався вибух, в наслідок якого пошкоджено багатoeлементний газовий контейнер (БЕГК). З аварійної БЕГК на палубу контейнеровоза вилилося 10 т сірчистого ангідриду, що є сильнодіючою отруйною речовиною (СДОР). Характер розливу - «вільно».

Метеорологічні умови на момент виникнення надзвичайної ситуації: час 15:00, температура повітря 30°, Швидкість вітру 5 м/с, вітер зустрічний, суцільна хмарність. Відстань до аварійного судна-контейнеровоза - 1 км. Місцевість відкрита, характер – водна поверхність.

Виконати оперативний прогноз хімічної обстановки на час через 1 годину після аварії. Запропонувати заходи щодо зменшення можливих втрат серед екіпажу судна.

Визначити стандартні робочі процедури по прийняттю відповідних заходів у разі захоплення заручників.

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»).

1) Визначення ступеня вертикальної стійкості повітря

За заданими метеорологічними умовами (час доби – день, швидкість вітру 5 м/с, суцільна хмарність) за допомогою табл. 7.1 визначаємо: на момент виникнення надзвичайної ситуації ступінь вертикальної стійкості повітря.

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
2,1-4,1	конвекція	ізотермія	ізотермія	ізотермія	ізотермія	ізотермія
> 4,0	ізотермія	ізотермія	ізотермія	ізотермія	ізотермія	ізотермія

2) Розрахунок еквівалентної кількості СДОР у первинній хмарі

Кількісні характеристики викиду СДОР для розрахунку масштабів зараження визначаються за його еквівалентними значеннями.

$$Q_{\text{эл}} = K_1 \cdot K_3 \cdot K_5 \cdot K_7^I \cdot Q_0 = 0,11 \cdot 0,333 \cdot 0,23 \cdot 1,3 \cdot 10 = 0,1 \text{ т, (7.1)}$$

де $K_1 = 0,11$ – коефіцієнт, що залежить від умов зберігання СДОР (табл. 7.2); $K_3 = 0,333$ – коефіцієнт, що дорівнює відношенню порогової токсодози хлору до порогової токсодози сірчистого ангідриду; $K_5 = 0,23$ – коефіцієнт, що враховує ступінь вертикальної стійкості повітря; $K_7^I = 1,3$ – коефіцієнт, що враховує вплив температури повітря на швидкість утворення первинної хмари; $Q_0 = 10$ т – кількість розлитого сірчистого ангідриду.

Таблиця 7.2 – Характеристики СДОР і значення допоміжних коефіцієнтів

Найме- нування СДОР	Щільність СДОР, т/м³		Температура кіпіння	Порогова токсодоза, мг • хв / л	Значення допоміжних коефіцієнтів								
	Ізометричне зберігання				K1	K2	K3	K7 для температури повітря (°C)					
	Газ	Рідина						-40	-20	0	20	30	
Сірчистий ангідрид	0,0029	1,462	-10	1,8	0,11	0,049	0,333	<u>0</u> 0,2	<u>0,3</u> 0,5	<u>0,3</u> 1	<u>1</u> 1	<u>1,3</u> 1	

Примітка. У таблиці наведені значення K_7 у чисельнику K_7^I – (для первинної хмари), у знаменнику – K_7^{II} (для вторинної хмари).

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

Площа розливу S_p (м²) сірчистого ангідриду дорівнює:

$$S_p = \frac{V_p}{h} = \frac{Q_0/\rho}{h} = \frac{10/1,462}{0,05} = 136,8 \text{ м}^2 \quad (7.2)$$

де V_p – об'єм хлористого водню, що розлився, м³; $Q_0 = 10$ т – кількість аміаку, що розлився при аварії; $\rho = 1,462$ т/м³ – щільність сірчатого ангідриду (табл. 7.2); $h = 0,05$ м – товщина шару аміаку для характеру розливу – «вільно».

