

НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «ОДЕСЬКА МОРСЬКА АКАДЕМІЯ»

Навчально-науковий інститут навігації

кафедра «Морські перевезення»

спеціалізація 271.01 Навігація і управління морськими суднами

“ЗАТВЕРДЖУЮ”

Завідувачка кафедри

Л.Л. Ніколюка

“11” червня 2025 р.

ЗАВДАННЯ
по дипломній роботі магістранта

Зернова Андрія Юрійовича
(прізвище, ім'я, по батькові)

1. Тема роботи: «Комплексне опрацювання та дослідження етапів переходу судна “Seaspan Breeze” за маршрутом Сінгапур (Singapore) – Нінбо (Ningbo) затверджується наказом по НУОМА від “___” _____ 2025 р. № _____

2. Строк здачі курсантом закінченої роботи “12” грудня 2025 року

3. Вхідні дані до роботи:

1. Міжнародні конвенції, кодекси, резолюції ІМО
2. Монографії, статті, тези наукових досліджень
3. Матеріали з навчально-методичної та навчально-справочної літератури
4. Технічна документація судна, довідники по портах, по вантажах
5. Електронні ресурси, статистичні дані

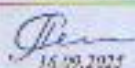
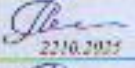
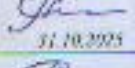
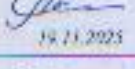
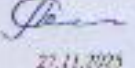
4. Зміст розрахунково-пояснювальної записки (перелік питань, що підлягають розробці):

1. Характеристики судна
2. Аналіз, оцінка та планування навігаційного переходу
3. Обробка та розміщення вантажів
4. Оцінка морехідних якостей судна
- 5.
6. Розрахунок економічних показників роботи судна
7. Охоронні заходи і цивільна оборона на судні

5. Перелік графічного матеріалу:

1. Схема безпечного загляду судна;
2. Маневрові характеристики судна;
3. Графічний план переходу;
4. Вантажний план судна;
5. Діаграми статичної остійності судна;
6. Перевірка загальної міцності корпусу судна;
7. Матеріали науково-дослідницької частини дипломної роботи «Підвищення ефективності перевезення рефрижераторних вантажів».

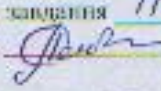
6. Консультанти по роботі з вказанням розділів, що до неї відносяться:

Розділ	ПІБ консультанта	Підпис і дата
1. Характеристики судна	Петров І.М.	 16.09.2025
2. Аналіз, оцінка та планування навігаційного переходу	Петров І.М.	 17.10.2025
3. Обробка та розміщення вантажів	Петров І.М.	 22.10.2025
4. Оцінка морехідних якостей судна	Петров І.М.	 31.10.2025
5. Підвищення ефективності перевезень рефрижераторних вантажів	Петров І.М.	 19.11.2025
6. Розрахунок економічних показників роботи судна в рейсі (кафедра «Менеджменту і економіки морського транспорту»)	Петров І.М.	 27.11.2025
7. Охоронні заходи та цивільна оборона на судні (кафедра «Судноводіння»)	Петров І.М.	 02.12.2025

7. Календарний план дипломної роботи магістранта

№ з/п	Назва етапів роботи	Строк виконання етапів	Примітка
1.	Характеристики судна	«16» 09.2025 р.	
2.	Аналіз, оцінка та планування навігаційного переходу	«16» 10.2025 р.	
3.	Обробка та розміщення вантажів	«21» 10.2025 р.	
4.	Оцінка морехідних якостей судна	«01» 11.2025 р.	
5.	Підвищення ефективності перевезень рефрижераторних вантажів	«18» 11.2025 р.	
6.	Розрахунок економічних показників роботи судна в рейсі	«26» 11.2025 р.	
7.	Охоронні заходи та цивільна оборона на судні	«01» 12.2025 р.	
8.	Висновки, література, оформлення	«03» 12.2025 р.	

8. Дата видачі завдання 11.06.25

Керівник 

Завдання до виконання прийняв 

Магістерська робота містить 167 с., 14 рис., 38 табл., 54 використаних джерела.

Дослідження присвячено комплексному та практичному опрацюванню рейсу судна “Seaspan Breeze” за маршрутом Сінгапур-Нінбо у серпні 2024 р.

Виконано пророблення переходу та обраний найбільш сприятливий маршрут переходу. Складено вантажний план судна для перевезення 4951 контейнерів загальною вагою 84689 тон. Перевірено остійність згідно з рекомендаціями ІМО.

Наукова частина присвячена розробці нового підходу до перевезень швидкопсувних вантажів в контейнерах, аналізу новітніх технологій які є на початку свого розвитку і тільки починають інтегруватись в ринок рефрижераторних перевезень, виявлення ролі рефрижераторних терміналів, як безпосереднього учасника рефрижераторних перевезень.

Проаналізовано кількісні та якісні показники рейсу та сформульовано рекомендації з підвищення його ефективності. Розглянуто охоронні заходи і зміст цивільної оборони на судні.

Ключові слова: рефрижераторний контейнер, смарт-контейнер, холодильний агент, швидкопсувний вантаж, холодильна установка.

The Master's thesis contains 167 p., 14 fig., 38 tables, 52 sources used. The study is devoted to a comprehensive and practical study of the voyage of the vessel “Seaspan Breeze” on the Singapore-Ningbo route in August 2024.

The passage was studied and the most favorable passage route was selected. The ship's Cargo Plan was drawn up for the transportation of 4951 containers with a total weight of 84689 tons. Stability was checked in accordance with IMO recommendations.

The scientific part is dedicated to developing a new approaches to transport perishable goods in containers, analyzing new technologies that are early in their development and only beginning to integrate into the market of refrigerated transport, identifying the role of reefer terminals, as a direct participant refrigerated carriage section.

The quantitative and qualitative indicators of the voyage were analyzed and recommendations were formulated to improve its efficiency. The content of civil defense on the vessel were considered.

Keywords: refrigerated container, smart container, refrigerating agent, perishable cargo, refrigeration unit.

ЗМІСТ

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

3.3 Розрахунок чистої вантажопідйомності судна.....	
3.4 Складання вантажного плану.....	
3.5 Характеристика експлуатаційних умов рейсу.....	
РОЗДІЛ 4 ОЦІНКА МОРЕХІДНИХ ЯКОСТЕЙ СУДНА.....	
4.1 Розрахунок водотоннажності й координат центра ваги судна.....	
4.2 Розрахунки посадки і початкової остійності.....	
4.3 Контроль остійності за матеріалами Інформації.....	
4.4 Розрахунок і побудова діаграм остійності.....	
4.5 Розрахунки нормованих параметрів остійності.....	
4.6 Перевірка виконання рекомендованих ІМО критеріїв остійності.....	
4.7 Контроль загальної поздовжньої міцності судна.....	
РОЗДІЛ 5. ПІДВИЩЕННЯ ЕФЕКТИВНОСТІ ПЕРЕВЕЗЕНЬ	
РЕФРИЖЕРАТОРНИХ ВАНТАЖІВ.....	
5.1. Загальні відомості про рефрижераторні перевезення.....	
5.1.1. Класифікація і характеристика швидкопсувних і	
рефрижераторних вантажів.....	
5.1.2. Зародження і розвиток рефрижераторних перевезень.....	
5.1.3. Аналіз стану ринка рефрижераторних перевезень.....	
5.1.4. Тенденції розвитку перевезень вантажів в рефрижераторних	
контейнерах.....	
5.2. Деякі інноваційні технології у перевезенні рефрижераторних	
контейнерів.....	
5.2.1. Технологія перевезення рефрижераторних «розумних» контейнерів	
«Blockchain».....	
5.2.2. Формування міжконтейнерних зазорів в штабелі з точки зору	
енергозбереження.....	
5. 3. Розробка рекомендацій по оптимізації перевезень	
рефрижераторних контейнерів.....	
5.3.1. Концепція розвитку енергозберігаючих технологій.....	

5.3.2. Шляхи вирішення проблем експлуатації рефрижераторних контейнерів.....	
5.3.3. Перспективи впровадження інноваційних технологій в практику перевезень.....	
РОЗДІЛ 6. РОЗРАХУНОК ЕКОНОМІЧНИХ ПОКАЗНИКІВ РОБОТИ СУДНА В РЕЙСІ.....	
6.1 Сучасні тенденції у розвитку фрахтового ринку контейнерного тоннажу	
6.2 Розрахунок кількісних та якісних показників роботи судна в рейсі.....	
6.3 Прогнозування роботи судна, оцінка ефективності рейсу.....	
РОЗДІЛ 7. ОХОРОННІ ЗАХОДИ ТА 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).....	
7.1.2. Оцінка масштабів хімічного зараження території.....	
7.1.3. Висновки і рекомендовані заходи для зменшення людських втрат...	
7.2. Стандартні робочі процедури по залишенню судна після звершення терористичного акту, що призвів до незворотних руйнувань судна та заходи контролю доступу для забезпечення охорони судна	
7.3. Визначення дій екіпажу під час терористичної загрози.....	
ВИСНОВКИ.....	
СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ.....	

ВСТУП

Актуальність теми. В наші дні, морські перевезення є рухомою силою міжнародної торгівлі. Увесь спектр товарів та послуг може бути перевезень через море: починаючи від продуктів харчової промисловості і закінчуючи нафтовою галуззю. Але скільки у світі є типів суден, стільки й специфічних вантажів із не менш специфічними властивостями, а також особливостями перевезень. Вантаж є дуже делікатним елементом морських перевезень, і потребує особливої уваги саме до середовища, в якому проходить транспортування. Саме тому так багато конструктивних особливостей суден, бо треба забезпечувати необхідний тепловологісний режим, вентиляційне забезпечення, тощо. Тому зараз важливо організувати ефективне керування морськими перевезеннями, і особливий контроль над вантажем, особливо під час безпосереднього рейсу.

Мета дослідження. Метою даної магістерської роботи є комплексне опрацювання конкретного рейсу, що включає повну проробку навігаційного переходу, науковий підхід до завантаження конкретним видом вантажу, розрахунок нормованих параметрів остійності та міцності при доведення безпеки мореплавання до максимально можливого рівня та забезпечення економічної доцільності рейсу, його ефективності та шляхів її підвищення.

Метою дослідницького розділу є розробка нових підходів для підвищення енергетичної ефективності перевезень рефрижераторних контейнерів, протягом складування в рефрижераторному терміналі, а також під час безпосередньо рейсу. Для досягнення цієї мети, необхідно перерахувати та вирішити наступні задачі:

- пояснити вагомість рефрижераторних перевезень в житті людини;
- описати сучасні технології, спрямовані на оптимізацію морських перевезень;
- пояснити доцільність запроваджень додаткових вимог до рефрижераторних установок;

- проаналізувати теперішній стан ринку перевезень делікатних вантажів;
- описати основні вантажі, які мають бути перевезені за допомогою рефрижераторних установок.
- виявити основні функції рефрижераторного терміналу, як необхідної частини морських перевезень;
- довести доцільність використання нових підходів роботи рефрижераторного терміналу;
- встановити взаємозв'язок між відстанню між контейнерами в штабелі та енергетичною ефективністю;
- запропонувати нову технологію складування і перевезень контейнерів – використання ущільнювачів.

Об'єктом дослідження є процеси, пов'язані з експлуатацією морського судна з розподілом їх на ходову та берегову складові.