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 Т (год.) сірчистого ангідриду:

$$T = \frac{h \cdot \rho}{K_2 \cdot K_4 \cdot K_7^{\text{II}}} + \frac{1}{K_M \cdot V_{\text{II}}} = \frac{0,05 \cdot 1,462}{0,049 \cdot 2,34 \cdot 1} + \frac{1}{1 \cdot 29} = 0,67 \text{ год.} = 40 \text{ хв.} \quad (7.3)$$

де: $K_2 = 0,049$ – коефіцієнт, що залежить від фізико-хімічних властивостей сірчистого ангідриду, що наведено в таблиці 7.2; $K_4 = 2$ – коефіцієнт, що враховує швидкість вітру, що наведено в таблиці 7.3; $K_7^{\text{II}} = 1$ – коефіцієнт, що враховує вплив температури навколишнього повітря на швидкість утворення вторинної хмари, що наведено в таблиці 7.2; $K_M = 1$ – коефіцієнт, що враховує вплив місцевості на швидкість поширення хмари сірчистого ангідриду, що наведено в табл. 7.4; $V_{\text{II}} = 29$ км/год – швидкість перенесення переднього фронту хмари зараженого повітря, що наведено в табл. 7.5.

Таблиця 7.3 - Значення коефіцієнту K_4 залежно від швидкості вітру

Швидкість вітру(u), м/с	1≤	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

Таблиця 7.4 - Значення коефіцієнту K_m залежно від впливу характеру місцевості

Рельєф місцевості, вид рослинності і забудови	Вертикальна стійкість повітря		
	конвекція	ізотермія	інверсія
Водна поверхня, відкрита місцевість	1	1	1
Міська (промислова) забудова	0,2	0,2	0,3
Територія порту	0,2	0,2	0,3

Таблиця 7.5 - Швидкість (км/год) перенесення V_n переднього фронту хмари зараженого повітря залежно від швидкості вітру

Ступень вертикальної стійкості повітря	Швидкість вітру (u), м/с									
	$1 \leq$	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Ізотермія	6	12	18	24	29	35	41	47	53	59

Розраховуємо еквівалентну кількість сірковуглецю Q_{e2} (т) у вторинній хмарі:

$$Q_{e2} = (1-K_1) \cdot K_2 \cdot K_3 \cdot K_4 \cdot K_5 \cdot K_6 \cdot K_7^{\Pi} \cdot \frac{Q_0}{h \cdot \rho} =$$

$$= (1-0,11) \cdot 0,049 \cdot 0,333 \cdot 1 \cdot 2,34 \cdot 0,23 \cdot 1 \cdot \frac{10}{0,05 \cdot 1,462} = 1,07 \text{ т, (7.4)}$$

Де $K_6 = 1$ – коефіцієнт, що залежить від часу N , що пройшов з моменту початку аварії; за умовами завдання $N = 1$ год (при $T < 1$ ч K_6 приймається для 1 год).

4) Визначення глибини і площі зони зараження

Глибину зони зараження первинною (вторинною) хмарою СДОР при аваріях на технологічних ємкостях, 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 и 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

Для $Q_{c1} = 0,1$ т та швидкості вітру $u = 5$ м/с визначаємо глибину зони зараження вторинною хмарою сірковуглецю: $\Gamma_2 = 0,53$ км.

Для $Q_{c2} = 1,07$ т та швидкості вітру $u = 5$ м/с визначаємо глибину зони зараження вторинною хмарою сірковуглецю: $\Gamma_2 = 1,68$ км.

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

$$\Gamma_{\Sigma} = \Gamma' + 0,5 \cdot \Gamma'' = 1,68 + 0,5 \cdot 0,53 = 1,945 \text{ км}, \quad (7.5)$$

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

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

$$\Gamma_{\Pi} = N \cdot V_{\Pi} = 1 \cdot 29 = 29 \text{ км}. \quad (7.6)$$

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

$$\Gamma = \min \left\{ \begin{array}{l} \Gamma_{\Sigma} \\ \Gamma_{\Pi} \end{array} \right\} = 1,945 \text{ км}. \quad (7.7)$$