Предметом дослідження є опрацювання конкретного рейсу морського судна.

Методи дослідження. Методичну і теоретичну базу виконаного дослідження становлять закони і закономірності економічного розвитку, сукупність підходів до наукового дослідження, наукові праці вітчизняних і зарубіжних вчених, присвячені проблемам ефективного управління судноплавною, перевізною і сервісною діяльністю підприємств і організацій морського транспорту в умовах невизначеності і ризику.

В ході дослідження для вирішення окремих завдань використовувалися наступні методи: економічного аналізу (теорії ймовірностей і математичної статистики, теорії ризику. Науково-дослідницький розділ включає в себе наступні методи дослідження: аналіз ринку рефрижераторних перевезень, прорахування доцільності використання нової технології, експериментальне перевірка технології, порівняння отриманих розрахункових та фактичних результатів.

Наукова новизна отриманих результатів. Досі актуальна проблема збереження коштів на підтримку життєдіяльності рефрижераторних

контейнерів, порти використовують занадто велику кількість електроенергії, що призводить до збільшення витрат за перевезення. Значимість вказаної проблеми та її недостатня теоретична обробка зумовила вибір теми дослідження. Наукова новизна полягає у використанні додаткових засобів задля збільшення енергоефективності контейнерів.

Інформаційно-емпіричною базою магістерського дослідження є матеріали, що містяться в навчальній літературі, наукові публікації та статті.

Практичне значення та апробація отриманих результатів:

В роботі опрацьовано комерційний рейс судна, що дає можливість охопити усі аспекти технологічного процесу рейсу відповідно до сучасних вимог безпеки судноплавства. Все це істотно сприяє прогресу у судноплавстві, дає поштовх для подальшого розвитку морської науки і морської галузі.

В сьогоденні, за перевезення режимних вантажів відповідає не тільки рефрижераторне судно, але й рефрижераторний контейнер, в яких перевозили маленькі партії вантажу, для окремих вантажоодержувачів. Це зменшувало вартість перевезень, і час на оброблення вантажу в порту. Також, це давало спроможність для судновласника комбінувати вантажі, тобто збільшувати прибуток, погоджуючись на майже всі типи вантажів, які можна перевозити в контейнері. Це також відкриває нові горизонти для спрощення цих перевезень та забезпечення якісного товарообігу. Із такими цілями були створені контейнера, які аналізують свою внутрішню атмосферу, і змінюють необхідні показники, аби не пошкодити товар. Тим не менш, це не прибирає відповідальності з членів екіпажу за збереження вантажу, тим паче за підтримку контейнерів в робочому стані, а також від забезпечення необхідних умов для коректного функціонування. Адже людський фактор, навіть за наявністю маленького порушення стандартів, може викликати великі проблеми.

Результати використаних досліджень можуть бути упроваджені у навчальний процес при підготовці фахівців-судноводіїв та працівників берегових структур.

РОЗДІЛ 1

ХАРАКТЕРИСТИКИ СУДНА

1.1 Загальні відомості і головні розміри судна

В даному підрозділі представлені основні відомості про судно “Seaspan Breeze”. Характеристики судна представлені нижче у вигляді табл. 1.1.

Таблиця 1.1 – Основні відомості про судно

1	2	3
1.	Назва судна:	“Seaspan Breeze”
2.	Тип судна:	Container vessel
3.	Позивний сигнал судна:	VRNY5
4.	IMO №:	9630420
5.	MMSI №:	477790500
6.	Рік і місце будівництва:	2015, Jiangsu New Yangzi
7.	Клас реєстру:	DNV
8.	Порт приписки:	Hong Kong
9.	Судновласник:	SEASPAN YZJ 983 LTD.
10.	Менеджмент:	Seaspan Ship Management
11.	Довжина найбільша,(L):	337.0 м
12.	Довжина між перпендикулярам	320.0 м
13.	Ширина найбільша,(B):	48.31 м
14.	Висота борту до верхньої палуб	19.30 м
15.	Найбільше осідання(T):	15.5 м
16.	Осадка (T) в повному вантажу	$T_{\max} = 15.523 \text{ м} / T_{\min} = 5.5 \text{ м}$
17.	Водотоннажність: в повному вантажу Δ :	157 211.5 мт
18.	Повна вантажопідйомність Δ_w :	119 277.5 мт

Продовження таблиці 1.1

1	2	3
19.	Головний двигун: тип: потужність:	MAN B&W 10S90ME-C9.2, Tier II 58 100 kW / 52 290 kW
20.	Режим роботи головного двигуна:	Nav. Full = 82 rpm Full = 60 rpm Half = 45 rpm Slow = 39 rpm
21.	Швидкість судна:	Loaded / Ballast Nav. Full = 24.6 / 25.2 kts Full = 18 / 18.3 kts Half = 13.3 / 14 kts Slow = 11.6 / 11.9 kts
22.	Гребний гвинт: кількість лопастей:	6
23.	Тип руля и площа його пера:	Full Spade Becker Rudder
24.	Тип стернової машини: підрулюючий пристрій:	3 000 kW , CPP, Electric Motor
25.	Суднова радіостанція: Склад суднової радіоапаратури відповідає вимогам району А3 та включає в себе:	- Navtex Receiver Furuno NX 700A/B - VHF Radio FM 8800D/8800S; - Inmarsat Fleet F77 Furuno “Felcom 70”; - Inmarsat MINI-C “Felcom 16”; - GMDSS Radio Station Furuno RC1800F/1800 T;
26.	Валова реєстрова місткість (GT):	112 967 units
27.	Чиста реєстрова місткість (NT):	59 440 - “ -

Продовження таблиці 1.1

1	2	3
28.	Добова витрата палива: на ходу: Важке паливо (HFO) на стоянці: Дизельне паливо (DO)	170.5 т/ добу 89.5 HFO / DO 81 2.3 т
29.	Координати центру мас порожнього судна:	XCG = 142.42 m YCG = 0.04 m ZCG = 17.70 m

1.2. Транспортно-експлуатаційні характеристики судна

Представлено загальний вид судна “Seaspan Breeze” (рис. 1.1), схематичний план бокового вигляду судна (рис. 1.2) з розташуванням приміщень для вантажів і запасів, а також (рис. 1.3) план верхньої палуби судна (вид зверху), взятий з плану основних розмірних судна “Seaspan Breeze” (General Arrangements Plan).

Нижче, з судових документів зображена вантажна шкала судна т/х “Seaspan Breeze” (рис. 1.4).

1.3 Маневрені характеристики

Відповідно до вимог ІМО (Міжнародної морської організації), зокрема згідно резолюції А.601(15), «Wheelhouse Poster» постійно розміщений на судовому містку, та містить інформацію по основним розмірностям судна, детальний опис і графічне відображення маневрових характеристик. «Wheelhouse Poster» має бути зручного розміру та забезпечувати легкість його застосування та розуміння. На рис. 1.5 та рис. 1.6 представлено «Wheelhouse Poster» судна т/х “Seaspan Breeze”.



Рисунок 1.1 – Загальний вигляд т/х “Seaspan Breeze”



Рисунок 1.2 – Схематичний план бокового вигляду судна “Seaspan Breeze”

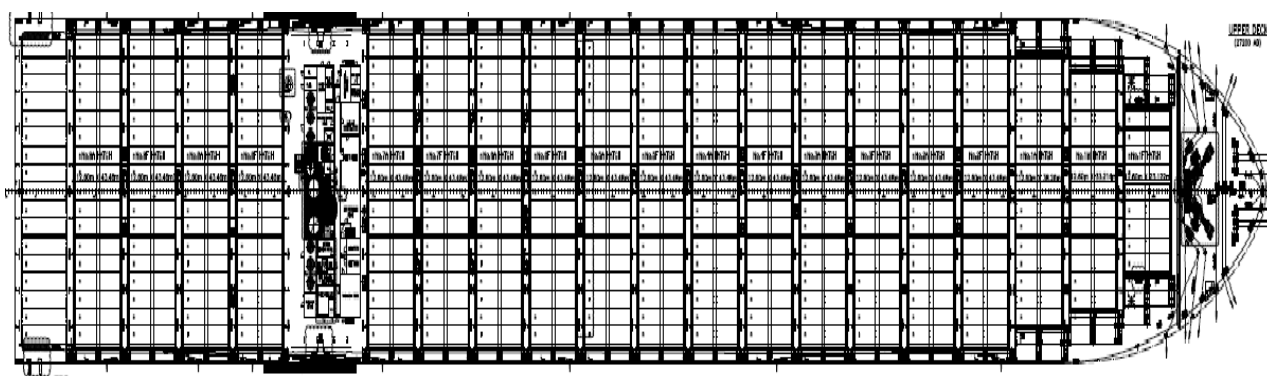


Рисунок 1.3 – Схематичний план верхньої палуби судна “Seaspan Breeze”

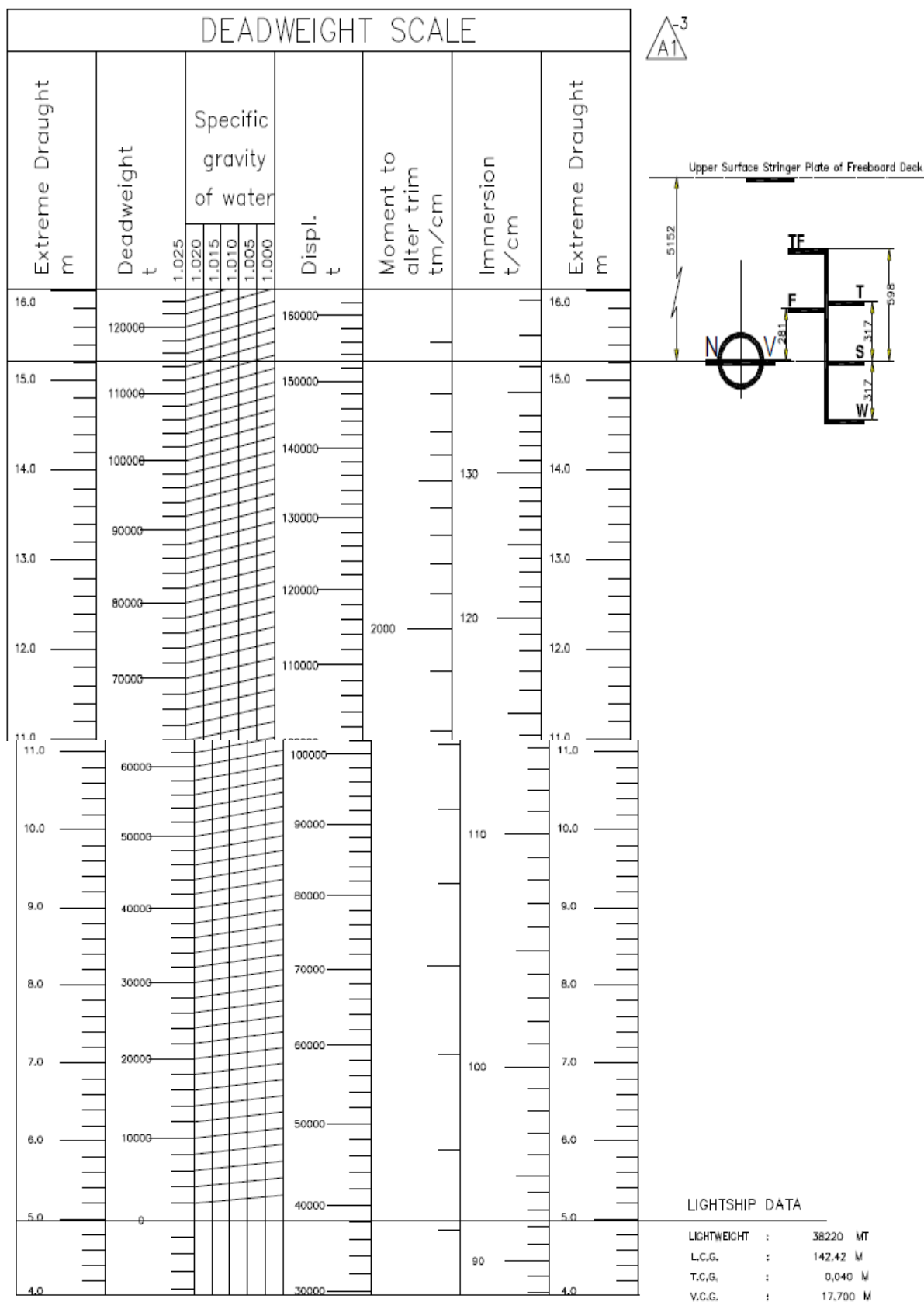


Рисунок 1.4 – Вантажна шкала судна “Seaspan Breeze”

WHEELHOUSE POSTER

Ship's name XIAMEN EXPRESS Call sign VRNY5 Gross tonnage 112 967 Net tonnage 59 440
 Max displacement 157 211.5 tonnes, and Deadweight 119 277.5 tonnes, and Block coefficient 0.6352 at summer full load draught

Draught at which the manoeuvring data were obtained

Loaded	Ballast
Estimated	Trial
<u>13.0</u> m forward	<u>5.64</u> m forward
<u>13.0</u> m aft	<u>10.26</u> m aft

STEERING PARTICULARS

Type of rudder(s) semi-balanced streamline
 Maximum rudder angle 35°(P)/30°(S)
 Time hard-over to hard-over
 with one power unit 24.32 s
 with two power units 12.57 s
 Minimum speed to maintain
 course propeller stopped 5.7 knots
 Rudder angle for neutral effect 0 °

ANCHOR CHAIN

	No. of shackles	Max.rate of heaving (min/shackle)
Port	14	2.54
starboard	14	2.62
Stern		
(1 shackle= 27.5 m/15.04 fathoms)		

PROPULSION PARTICULARS

Type of engine 10S90ME-C9.2 TierII 58100kw type of propeller FPP

Engine order		Rpm setting	Speed(knots)		Engine order	Rpm setting	
			Loaded	Ballast			
ahead	Nav.Full	82	24.68	25.25	astern	Maximum	59
	Full	60	18	18.3		Full	50
	Half	45	13.3	14		Half	40
	Slow	39	11.6	11.9		Slow	35
	Dead slow	35	10.2	10.7		Dead slow	33
	Min.Dead Slow	33	9.7	10			
Critical revolutions:					none	rpm	
Minimum revolution					26	rpm	
Time limit astern					none	min	
Time limit at minimum revolutions:					none	min	
Emergency full ahead to full astern					574	s	
Stop to full astern					183	s	
Astern power					35	% ahead	
Maximum number of consecutive starts:					26		

THRUSTER EFFECT at trial conditions

Thruster	KW	Time delay for full thrust	Turning rate for zero speed	Time delay to reverse full thrust	Not effective above speed
Bow	3000	min s	13.3 °/min	min s	5 knots
Stern		min s	°/min	min s	knots
Combined		min s	°/min	min s	knots

MAN OVERBOARD RESCUE MANOEUVRE

SEQUENCE OF ACTIONS TO BE TAKEN

- TO CAST A LIFEBUOY
- TO GIVE THE HELM ORDER
- TO SOUND THE ALARM
- TO KEEP THE LOOK-OUT

Sketch (Design)

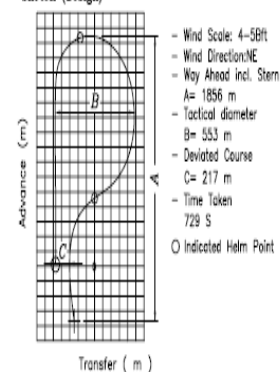


Рисунок 1.5 – «Wheelhouse Poster» судна “Seaspan Breeze”

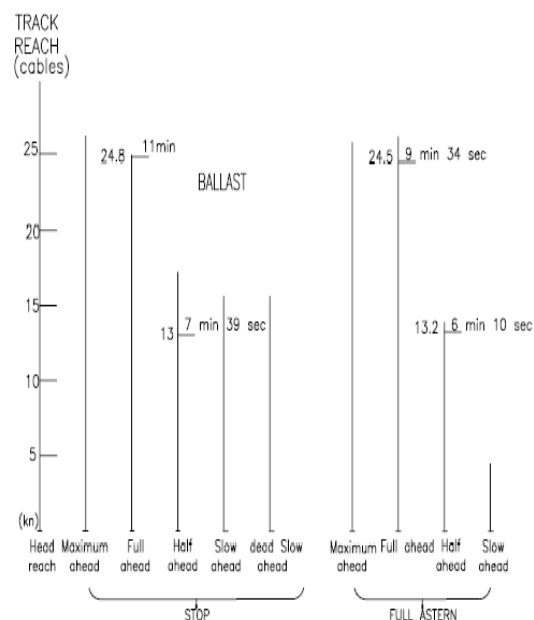
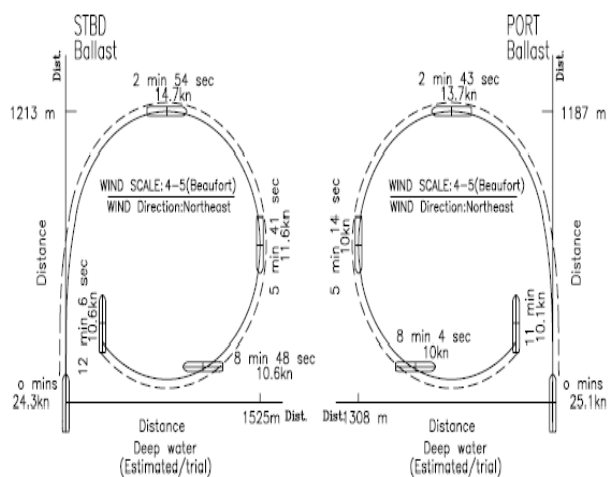
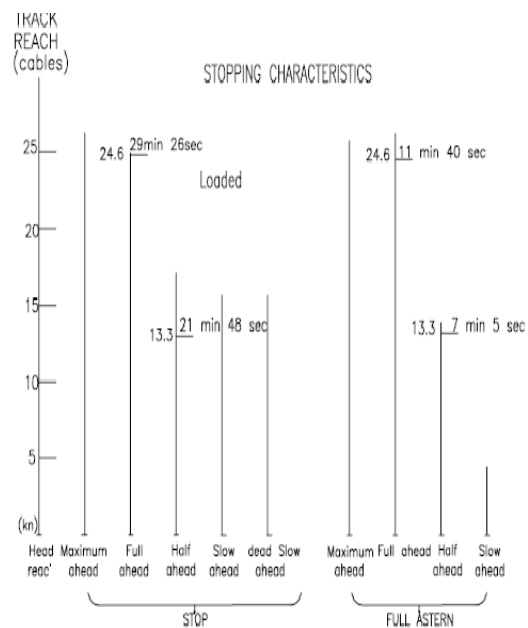
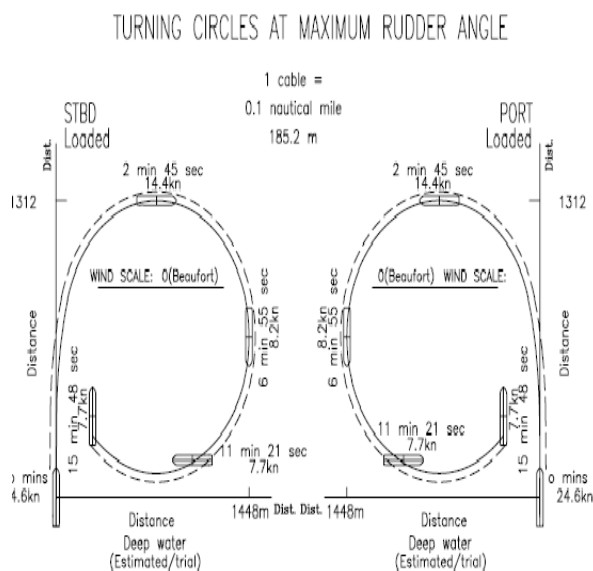


Рисунок 1.6 – «Wheelhouse Poster» судна “Seaspan Breeze”
(продовження)

1.4. Навігаційне обладнання

Вимоги з мінімального забезпечення навігаційного обладнання на морських судах визначені пунктом № 19 глави V «Безпека мореплавства» міжнародної Конвенції SOLAS-74.

Нова редакція глави V прийнята резолюцією MSC.99(73) від 05 грудня

2000 р. та вступила в силу з 1 червня 2002 р. Також вимоги до мінімального складу навігаційного обладнання деталізуються в правилах класифікаційних суспільств. Навігаційне обладнання судна “Seaspan Breeze”, згідно вищезазначених вимог, представлено у формі табл.1.2.

Таблиця 1.2 – Технічні засоби навігації

Прилад	Тип	Марка
Магнітний компас	Cassens&Plath	“Reflecta I”
Гірокомпас	Raytheon	“Std 20 (GM)”
Радіолокатор/САРП	S-band / X-band	Furuno Far-21
Ехолот	Furuno	FE-700
Лаг	Furuno Doppler Sonar	DS-30
DGPS	RTCM	SC-104
Авторульовий	Yokogawa	PT500A
AIS	UAIS Transponder	FA-150
ECDIS	Furuno	FMD-3200

Точнісні характеристики показані у табл. 1.3.

Таблиця 1.3 – Точнісні характеристики ТЗН т/х “Seaspan Breeze”

Тип і марка приладу	Навігаційні параметри	СКП одного вимірювання
Гірокомпас Raytheon	Курс/пеленг	$\leq 0,1^\circ$
Магнітний компас Cassens&Plath	Курс/пеленг	$\pm 3^\circ$
Радар Furuno Far-21	Дистанція / Пеленг	1% від шкали або 30 метрів, / $\pm 1^\circ$
Ехолот Furuno FE-700	Глибина	$\pm 2,5\%$ від будь-якої глибини

Лар Furuno Doppler Sonar	Швидкість / Відстань	$\pm 0,2 \%$ або $\pm 0,01$ м/сек / $\pm 1,0 \%$ або $\pm 0,1$ миля
DGPS RTCM	Місце положення судна	менше ніж 5 метрів, та 95 % повсякчасно

1.5. Забезпечення непотоплюваності

Для забезпечення непотоплюваності на судні встановлено два аварійних насоса, які відкачують потрапляючу воду за борт. Також забезпеченням непотоплюваності є наявність водонепроникних перебірок між трюмами та високий надводний борт.

Корпус судна є герметичним. Кришки міцно прилягають до комінгсу, за рахунок тиску контейнерів розташованих на них, вони мають захисну гуму. Горловина ланцюгового ящика, внаслідок особливостей роботи контейнеровозів не бетонуються, а обмотуються захисним кожухом. Вдовж обох бортів головної палуби є система водовідливних шпигатів, які забезпечують відкіт води за борт.