Визначаємо площу зони можливого зараження S_v (км²) хмарою аміаку:

$$S_B = \pi \cdot \Gamma^2 \cdot \varphi / 360^\circ = 3,14 \cdot 1,945^2 \cdot 45^\circ / 360^\circ = 1,48 \text{ км}^2, \quad (7.8)$$

де $\Gamma = 1,945$ км – розрахункова глибина зони зараження; $\varphi = 45^\circ$ – кутовий розмір зони зараження, що наведено в 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):

$$S_\phi = K_8 \cdot \Gamma^2 \cdot N^{0,2} = 0,133 \cdot 1,945^2 \cdot 1^{0,2} = 0,26 \text{ км}^2, \quad (7.9)$$

де: $K_8 = 0,133$ – коефіцієнт, що залежить від ступеня вертикальної стійкості повітря – ізотермії (при інверсії приймається 0,081; при ізотермії – 0,133; при конвекції – 0,235).

5) Розрахунок глибин поширення хмари СДОР у вражаючих концентраціях при смертельному, важкому, середньому і легкому ураженні.

Територія можливого хімічного зараження представляє собою сектор, що має кутовий розмір $\varphi = 45^\circ$, згідно з табл. 7.7 і радіус, який дорівнює значенню розрахунковій глибині зони зараження $\Gamma = 1,94$ км. Центр сектора співпадає з джерелом зараження – місцем розливу сірчистого ангідриду. Бісектриса сектора співпадає з віссю сліду хмари та орієнтована по напрямку вітру.

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

Розраховуємо глибину зони смертельних уражень Γ (км):

$$\Gamma_1 = \lambda \cdot K_M \cdot \left(\frac{Q_3}{D_1} \right)^\Psi = 1,34 \cdot 1 \cdot \left(\frac{1,17}{6} \right)^{0,542} = 0,555 \text{ км}, \quad (7.10)$$

де $\lambda = 1,34$; $\Psi = 0,542$ – коефіцієнти, що залежать від швидкості вітру, наведено у табл. 7.8; $Q_3 = Q_{31} + Q_{32} = 0,1 + 1,07 = 1,17$ т. – загальна еквівалентна кількість СДОР, що перейшла в первинну і вторинну хмару; $D = 6$ мг.хв/л – летальна токсодоза для хлору.

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 $\Gamma_{0,4l}$ (км):

$$\Gamma_{0,4l} = \lambda \cdot K_M \cdot \left(\frac{Q_3}{D_{0,4l}} \right)^\Psi = 1,34 \cdot 1 \cdot \left(\frac{1,17}{2,4} \right)^{0,542} = 0,91 \text{ км}. \quad (7.11)$$

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

Розраховуємо глибину зони уражень середньої важкості $\Gamma_{0,2l}$ (км):

$$\Gamma_{0,2l} = \lambda \cdot K_M \cdot \left(\frac{Q_3}{D_{0,2l}} \right)^\Psi = 3,73 \cdot 0,2 \cdot \left(\frac{0,74}{1,2} \right)^{0,606} = 1,33 \text{ км}, \quad (7.12)$$

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

Глибина зони легких уражень відповідає значенню розрахунковій глибині зони зараження $\Gamma = 1,94$ км.

6) 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:

$$t = \frac{x}{K_M \cdot V_{\Pi}} = \frac{1}{1.29} = 0,034 \text{ год.} \approx 2 \text{ хв.} \quad (7.13)$$

де $x = 1$ км – відстань від джерела зараження до заданого об'єкту.

7.1.3. Висновки і рекомендовані заходи для зменшення людських втрат

Проведена оцінка масштабів хімічного зараження території в результаті аварійного розливу сірчистого ангідриду в районі зовнішнього рейду порта Чітагонг (Бангладеш) показала, що хмара зараженого повітря досягає межі житлової надбудови судна, де укритися екіпаж, через 2 хв. В результаті утворення зони хімічного зараженого приміщення надбудови судна, де знаходиться екіпаж судна, потрапляють в зону важких уражень, що у свою чергу є серйозною загрозою для життя моряків.