Аварійна інформація по остійності та аварійні плани, зазначені СУБ компанії, знаходиться на місцях розташування на палубах, у герметичних тубусах, та в судових документах.

Також періодично проводяться попереджувальні організаційно-технічні заходи з організації особистого складу членів екіпажу у боротьбі за непотоплюваність судна. Усі водонепроникні закриття постійно підтримуються у справному стані, щільно виконуються усі баластні операції, постійно проводяться заміри рівней льяльних вод у льяльних танках та танках подвійного дна.

РОЗДІЛ 2

АНАЛІЗ, ОЦІНКА ТА ПЛАНУВАННЯ НАВІГАЦІЙНОГО ПЕРЕХОДУ

2.1. Загальні вимоги до аналізу та плануванню навігаційного переходу

Всі судноводії повинні дотримуватися загальних умов та рекомендацій по відношенню до планування рейсу, для забезпечення навігаційної безпеки плавання в різних умовах. Ці вимоги та рекомендації знаходяться в наступних нормативних документах та публікаціях:

- Резолюція ІМО А.893(21)—1999 «Руководство по планированию рейса»;
- Міжнародна Конвенція з охорони людського життя на морі 1974 р. (SOLAS-74), Розділ V "Безпека мореплавства";
- Конвенція та кодекс по підготовці та дипломуванню моряків та несенню вахти (ПДМНВ-78/95);
- Рекомендації за організацією штурманської служби на морських судах України (РІШСУ-98);
- Bridge Procedures Guide;
- Bridge Team Management;

Для підвищення рівня безпеки треба щільно та заздалегідь планувати та опрацювати перехід судна:

- підібрати карти та посібники на маршрут та відкоректувати їх;
- забезпечити судно усією необхідною інформацією для коректури;
- перевірити належний стан технічних засобів судноводіння;
- вивчити метеорологічні та навігаційні особливості в плануємому районі плавання;
- розробити планування переходу згідно вимог Міжнародних організацій та судовласних компаній;

- впевнитись в тому, що штурманський склад проробив, ознайомився з переходом та володіє усією необхідною інформацією, знаннями та навичками.

План переходу повинен плануватися по безпечному та найбільш економічно вигідному маршруту.

Згідно вищезазначених документів, існують чотири стадії планування безпечного плану переходу:

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

Ці стадії повинні виконуватись одна за одною у порядку, викладеному вище.

2.2. Оцінка запланованого переходу

В цьому параграфі згідно етапу «Passage Plan Appraisal (I)» (оцінка рейсу) будуть відображені результати підбору карт та посібників на майбутній перехід за маршрутом Сінгапур (Сінгапур) – Нінбо (Китай). Підбір карт та посібників на перехід проводиться по адміралтейському каталогу карт та посібників (Catalogue of Admiralty Charts and Publications 5011), також можливе використання електронної версії каталогу – Admiralty Digital Catalogue. Увесь маршрут вкомплектовано картами згідного відповідного масштабу: райони якірних стоянок, підходи к портам, вузькість та ділянки зі стислими умовами плавання – великомасштабними картами (1:50 000 та більше, часні карти), райони морського плавання та подалі від берега – путьовими картами (1:300 000), океанські переходи – генеральними картами та картами-сітками. Також проводиться підбір посібників та публікацій згідно району плавання.

Всі підібрані карти та публікації зведемо в табл. 2.1.

Таблиця 2.1 – Перелік карт на перехід

Тип карти	Номер карти	Назва карти	Дата випуску
BA paper	2403	Singapore Strait Eastern Approaches	May 2021
BA paper	4034	E Jurong Channel and W Keppel	Aug 2018
BA paper	3482	Singapore Strait to Song Sai Gon	Sep 2020
BA paper	4032	Sinki Fairway	Aug 2019
BA paper	4035	W Anchorages Jong Fairway	Apr 2019
BA paper	4036	Raffles Lighthouse to the Sisters	Apr 2019
BA paper	2869	Outer Approaches to Singapore Strait	Jun 2019
BA paper	3488	Song Sai Gon to Hong Kong	Feb 2021
BA paper	94	Paracel Islands and Macclesfield Bank	Jun 2009
BA paper	3489	Manila to Hong Kong	Aug 2013
BA paper	103	Hainan Dao Eastwards	Oct 2017
BA paper	1962	Hong Kong to Shantou	Sep 2019
BA paper	1760	Taiwan Strait – Southern Part	Oct 2018
BA paper	2412	East China Sea	Jan 2019
BA paper	1761	Taiwan Strait – Northern Part	Oct 2021
BA paper	1754	Mazu Liedao to Dongtou Liedao	Oct 2017
BA paper	1759	Wenzhou Wan to Ningbo Gang	Jul 2019
BA paper	1199	Ningbo Gang to Changjiang Kou	May 2018
BA paper	1592	Ningbo Gang	Apr 2021

В табл. 2.1 всі підібрані карти вказані в переліку використання.

Перелік публікацій на перехід (паперових або електронних) представлено в табл. 2.2.

Таблиця 2.2 – Перелік публікацій на перехід (паперових або електронних)

Номер	Назва посібника	Дата випуску
1	2	3
Admiralty Tide Tables		
203	Indian Ocean and South China Sea (including Tidal Stream Tables)	2019
204	Pacific Ocean (including Tidal Stream Tables)	2019
Sailing Directions		
36	Indonesia Pilot, Vol.1	2018
30	China Sea Pilot , Vol.1	2022
32	China Sea Pilot , Vol.3	2021
Admiralty List of Light & Fog Signals		
79	Volume F , North East Indian Ocean, South China and Eastern Archipelagic Seas	2022
Admiralty List of Radio Signals		
281(2)	Part 2, Maritime Radio Stations: The Americas , Far East and Oceania	2020
282	Radio Aids to Navigation, Satellite Navigation Systems, Legal Time	2021
283(2)	Part 2, Maritime Safety Information Services: The Americas , Far East and Oceania	2019
284	Meteorological Observation Station	2021
285	GMDSS	2021
286(4)	Pilot Services, Vessel Traffic Services and Port Operations: Indian Sub-continent, South East Asia and Australasia	2022
286(6)	Pilot Services, Vessel Traffic Services and Port Operations: North East Asia and Russia(Pacific coast)	2021
Astronomical Publications		
	Brown's Nautical Almanac	2021

Продовження табл. 2.2.

1	2	3
	Miscellaneous Publications	
136	Ocean Passages of the World	2022
131	Catalogue of Admiralty Charts and Publications	2018
735	IALA Maritime Buoyage System	
5011	Symbols and Abbreviations used on Admiralty Charts	
294	How to correct your Charts the Admiralty Way	
	Bridge procedure Guide	
	Bridge Team Management	
	Digital sources	
	IHS Port and Terminals Guide	2023
	IHS Distance Tables	2022
	Admiralty Digital Catalogue	2023
	Sky Mate ver.4.0	
	Total Tide	
	Transas Navi-Sailor 4000	2022

У табл 2.2 представлено паперові та електронні публікації на перехід наявні на т/х ““Seaspan Breeze””.

2.2.1. Підготовка для прийому та обміну навігаційною інформацією на переході

Інформація з безпеки на морі (ІБМ, MSI – Maritime Safety Information) включає навігаційні і метеорологічні попередження, метеорологічні прогнози й інші термінові повідомлення, що відносяться до безпеки. Ця інформація є життєво важливою для всіх судів, тому вона є обов'язковою для прийому на всіх судах поза залежністю від району плавання.

У ГМЗЛБ ці функції покладені на службу інформації з безпеки на морі, що є міжнародною координуємою 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 на основі функціонального керівництва Міжнародною гідрографічною організацією – ІНО International Hydrographic Organization).

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

За допомогою ALRS 283 вибираємо інформацію, що вимагається для отримання факсимільних карт погоди по маршруту переходу та зображуємо їх в табл. 2.3.

Таблиця 2.3 – Радіостанції факсимільних гідрометеорологічних передач

№	Радіо станція	Позначення і межі карти	Зміст Передачі	Час передачі
1	Bangkok	1:20 000 000 50°N 45°E 50°N 160°E 30°S 45°E 30°S 160°E	Surface analysis 24 hrs surface pressure forecast	0140(18) 0500(00) 0300(12) 0720(12)
2	Taipei Meteo	ASAS 43°N 38°E 38°N 157°W 6°S 84°E 8°S 158°E	Surface analysis with plotted data	0330(00) 1530(12)
3	Beiging	1:10 000 000 47°N 63°E 41°N 168°E 6°N 85°E 3°N 142°E	Surface analysis	1926(12)

Інформація з пошуку і рятування забезпечується владою, відповідальними 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). Всесвітня служба навігаційних попереджень є міжнародним координатором для поширення навігаційних попереджень (Резолюція ІМО А. 706(17)). У ВСНП весь світовий

океан розділений на 21 морський район, названих НАВАРЕА і позначаються римськими цифрами. У кожному з районів мається країна-координатор, відповідальна за збір, аналіз і передачу кошовної інформації.

Розрізняють три типи навігаційних попереджень:

- Попередження НАВАРЕА;
- Прибережні попередження;
- Місцеві попередження.

Керівництво ВСНП і координація стосуються тільки перших двох з них. У загальному випадку попередження НАВАРЕА містять інформацію, що необхідна мореплавцям для забезпечення безпечного плавання на океанських переходах. У прибережних попередженнях поширюється інформація, що необхідна для безпечного мореплавання в границях визначеного регіону. Звичайно прибережні попередження надають інформацію, достатню для безпеки мореплавання мористеє підхідного буя чи лоцманської станції і не обмежуються інформацією з основних судноплавних шляхів.

Там, де регіон обслуговується службою НАВТЕКС, вона забезпечує навігаційними попередженнями весь район обслуговування передавача НАВТЕКС. Там, де район не обслуговується службою НАВТЕКС, усі попередження, що стосуються прибережних вод у смузі до 250 миль від берега, як правило, включаються в передачі Міжнародної служби мережі безпеки системи ІНМАРСАТ. Місцеві попередження доповнюють прибережні попередження, надаючи докладну інформацію в межах прибережних вод, включаючи межі юрисдикції влади чи гавані порту, з питань, що судам, що роблять океанські переходи, у загальному випадку не вимагаються.

За допомогою посібника ALRS 285 вибираємо інформацію про райони NAVAREA і станції NAVTEX по маршруту переходу. Дані складемо в табл. 2.4.

Таблиця 2.4 – Райони NAVAREA, станції NAVTEX на переході

№	Участок переходу	Район NAVAREA	Станції NAVTEX	Координатор NAVAREA
1.	Сінгапур	XI	Singapore (C) Ho Chi Minh Ville (X)	Japan
2.	Південно – Китайське море	XI	Shanghai (Q) Che Lung (P) Hong Kong (L) Sanya (M) Da Nang (K)	Japan

Навігаційні попередження кожного виду мають свою наскрізну нумерацію протягом усього календарного року, починаючи з номера 0001 у 00.00 годин Всесвітнього Координованого Часу 01 січня і до 24.00 31 грудня поточного року. Усі попередження НАВАРЕА, а також прибережні попередження передаються англійською мовою. Плата не стягується.

Додатково попередження НАВАРЕА можуть передаватися на одному чи більш офіційних мовах ООН. Прибережні попередження можуть передаватися також на національній мові, а місцеві – тільки національною мовою, як об'єкт національної служби.

Для передачі інформації з безпеки на море використовуються наступні системи (Стаття № 40 – Розділ V Регламенту радіозв'язку):

- Міжнародна служба мережі безпеки (Safety Net), що використовує канали супутникової системи зв'язку ІНМАРСАТ, Прийом здійснюється за допомогою устаткування розширеного групового виклику (РГВ, EGC – Enhanced Group Call);

- Система КВ ВЛПЧ – система передачі інформації з безпеки мореплавання за допомогою вузькополосної літеродрукувальної телеграфії (радиотелекса) у короткохвильовому діапазоні на частотах 4210; 6314; 8416,5;

12579; 16806,5; 19680,5; 22376 і 26100,5 кГц (Ст.38 Регламенту радіозв'язку).
Дана система є альтернативною до РГВ і може використовуватися судами, що не мають приймача ІНМАРСАТ – РГВ;

- Міжнародна система НАВТЕКС, що забезпечує передачі і автоматичний прийом інформації за допомогою вузькополосної літеродрукувальної телеграфії на частоті 518 кГц. Крім того, можуть використовуватися національні служби НАВТЕКС, що здійснюють передачі на частотах 490 кГц і 4209,5 кГц.

Таблиця 2.5 – Зв'язок на переході

№	Станція	Спосіб зв'язку	Канали, частоти	Примітки
1	Singapore VTIS (Vessel traffic information service) Pilots	VHF	16,10,14,73 16,20	Full description see NP 286(4)
2	China Ship Reporting System (CHISREP)	Fax, e-mail, Inmarsat	+85337117123(fax) chisrep@shmsa.gov.ua +85337117 HSASC CN (telex)	Obvious reports See full info NP 286(6)
3	NingboPilots Vessel Traffic Service	VHF	16,09 06,08	See full info NP 286(6)

СУРС по маршруту переходу приведено в табл. 2.6.

Таблиця 2.6 – СУРС по маршруту переходу

№	Traffic separation scheme	Station	VHF	Reporting point description
1	VTIS East Sector	Singapore VTIS (Vessel traffic information service)	10,16	When passing Sector 9
2	Southeast Reporting Line	Guangzhou Vessel Traffic Service	16,09	When Passing 10 nm from Dahao Shuidao

На підставі аналізу навігаційної інформації робиться висновок про достатність інформаційного забезпечення і безпечного плавання на переході.

2.2.2. Збір та аналіз гідрометеорологічної інформації

Південно-Китайське море. Для клімату району в цілому характерна мусонна циркуляція атмосфери. Протягом всього року спекотна і волога погода, малохмарна; кількість опадів і вологість повітря незначні, тумани рідкісні.

Температура повітря протягом усього року коливається в середньому за місяць від 25° до 29°. Найбільша температура повітря повсюдно досягає 36°-38°, найменша може знижуватися до 15°-17°, а на півночі району до 13°-14°. Добові коливання температури місцями сягають 7°-10°. Відносна вологість повітря висока протягом усього року; середнє місячне значення її коливається від 70 до 90%.

Середня місячна швидкість вітру у протягом року становить 6-8 м/сек.

Штилі у відкритому морі спостерігаються порівняно рідко.

Повторюваність туманів у відкритому морі зазвичай менше 1%.

Переважає вітрове хвилювання III-IV бали, повторюваність якого становить 40-60%, в період південно-західного мусону хвилювання приходить

від SW або W. Середня висота вітрових хвиль і хвиль брижах не перевищує 1-2 м.

У квітні і вересні в більшій частині моря переважає циркуляція вод проти годинникової стрілки. Середня швидкість течій в ці місяці, як правило 0,4-0,8 вузл.

Середня величина квадратурного припливу біля берегів Китаю змінюється в широких межах: від 0,1 до 3,0 м. Середня величина сизигійного припливу 1,0 - 5,5 м.

Східне узбережжя Китаю. Гідрометеорологічні умови для плавання суден в описуваному районі в цілому задовільні. Затруднення можуть виникнути при проходженні тропічних циклонів. З листопада по лютий плавання вздовж берегів Китаю ускладнюється імлою, що викликається пиловими бурями.

Середня місячна швидкість вітру у відкритому морі 7-10 м/с. На узбережжі материка в більшості пунктів вона становить 3-6 м/с.

Повторюваність штилей у відкритому морі змінюється від 1 до 7% в місяць, а на узбережжі, як правило, не перевищує 8 %, лише в порту Циндао досягає іноді 10-15 %.

Повторюваність швидкості вітру 16 м/с і більше у відкритому морі протягом усього року не перевищує 5 %.

Повторюваність туманів у відкритому морі зазвичай менше 1 %. На узбережжі середнє місячне число днів з туманом, як правило, не перевищує 5. Майже повсюдно переважають адвективні тумани.

Протягом усього року переважає видимість більше 5 миль; її повторюваність близько 90 %.

Коливання рівня в описуваному районі викликані в основному приливними, меншою мірою згінно-нагонними явищами. Середня величина квадратурного припливу біля берегів Китаю змінюється в широких межах від 0,1 до 3 метрів. Середня величина сизигійного припливу 1-5,5 м.

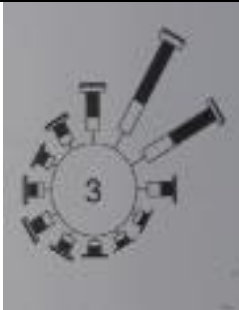
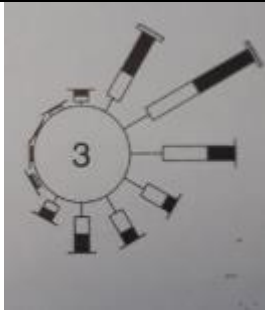
Постійні течії представлені теплими течіями Курсио і Тайвань. Температура поверхневого шару води висока і помітно збільшується з півночі

на південь. Середня місячна температура води 21-25°C. Атмосферний тиск і розшифровка «роз вітрів» виконана у табл. 2.7.

Таблиця 2.7 – Атмосферний тиск і розшифровка «Роз вітрів»

Характеристики за ділянками	Ділянка №1		Ділянка №2		Ділянка №3	
1	2		3		4	
Атмосферний тиск, гПа	1011		1013		1008	
Напрявлення вітру	Повторюваність вітру, %		Повторюваність вітру, %		Повторюваність вітру, %	
	Сумарна		Сумарна		Сумарна	
N	rare		2		4	
NE	0		3		8	
E	1		10		6	
SE	1		39		24	
S	2		6		19	
SW	1		4		22	
W	1		28		10	
NW	rare		5		5	
Результуючий вітер, у румбах	напрявлення	S	напрявлення	SE	напрявлення	SE
	швидкість, м/с	0-1	швидкість, м/с	7-8	швидкість, м/с	8- 10

Продовження табл. 2.7

1	2		3		4	
Максимальна швидкість вітру, м/с	спостережена	4-5	спостережена	10-12	спостережен а	10-13
	розрахункова	5-6	розрахункова	13-14	розрахункова	13-15
Повторюваність штилів, %	94		3		2	
Схема «рози вітрів»						

Видимість, водний і тепловий режими атмосфери та гідрологічні характеристики зведені у табл. 2.8.

Таблиця 2.8 – Видимість, водний і тепловий режими атмосфери, гідрологічні характеристики

Характеристики за ділянками	Ділянка №1	Ділянка №2	Ділянка №3
1	2	3	4
Температура повітря, °С	31/23	28	25-29
Температура води, °С	< 28	29	28
Відносна вологість, %	71-95	69-79	75-82
Повторюваність туманів, %	rare	3	2
Видимість менше 2 міль	rare	rare	rare
Хмарність, бали	6,7	5,6	5,6

Продовження табл. 2.8

1		2	3	4
Солоність води, ‰		33	34	32
Щільність води, г/см ³ (або кг/м ³)		1020	1021	1020
Постійні течії	Назва	–	Japan Current (Kuro Shio)	Japan Current (Kuro Shio)
	термодинамічна характеристика	–	Warm current	Warm current
	Направлення	–	SE	NE
	швидкість, вузл.	–	³ / ₄ kts	2/4 kts
	Стійкість	–	постійна	постійна
Швидкість припливних течій, вузл.		¹ / ₄ kts	¹ / ₄ kts	¹ / ₄ kts
Висота хвиль, м	Середня	2	3	3
	максимальна	3	5	5
Період хвиль, с		3	5	5

2.2.3. Збір та аналіз навігаційної інформації при прибрежному плаванні

Вивчення та нанесення навігаційно-гідрографічних умов планованого переходу виконується по ділянках, використовуючи навігаційні морські карти, лоції і книги ALRS, зокрема, Guide to Port Entry, Admiralty Sailing Directions та Admiralty List of Lights and Fog Signals, а також інші посібники відповідно до рекомендацій РІССУ-98.

Всебічний розгляд рейсу виконується всім штурманським складом судна перед його першим плаванням по даному маршруту або після тривалої перерви. вивчаються підходи до портів і райони зі змішаними умовами плавання.

При розгляді підходів до порту і районів зі змішаними умовами судноводії уточнюють: загальну навігаційно-гідрографічну характеристику району, особливості узбережжя, рельєф дна і глибини, подробиці проміру, наявність банок, мілин і їх близькість до фарватерах і рекомендованим курсам; гідрологічні особливості: величину коливань рівня моря при приливи і відливи; розташування районів інтенсивного руху суден і паромів, лову риби, розвідки і видобутку нафти і газу.

Зробимо дослідження та вивчення навігаційно-гідрографічних умов на переході та підбір засобів навігаційного обладнання, які представимо у виді табл 2.9.

Таблиця 2.9 – Засоби навігаційного обладнання

№	Name	Position		Characteristics	Range
		φ	λ		
1.	Sebarok	01°11.8' N	103°48.3' E	FL R.5s	10 nm
2.	Karang Bateng	01°09.4' N	103°48.8' E	Q Y.1s	13 nm
3.	Tembankul	01°13.4' N	103°51.7' E	Fl R.5s	4 nm
4.	Batuampar	01°09.9' N	104°00.3' E	Fl Y.5s	8 nm
5.	Horsburgh Lt.	01°19.8' N	104°24.3' E	Fl Y.10s	20 nm
6.	Pulau Mangkai	03°05.2' N	105°35.8' E	Fl(2) Y.10s	25 nm
7.	Xiong Dao	23°31.9' N	117°41.3' E	Fl(3)Y.10s	16 nm
8.	Wai Jiao	29°41.2' N	122°17.3' E	Fl(2)Y.6s	15 nm
9.	Xiazhi Jiao	29°44.7' N	122°18.2' E	Q R.1s	4 nm
10.	Xiazhi Men (Racon T)	29°46.3' N	122°18.5' E	Fl(3)Y.12s	15 nm

2.3 Навігаційні розрахунки для забезпечення безпеки плавання

2.3.1 Розрахунок ортодромії

Для переважної більшості суднів основними критеріями при виборі їх оптимального шляху є безпека плавання і мінімум часу переходу, що становить базу ефективної роботи морського транспорту.