При досить швидкому підході зараженого повітря до житлової надбудови дія вражаючих концентрацій хмари може тривати майже 40 хвилин. Потужна сила вітру (5 м/с) забезпечує збереження вражаючих концентрацій на глибині до 1,94 км.

Для зменшення людських втрат пропонується виконати наступні заходи:

- якнайскоріше прибрати усіх людей з палуби всередину надбудови судна;
- по можливості максимально герметизувати усі приміщення в надбудові судна, в яких укритися екіпаж;

- використати наявні на судні дихальні апарати, при цьому забезпечити контроль часу знаходження людей в апаратах (захисна дія дихальних апаратів обмежена часом у 30 хв.);
- по можливості розгорнути судно за вітром, щоб хмара зараженого повітря рухалася в бік від надбудови судна;

7.2. Заходи у разі захоплення заручників

В останні роки почастишали випадки захоплення торгових суден морськими піратами з метою отримання вигоди. Експерти спостерігають позитивну статистику в кількості взятих в полон членів екіпажів, але, не дивлячись на те, що в полоні у піратів знаходиться менше моряків, ніж це було раніше.

У разі захоплення потрібно діяти відповідно до Ship Contingency Plan. Сповістити компанію, подати Distress сигнал та активувати спеціальну кнопку тривожності SSAS. Далі потрібно оголосити загальну тривогу і, відповідно за аварійним планом судна, подати оголошення «Піратська атака» Всі члени екіпажу, за винятком тих, які повинні бути присутніми на містку, або в машинному відділенні, повинна зібратися в безпечної точці збору або цитаделі, якщо така побудована, щоб мати максимальну можливу захист від вогню.

До того, як пірати потраплять на капітанський місток, повідомте про напад в компанію або в морський центр безпеки. Якщо є час, повідомити подробиці непередбаченого контакту і точне місце вашого розташування Maritime Security Centre Horn of Africa (MSCHOA) або в International Maritime Bureau.

В ніякому разі не чинити опір, інакше (це може привести до насильства і фізичного збитку для членів екіпажу). Залишайтеся спокійними і повністю співпрацюйте з піратами.

ВИСНОВКИ

При виконанні магістерської роботи зроблений опис характеристик судна "SHANDONG WEIHE". Проаналізований перехід за маршрутом Сінгапур (Singapore) – Сендай (Sendai) з навігаційної точки зору. Оброблений та розміщений вантаж, а також виконана оцінка морехідних якостей судна. Проаналізовані критерії ІМО щодо остійності в непошкоджену стані та зроблена оцінка місцевої і загальної міцності корпусу судна. Отримані результати аналізу етапів запланованого рейсу задовольняють критерії безпеки судноплавства та відповідають діючій міжнародній нормативно-правовій базі, що регламентує перевезення вантажів морськими шляхами.