Коли шлях майбутнього плавання включає в себе трансокеанський перехід, вплив погоди та стан моря здобувають особливо важливе і нерідко основне значення при виборі найвигіднішого шляху судна. При здійсненні такого вибору виникає потреба задовольнити найрізноманітніші запити – перехід повинен бути безпечним, економічним, протікати в бажані терміни і при найбільш сприятливих зовнішніх умовах. Найвигідніший шлях судна з однієї точки земної поверхні в іншу збігається з найкоротшим відстанню між цими точками, тобто з дугою великого кола (ДВК).

Складність полягає в тому, що на застосовуваних для цілей судноводіння, меркаторських картах ортодромія у вигляді прямої лінії не зображується. На них для прокладки зручніше використовувати локсодромію.

При плаванні по екватору і меридіану або в близі їх ортодромія і локсодромія збігаються. Але зі збільшенням широти на курсах відрізняються від 0 або 180, ця різниця зростає.

В маршруті переходу трансокеанський перехід відсутній, тому проведемо приклад розрахунку локсодромії та ортодромії проведемо на відрізку, що проходить в Тихому океані:

$\varphi_n = 31^\circ 26' \text{ N}$, $\lambda_n = 143^\circ 03' \text{ E}$ до точки $\varphi_k = 33^\circ 02' \text{ N}$, $\lambda_k = 122^\circ 32' \text{ W}$.

Розраховуємо локсодромічний курс:

$$\operatorname{tg} k_n = \frac{PД}{PМЧ} \quad (2.1)$$

Розрахуємо довжину локсодромії:

$$S_n = PШ \times \sec k_n \quad (2.2)$$

Розрахунки локсодромії показано у вигляді табл. 2.10.

Таблиця 2.10 – Розрахунок локсодромії

Фк	33°02' N	Лк	122° 32' W	РМЧ	113.96
Фн	31°26' N	Лн	143°03' E	К	88,9°
РШ	1°38' (98')	РД	94 25'(5665')	S	4793

Визначити довжину ортодромії:

$$\cos D = \sin \varphi_1 \times \sin \varphi_2 + \cos \varphi_1 \times \cos \varphi_2 \times \cos PД \quad (2.3)$$

$$D = 4607 \text{ миль}$$

Доцільність плавання по ортодромії:

$$\Delta S = S_{\text{л}} - D = 4793 - 4607 = 186 \text{ миль} \quad (2.4)$$

Плавання по ортодромії є доцільним і вигідним.

Проведемо розрахунок плавання по ортодромії:

Знаходимо λ_0 :

$$\operatorname{tg}\left(\frac{\lambda_n - \lambda_k}{2} - \lambda_0\right) = \operatorname{tg} \frac{PД}{2} \times \sin 2\varphi \times \cos ecPШ$$

$$\operatorname{tg} k_0 = \frac{\sin(\lambda_n - \lambda_0)}{\operatorname{tg} \varphi_n}$$

$$\text{Обчислюємо курси } k_0 \Rightarrow \quad (2.5)$$

Курси та відстані розрахунку плавання по ортодромії представлено в табл. 2.11.

Таблиця 2.11 – Курси та відстані при плаванні по ортодромії

N	Широта	Довгота	Курс °	Відстань, миль
Н	31° 26 N	143° 03 E	-	-
1	34° 39 N	150° 00 E	61	399
2	38° 15 N	160° 00 E	66	529
3	40° 45 N	170° 00 E	72	486
4	42° 16 N	180° 00 E/W	79	458
5	42° 52 N	170° 00 W	85	443
6	42° 36 N	160° 00 W	92	441
7	41° 26 N	150° 00 W	99	451
8	39° 20 N	140° 00 W	105	475
9	36° 10 N	130° 00 W	112	511
К	33° 02 N	122° 32 W	117	414

2.3.2. Складання маршрутних листів

Відповідно до рекомендацій ІМО, при плануванні рейсу необхідно скласти маршрутні листи, які повинні лежати на штурманському столі. Безумовно, протягом рейсу в маршрутні листи вносяться необхідні зміни.

Попередня прокладка наноситься на навігаційні морські карти і плани, що будуть потім використовуватися для ведення навігаційної прокладки. Перед рейсом попередня прокладка повинна бути виконана в об'ємі, необхідному для плавання судна до виходу у відкрите море, але не менше, ніж на дводобове плавання. Попередня прокладка для входу в порт повинна бути виконана завчасно, до підходу судна до району зі стиснутими умовами.

При виконанні попередньої прокладки на морських картах самого великого масштабу, що охоплюють район плавання, прокладаються лінії шляхів судна на безпечних відстанях від надводних небезпек, відзначаються крапки початку і закінчення поворотів, проводяться лінії поворотних пеленгів на обрані орієнтири, надписуються їхні істинні значення, відзначаються контрольні крапки проходження траверзів. Для плавання в районі зі стиснутими умовами і на підході до порту лінії курсів прокладаються з урахуванням вимог місцевих правил, лоцій і систем поділу рухові суден.

План переходу між портами розроблявся в програмі ChartCo (Kelvin Hughes) та зазвичай включав наступні дані: номер рейсу, дати портів відходу та приходу, завірені підписи виконавців та капітана, графік і таблиця просідання судна у відкритому морі та на мілководді, попередня прокладка від причала до причалу та від лоцманської станції до лоцманської станції порту призначення (рис. 2.1), підбір карт (в черзі використання), зв'язок на переході з системами VTS та лоцманів, а також станції Navtex для отримання повідомлень з безпеки мореплавства у відповідному районі.

XIAMEN EXPRESS



Waypoint Information

#	Name	Position	C/Lg	Course	Distance 4.9 nmi	Speed kts	Leg WPT 4.9m	Duration WPT 4.9m	Summer WPT 4.9m	FEF IRR 4.9m	Overall Distance Flashed	To Go	Overall Duration Flashed	To Go	Position Fixing Method	Fixing Frequency	Watch Level	Engine Manned	Remarks	#
7	Singapore Pilotage off	01°11'54"N 103°49'00"E	R	120.3°	4.9 nmi	6.0	00h 13m	00h 13m	00h 00m	17.17m	8.1 nm	2125.7 nm	03h 33m	100h 23m	Visual [X] Radar [X] GPS [X] Other []	00h 05m	III	Yes	[Manoeuvring] Pilot off. Comply with COLREG s a...*	7
8		01°10'42"N 103°49'30"E	R	157.5°	4.3 nm	6.0	00h 13m	00h 13m	00h 00m	17.17m	9.4 nm	2124.4 nm	03h 46m	100h 10m	Visual [] Radar [X] GPS [X] Other []	00h 05m	III	Yes	[Manoeuvring] Comply with COUREG s a...*	8
9		01°15'12"N 103°45'00"E	R	085.5°	6.0 nm	12.0	00h 30m	00h 30m	00h 00m	23.07m	15.5 nm	2118.4 nm	04h 17m	100h 40m	Visual [] Radar [X] GPS [X] Other []	00h 10m	II	Yes	[Coastal] Comply with COUREG s at all t...*	9
10		01°14'08"N 103°58'00"E	R	073.3°	3.1 nm	18.0	00h 10m	00h 10m	00h 00m	13.71m	18.6 nm	2115.2 nm	04h 27m	100h 30m	Visual [] Radar [X] GPS [X] Other []	00h 20m	II	Yes	[Coastal] Comply with COUREG s at all t...*	10
11		01°17'12"N 104°20'00"E	R	082.0°	22.2 nm	18.0	01h 14m	01h 14m	00h 00m	18.71m	40.8 nm	2093.0 nm	05h 41m	107h 16m	Visual [X] Radar [X] GPS [X] Other []	00h 10m	III	Yes	[Coastal] Comply with COUREG s at all t...*	11
12		01°15'00"N 104°40'00"E	R	048.3°	26.8 nm	18.0	01h 29m	01h 29m	00h 00m	10.71m*	67.6 nm	2066.2 nm	07h 10m	100h 46m	Visual [] Radar [] GPS [X] Other []	01h 00m	II		[Coastal] Comply with COUREG s at all t...*	12
13		01°40'00"N 105°37'00"E	R	021.4°	155.9 nm	20.0	07h 47m	07h 47m	00h 00m	15.20m	223.5 nm	1920.3 nm	14h 50m	97h 59m	Visual [] Radar [] GPS [X] Other []	00h 30m	II		[Coastal] Comply with COUREG s at all t...*	13
14		06°18'00"N 105°00'00"E	R	045.9°	198.4 nm	20.0	09h 55m	09h 55m	00h 00m	30.20m	421.9 nm	1711.9 nm	24h 53m	88h 03m	Visual [] Radar [] GPS [X] Other []	01h 00m	II		[Coastal] Comply with COUREG s at all t...*	14
15		08°15'00"N 110°00'00"E	R	045.5°	167.0 nm	20.0	00h 21m	00h 21m	00h 00m	85.20m	589.0 nm	1544.9 nm	33h 14m	79h 42m	Visual [] Radar [] GPS [X] Other []	01h 00m	II		[Coastal] Comply with COUREG s at all t...*	15
16		15°34'00"N 109°00'00"E	R	021.8°	473.3 nm	20.0	23h 39m	23h 39m	00h 00m	185.20m	1062.2 nm	1071.6 nm	56h 54m	56h 02m	Visual [] Radar [] GPS [X] Other []	01h 00m	II		[Coastal] Comply with COUREG s at all t...*	16
17		20°40'00"N 115°00'00"E	R	023.2°	289.7 nm	20.0	14h 29m	14h 29m	00h 00m	185.20m	1351.9 nm	761.9 nm	71h 23m	41h 33m	Visual [] Radar [] GPS [X] Other []	01h 00m	II		[Coastal] Comply with COUREG s at all t...*	17
18		21°10'00"N 117°59'00"E	R	048.3°	105.4 nm	20.0	05h 16m	05h 16m	00h 00m	185.20m	1457.3 nm	676.6 nm	76h 38m	36h 17m	Visual [] Radar [] GPS [X] Other []	01h 00m	II		[Coastal] Comply with COUREG s at all t...*	18
19		23°13'00"N 117°59'00"E	R	029.4°	141.3 nm	20.0	07h 04m	07h 04m	00h 00m	15.20m	1598.6 nm	535.2 nm	83h 43m	28h 13m	Visual [] Radar [] GPS [X] Other []	00h 30m	II		[Coastal] Comply with COUREG s at all t...*	19
20		23°15'30"N 117°55'00"E	R	049.6°	19.3 nm	20.0	00h 57m	00h 57m	00h 00m	12.90m	1617.9 nm	515.9 nm	84h 41m	28h 15m	Visual [] Radar [] GPS [X] Other []	00h 30m	II		[Coastal] Comply with COUREG s at all t...*	20
21		24°40'00"N 118°48'00"E	R	054.6°	59.6 nm	20.0	02h 58m	02h 58m	00h 00m	20.20m	1677.5 nm	466.3 nm	87h 40m	25h 17m	Visual [] Radar [] GPS [X] Other []	00h 30m	II		[Coastal] Comply with COUREG s at all t...*	21
22		25°12'00"N 120°44'00"E	R	046.8°	119.8 nm	20.0	05h 58m	05h 58m	00h 00m	25.20m	1797.9 nm	336.5 nm	93h 39m	19h 17m	Visual [] Radar [] GPS [X] Other []	00h 30m	II		[Coastal] Comply with COUREG s at all t...*	22
23		27°15'00"N 121°15'30"E	R	030.9°	153.1 nm	20.0	07h 45m	07h 45m	00h 00m	45.20m	1952.4 nm	181.4 nm	101h 25m	11h 32m	Visual [] Radar [] GPS [X] Other []	00h 30m	II		[Coastal] Comply with COUREG s at all t...*	23
24		28°51'00"N 122°55'00"E	R	026.0°	84.6 nm	20.0	04h 13m	04h 13m	00h 00m	35.20m	2037.0 nm	96.8 nm	105h 39m	07h 18m	Visual [] Radar [X] GPS [X] Other []	00h 15m	III	Yes	[Manoeuvring] Comply with COUREG s a...*	24
25		29°41'00"N 122°53'00"E	R	000.0°	50.0 nm	16.0	03h 07m	03h 07m	00h 00m	17.53m	2067.0 nm	46.8 nm	100h 45m	04h 10m	Visual [] Radar [X] GPS [X] Other []	00h 10m	III	Yes	[Manoeuvring] Comply with COUREG s a...*	25
26		29°44'42"N 122°19'30"E	R	285.4°	14.0 nm	12.0	01h 09m	01h 09m	00h 00m	3.87m*	2101.0 nm	32.8 nm	109h 56m	03h 01m	Visual [] Radar [X] GPS [X] Other []	00h 05m	III	Yes	[Manoeuvring] Comply with COUREG s a...*	26
27	Ningbo Pilots	29°45'42"N 122°18'06"E	R	309.5°	1.6 nm	6.0	00h 15m	00h 15m	00h 00m	47.17m	2102.6 nm	31.2 nm	110h 12m	02h 45m	Visual [X] Radar [X] GPS [X] Other []	00h 10m	IV	Yes	[Manoeuvring] Vessel in pilotage. Keep s...*	27