У дослідницькому розділі розглянуто особливості вимірювань і розрахунків кількості вантажу на нафтових танкерах. У наступних розділах розраховані економічні показники роботи судна в рейсі за основним маршрутом. Виконане порівняння економічної ефективності з альтернативою маршруту, що запропонований у рекомендаціях дослідницького розділу. В результаті порівняння отримане значення різниці прибутковості рейсів, що складає менше 3% від основного. Виконані завдання з питань охоронних заходів і цивільного захисту на судні.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Методичні вказівки для виконання магістерської роботи / [Ворохобін І. І., Ніколаєва Л. Л., Астайкін Д. В., Бурмака І. О., Голіков А. О., Давидов І. П., Кучер Ю. П., Медведєва Ю. С., Петриченко Є. А., Сотніченко Л. Л.]; під редакцією І. І. Ворохобіна — Одеса: НУ “ОМА”, 2019. — 100 с.
2. Міжнародна конвенція про підготовку і дипломування моряків та несення вахти вахти 1978 року (консолідований текст з манільськими поправками). — К: ВПК “Експрес-Поліграф”, 2012. — 568 с.
3. Резолюція А.893(21) Руководство по плануванню рейсу 1999 року [Електронний ресурс] : [Веб-сайт]. — Електронні дані. — Лондон: Міжнародна морська організація, 1999.
4. Рекомендації щодо організації навігаційної служби на морських судах України (РІШСУ-98) 1998 року. — Одеса: ЮжНІІМФ, 1998. 59 с.
5. Bridge Procedures Guide 2016 (Fifth Edition). — London, International Chamber of Shipping: Marisec, 2016.
6. Swift A. J., Bailey T. J. Bridge Team Management, Practical Guide, 2004 (Second Edition, including new section on Electronic Navigation) / A. J. Swift, T. J. Bailey. — London: The Nautical Institute, 2004. — 118 p.
7. NP131 Charts and publications catalogue — London: UKHO, 2019. — 119 p.
8. NP283 (2) List of Radio Signals. Maritime Safety Information Services. The Americas, Far East and Oceania. — London: UKHO, 2019.
9. NP285 List of Radio Signals. Global Maritime Distress and Safety System (GMDSS). — London: UKHO, 2019.
10. NP286 (1) List of Radio Signals. Pilot Services, Vessel Traffic Services and Port Operations. United Kingdom and Europe (excluding Arctic, Baltic and Mediterranean Coasts). — London: UKHO, 2019.
11. NP286 (5) List of Radio Signals. Pilot Services, Vessel Traffic Services and Port Operations. North America, Canada and Greenland.— London: UKHO, 2019.
12. Guide to Port Entry. — Reigate: Shipping Guides, 2011. — 3552 p.

13. <https://coast.noaa.gov/hurricanes> «Пошук ураганів».
14. <http://education.meteofrance.fr/dossiers-thematiques/le-fonctionnement-de-l-atmosphere/un-phenomene-extreme-les-cyclones/les-cyclones> «Інформація о циклонах».
15. http://www.weather.gov.hk/education/edu01met/wxphe/ele_fujiwhara_e.htm «Ефект Фудживхари».
16. <http://www.nhc.noaa.gov/> - Інтернет-сайт Національного центру попередження ураганів США.
17. <http://www.jma.go.jp/en/typh/> - Інтернет-сайт Центру тайфунів Японії.
18. <http://www.imd.gov.in/> - Інтернет-сайт Департаменту погоди Індії.
19. <http://ru.wikipedia.org/> - Вільна інтернет-енциклопедія.
20. <http://www.tropicalstormrisk.com/> - Глобальна система передбачення і стеження за тропічними циклонами.
21. <http://www.prh.noaa.gov/hnl/cphc/> - Інтернет-сайт Центрального тихоокеанського центру попередження ураганів США.
22. NP77 List of Lights and Fog Signals. Eastern Atlantic Ocean, Western Indian Ocean, Arabian and Red Seas. — London: UKHO, 2019.
23. NP79 List of Lights and Fog Signals. Bay of Bengal and Pacific Ocean, North of the Equator — London: UKHO, 2019.
24. NP87 List of Lights and Fog Signals. North Part of South China and Eastern Archipelagic Seas — London: UKHO, 2019.
25. NP314 The Nautical Almanac. — London: UKHO, 2019.
26. NP203 Tide Tables. Indian Ocean and South China Sea (Including Tidal Stream Tables) — London: UKHO, 2019.
27. NP281 (1) List of Radio Signals. Maritime Radio Stations. Europe, Africa and Asia (excluding the Far East). — London: UKHO, 2019.
28. NP281 (2) List of Radio Signals. Maritime Radio Stations. The Americas, Far East and Oceania. — London: UKHO, 2019.