Рисунок 2.1 – Табличний план переходу (компанійський)

2.3.3. Графічний план переходу

Результати навігаційного планування переходу оформляють у вигляді графічного плану переходу. На графічному плані (рис. 2.2) наноситься наступна інформація: курс судна (ортодромія чи локсодромія), назви портів відходу/заходу, основні течії, рози вітрів.

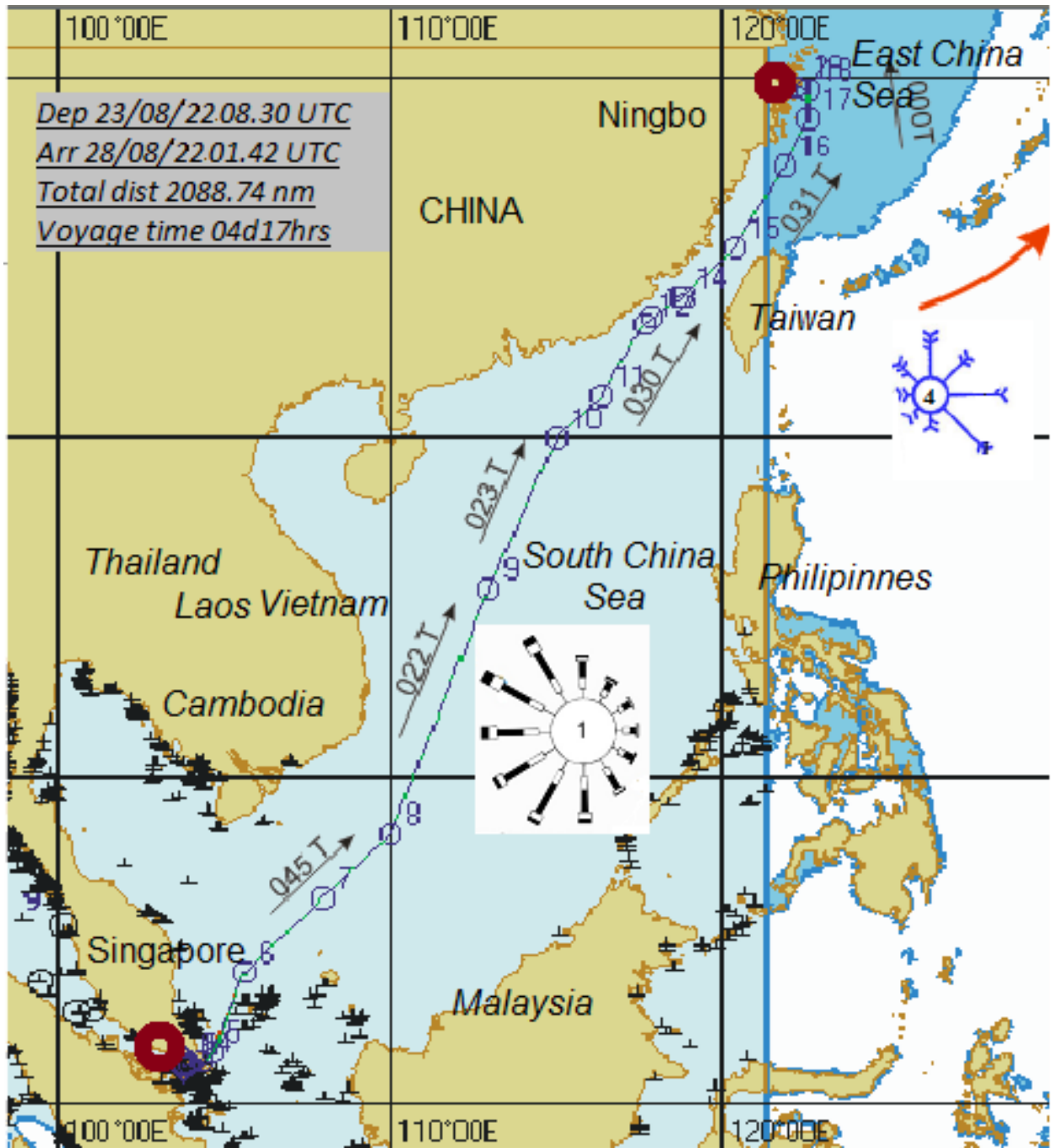


Рисунок 2.2 – Графічний план переходу

2.3.4 Розрахунок природної освітленості

Розрахунки освітленості виконують двома послідовними наближеннями:

1) За широтою φ і датою запланованого плавання виберемо з Nautical Almanac без інтерполяції моменти місцевого середнього часу (LMT) сходу і заходу Сонця і Місяця. “Seaspan Breeze”

2) 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").

По широті місця судна φ і схиленню Сонця δ на моменти його сходу і заходу по формулі $\tan A$ розрахуємо азимути Сонця (Z) при сході і заході, які також внесемо до табл. 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 табл. 2.10 приведено елементи освітленості на початок, середину та кінець рейсу.

Таблиця 2.10 – Елементи освітленості

Дата	Початок навігаційних сутінків	Сонце				Кінець навігаційних сутінків	Місяць		
		СХІД		ЗАХІД			Схід Тс	Возраст дні	Захід Тс
		Тс	А	Тс	А				
23.08.22	05:13	05:59	78.5	18:07	281.3	18:52	18:48	14.2	06:24
24.08.22	05:10	05:55	78.7	18:10	281.1	18:56	19:31	15.2	07:04
25.08.22	05:01	05:48	78.5	18:18	281.3	19:05	20:12	16.2	07:46
26.08.22	04:54	05:42	78.6	19:08	281.4	20:27	20:45	17.2	08:28
27.08.22	04:52	05:39	78.4	19:12	281.4	20:19	21:55	18.2	09:18
28.08.22	04:49	05:35	78.2	19:22	281.6	20:19	21:40	19.2	10:13

2.3.5. Розрахунок висот приливів та побудова графіків приливів

Дуже часто припливні явища відіграють вирішальну роль при виборі шляху судна. І не завжди їх роль носить негативний характер, що ускладнює процес судноводіння. В окремих випадках коливання рівня моря відіграють позитивну роль, дозволяючи судам з великою осадкою під час повної води заходити в порти, розташовані в мілководних бухтах, гирлах річок, проходити мілководні припливи, значно скорочувати шлях. Плавання судна в районах дії припливів-явищ повинно передувати ретельним вивченням цього важливого фактора і виробництвом завчасних обчислень. Нехтування приливами або невірні розрахунки по перевирахованому припливів, як правило, викликає аварії. Статистика показує, що з усіх аварій суден в прибережних районах кожна п'ята викликана неправильним перевирахованому припливів.

Представимо розрахунки коливання рівня моря в Сінгапурі та Нінбо у вигляді табл. 2.12 і табл. 2.13.

Розрахунки проводимо за допомогою таблиць Admiralty Tide Tables.

Таблиця 2.12 – Приливні явища в порту Сінгапур

Standard Port:	<u>Singapore (Tanjong Pagar)</u>										
Secondary Port:	<u>Singapore</u>				Date:	23/08	Time Zone	+0800			
Standart Port	TIME			HEIGHT		TIME			HEIGHT		
	LW	HW		LW	HW	RANGE	LW	HW	LW	HW	RANGE

	06:15	12:48	0.1	2.6	2,5		18:23	00:12	0.8	3.1	2.3
Seasonal Change	Standart port		-	-			Standart port		-	-	
DIFFERENCES	-	-	-	-			-	-	-	-	
Seasonal Change	Secondary Port		-	-			Secondary Port		-	-	
SECONDARY PORT	06:15	12:48	0.1	2.6			18:23	00:12	-	-	
Duration	06:33						05:49				

На підставі табл. 2.12. побудовано графік приливів на рис. 2.3.