29. NP282 (1) List of Radio Signals. Radio Aids to Navigation. Differential GPS (DGPS), Legal Time, Radio Time Signals and Electronic Position Fixing System. Europe, Africa and Asia (excluding Far East). — London: UKHO, 2019.
30. NP282 (2) List of Radio Signals. Radio Aids to Navigation. Differential GPS (DGPS), Legal Time, Radio Time Signals and Electronic Position Fixing System. The Americas, Far East and Oceania. — London: UKHO, 2019.
31. Міжнародна конвенція по запобіганню забруднення с суден 1973 року [Електронний ресурс] : [Веб-сайт]. — Електронні дані. — Лондон: Міжнародна морська організація, 1973. — Режим доступу: www.zakon.rada.gov.ua (дата звернення 17.10.2019) — Назва з екрана.
32. International Maritime Dangerous Goods Code (IMDG Code), Volume 1. — London: International Maritime Organization, 2006.
33. International Maritime Dangerous Goods Code (IMDG Code), Volume 2. — London: International Maritime Organization, 2006.
34. International Maritime Dangerous Goods Code (IMDG Code), Supplement. — London: International Maritime Organization, 2010.
35. Thomas R. E. Thomas Stowage — The Properties and Stowage of Cargoes (Eighth Edition) / R. E. Thomas. — London: Son & Ferguson Ltd, 2002.
36. The International Convention on Load Lines 1966 [Електронний ресурс] : [Веб-сайт]. — Електронні дані. — Лондон: Міжнародна морська організація, 1966. — Режим доступу: www.riigiteataja.ee (дата звернення 28.10.2019) — Назва з екрана.
37. The International Code on Intact Stability, 2008 (Third Edition). — London: International Maritime Organization, 2009. — 172 p.
38. Резолюція MSC.267(85) Прийняття Міжнародного кодексу остійності суден в непошкодженному стані 2008 року [Електронний ресурс] : [Веб-сайт]. — Електронні дані. — Лондон: Міжнародна морська організація, 2008. — Режим доступу: www.rise.odessa.ua (дата звернення 28.10.2019) — Назва з екрана.
39. NP136 Ocean Passages for the World. North Atlantic. Volume 1. — London: UKHO, 2018. — 176 p.
40. Ian Hodges - Loss control on product carriers – rivierram.com

41. Rohit Bhatia, John Dinwoodie Daily oil losses in shipping crude oil: Measuring crude oil loss rates in daily North Sea shipping operations – Energy Policy, Elsevier, vol 32 (6) – 2004
42. Maris Juriss, Elza Selle – Application of Loss Rates for Petroleum Products due to Natural Wastage in Custom Procedures – Conference RelStat 2016, Riga, Latvia
43. Alejandro Garcia, Leonardo Machado – Methodology for Oil Production Loss Control in Digital Oilfield Implementation – SPE Intelligent Energy Conference, 2010 – The Netherlands
44. Manual of Oil Tanker Operations , 1st edition 2011 – eBook.
45. Tanker Safety Guide, 4th Edition – ICS, London, 2014
46. <https://unctad.org/en/pages/> - Review of Maritime Transport 2018 (Обзор морского транспорта)
47. Дем'янченко А.Г., Сотниченко Л.Л. Вдосконалення організаційно-економічного механізму управління розвитком підприємств морської галузі / кол. монографія за ред. А. Г. Дем'янченко. – Одеса: НУ «ОМА», 2017. – 325 с.
48. Сотниченко Л.Л., Бабаченко М.В. Економіка водного транспорту: методичні вказівки розрахункової роботи. – Одеса: НУ «ОМА», 2017, с. 20.
49. Зеленін, М. П. Ергономіка морського транспорту. — Одеса: BANTO, 1999. 384 с.
50. Охорона праці (питання та відповіді): Довідник. / [Москальова В. М., Батлук В. А., Кусковець С. Л., Филипчук В. Л.] — Львів: “Магнолія 2006”, 2011. — 438 с.
51. Терновський В. Б. Методичні інструкції щодо виконання розділу дипломної роботи «Заходи безпеки та громадянська оборона на кораблі». — Одеса: ONMA, 2015. 76 с.
52. International Ship & Port Facility Security Code (ISPS Code) and SOLAS Ammendments, 2002. — London: International Maritime Organization, 2003. — 131 p.