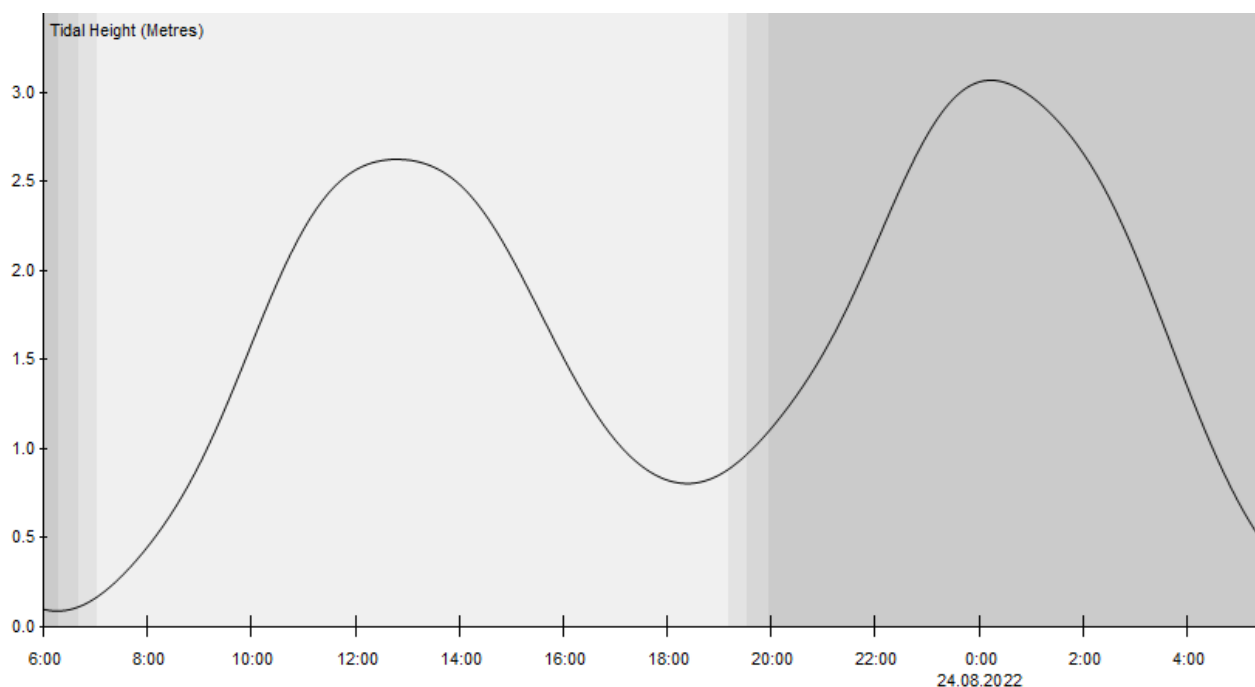


Рисунок 2.3 – Графік приливів в порту Сінгапур

Таблиця 2.13 – Приливні явища в порту Нінбо

Standard Port:	<u>Wusong</u>									
Secondary Port:	<u>Ningbo</u>		Date:		28/08	Time Zone		+ 0800		
Standart Port	TIME		HEIGHT		RANGE	TIME		HEIGHT		
	LW	HW	LW	HW		LW	HW	LW	HW	
	23:13	03:58	1.6	3.6	2.0	11:02	15:55	1.4	3.4	2.0
Seasonal Change	Standart port		0,0	0,0		Standart port		0,0	0,0	
DIFFERENCES	-00:34	+00:33	+0.1	-0.7		-00:06	+00:18	+0.1	-0.7	
Seasonal Change	Secondary Port		0.0	0.0		Secondary Port		0.0	0.0	
SECONDARY PORT	22:39	04:31	1.7	2.9		10:56	16:13	1.5	2.7	
Duration	05:52					05:17				

На підставі табл. 2.13 побудовано графік приливів на рис. 2.4.

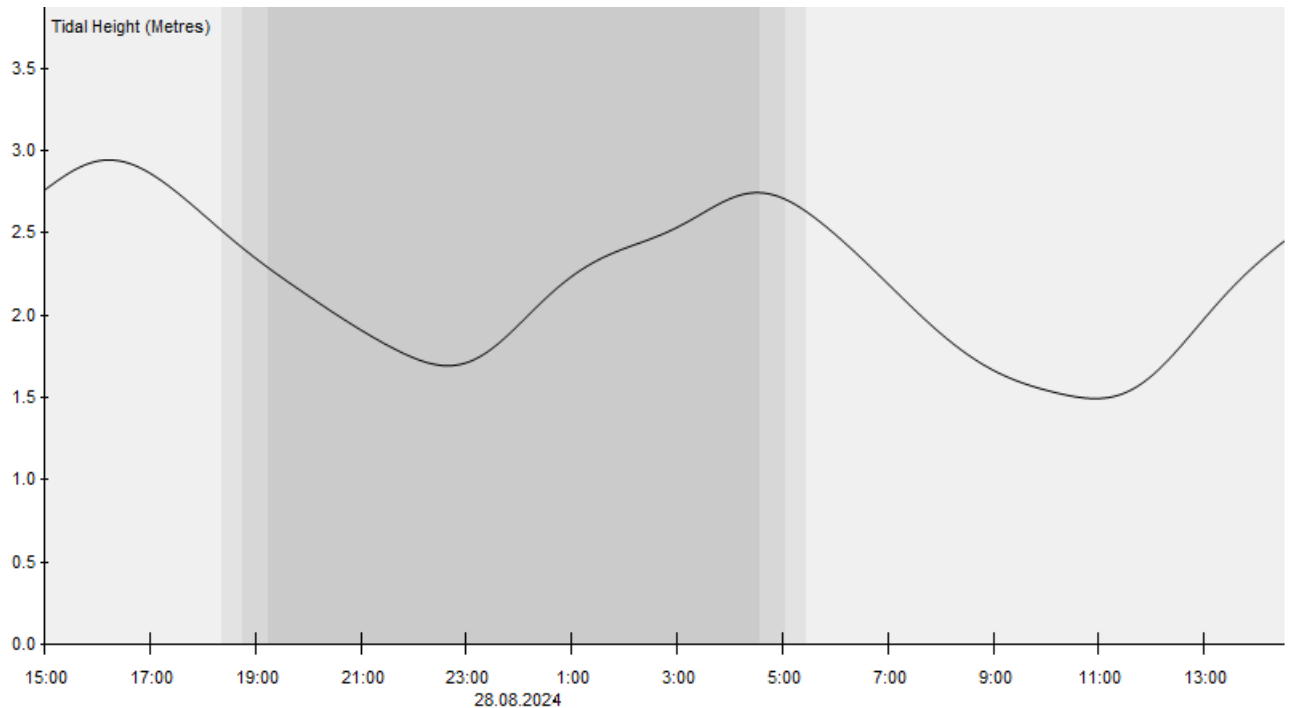


Рисунок 2.4 – Графік приливів в порту Нінбо

2.3.6. Контроль запасу води під кілем та вибір безпечної швидкості на мілководді

Плавання на мілководді є одним з найбільш складних умов, в яких виявляється судно в процесі експлуатації.

Складність ситуації полягає не тільки в тому, що малий запас води під кілем в даних умовах являє собою реальну навігаційну небезпеку, але і в тому, що поведінка судна на мілководді істотно відрізняється від поведінки на глибокій воді.

Запас води під кілем *UKC* за правилами хорошої морської практики, по можливості, повинен бути не менше 1 метра. При розрахунку значення *UKC* має бути проконтрольовано для ділянок виходу з порту та входу в порт призначення, а також для ділянок мілководдя (якщо вони присутні при переході). Для нашого переходу розрахуємо запас води під кілем та безпечну швидкість на мілководді в гирлі підходного каналу до порту Нінбо.

Значення *UKC* може бути розраховано з наступного виразу:

$$UKC = H_M - T_C, \quad (2.6)$$

$$UKC = 20.1 - 18.1 = 2 \text{ м}$$

де: H_M – глибина моря в розглянутому місці на момент проходження судна;

T_C – осадка судна з урахуванням просідання та впливу хвилювання моря.

Величину H_M знаходимо з виразу:

$$H_M = H_0 + \Delta h = 20.1 \quad (2.7)$$

де: H_0 – нуль глибин в розглянутому місці;

Δh – висота припливу в даний момент у визначеному місці (з графіка приливів).

При цьому необхідно взяти до уваги, що в Адміралтійських таблицях припливів АТТ рівень припливу розраховується для нуля глибин, зазначеного на діючій карті найбільшого масштабу визначеного місця.

Величина T_C визначається з виразу:

$$T_C = T + Q + \Delta T_B, \quad (2.8)$$

$$T_C = 12,4 + 3,9 + 1,8 = 18,1$$

де: T – осадка судна на глибокій воді (з урахуванням завантаження судна);

Q – величина просідання корпусу на мілководді ;

ΔT_B – збільшення осадки за рахунок хвилювання моря.

Значення ΔT_B рекомендується оцінювати з виразу:

$$\Delta T_B = 0,6h_B = 1.8 \text{ м}, \quad (2.9)$$

де h_B – максимальна висота хвилі в данному місці, дорівнює 3 метра.

Для коректної оцінки максимальної висоти хвилі необхідно належним чином вивчити відповідний розділ необхідної лоції та іншу допоміжну перевірену інформацію.

Якщо значення UKC виявиться менше одного метру, то необхідно з таблиці даних «Draught Increase» бланку «Wheelhouse Poster» обрати таке значення ходу судна, яке забезпечуватиме достатньо безпечний запас води під кілем. У випадку якщо навіть «самий малий хід» не забезпечує безпечний

прохід судна на данній ділянці мілководдя, то такий випадок повинен бути ретельно описаний у відповідному розділі пояснювальної записки.

В цьому випадку значення просідання визначається з наступного виразу:

$$Q = 2 \frac{c_B \cdot v^2}{100}, \quad (2.10)$$

де: Q – максимально теоретичне можливе просідання корпусу судна, метри;

c_B – блок коефіцієнт (коефіцієнт загальної повноти зануреної частини корпусу судна), безрозмірний;

v – швидкість судна, вузли.

Значення блок коефіцієнта приводиться в «Wheelhouse Poster». Також значення можливо знайти з наступного виразу:

$$c_B = \frac{D}{\gamma \cdot L \cdot B \cdot T}, \quad (2.11)$$

$$c_B = 0.6$$

де: c_B – блок коефіцієнт, безрозмірний;

D – повна водотоннажність судна, тони;

$\gamma = 1,025$ – щільність морської води, г/см³;

L – довжина судна між перпендикулярами, метри;

B – ширина корпусу судна, метри;

T – осадка судна по літню вантажну марку, метри.

Величина просідання повинна бути розрахована для «повного», «середнього», «малого» та «самого малого» хода судна та внесена в таблицю «Draught Increase» бланку «Wheelhouse Poster».

Нижче приведена таблиця та діаграма розрахованого просідання судна “Seaspan Breeze” у відкритому морі та у стислих водах (рис. 2.5 та рис.2.6).

Vessel Squat Table

Speed (kn)	0.0	0.5	1.0	1.5	2.0	2.5	3.0	3.5	4.0	4.5	5.0	5.5
Open Water (m)	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.1	0.1	0.1	0.1	0.2	0.2
Confined Water (m)	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.1	0.1	0.1	0.2	0.2	0.3	0.4

Speed (kn)	6.0	6.5	7.0	7.5	8.0	8.5	9.0	9.5	10.0	10.5	11.0	11.5
Open Water (m)	0.2	0.3	0.3	0.3	0.4	0.4	0.5	0.5	0.6	0.7	0.7	0.8
Confined Water (m)	0.4	0.5	0.6	0.7	0.8	0.9	1.0	1.1	1.2	1.3	1.5	1.6

Speed (kn)	12.0	12.5	13.0	13.5	14.0	14.5	15.0	15.5	16.0	16.5	17.0	17.5
Open Water (m)	0.9	0.9	1.0	1.1	1.2	1.3	1.4	1.4	1.5	1.6	1.7	1.8
Confined Water (m)	1.7	1.9	2.0	2.2	2.4	2.5	2.7	2.9	3.1	3.3	3.5	3.7

Speed (kn)	18.0	18.5	19.0	19.5	20.0	20.5	21.0	21.5	22.0	22.5	23.0	23.5
Open Water (m)	1.9	2.1	2.2	2.3	2.4	2.5	2.6	2.8	2.9	3.0	3.2	3.3
Confined Water (m)	3.9	4.1	4.3	4.6	4.8	5.0	5.3	5.5	5.8	6.1	6.3	6.6

Speed (kn)	24.0	24.5	25.0	25.5	26.0	26.5	27.0
Open Water (m)	3.5	3.6	3.8	3.9	4.1	4.2	4.4
Confined Water (m)	6.9	7.2	7.5	7.8	8.1	8.4	8.7

Vessel Squat Formulae

$$\begin{aligned} \text{Open Water : } S &= C_b V^2 / 100 & S &: \text{Squat in metres.} \\ \text{Confined Water : } S &= 2C_b V^2 / 100 & C_b &: \text{Block coefficient.} \\ & & V &: \text{Speed in knots.} \end{aligned}$$

Рисунок 2.5 – Значення просідання до відповідної швидкості судна

На основі рис. 2.5. зображено діаграму на рис. 2.6.

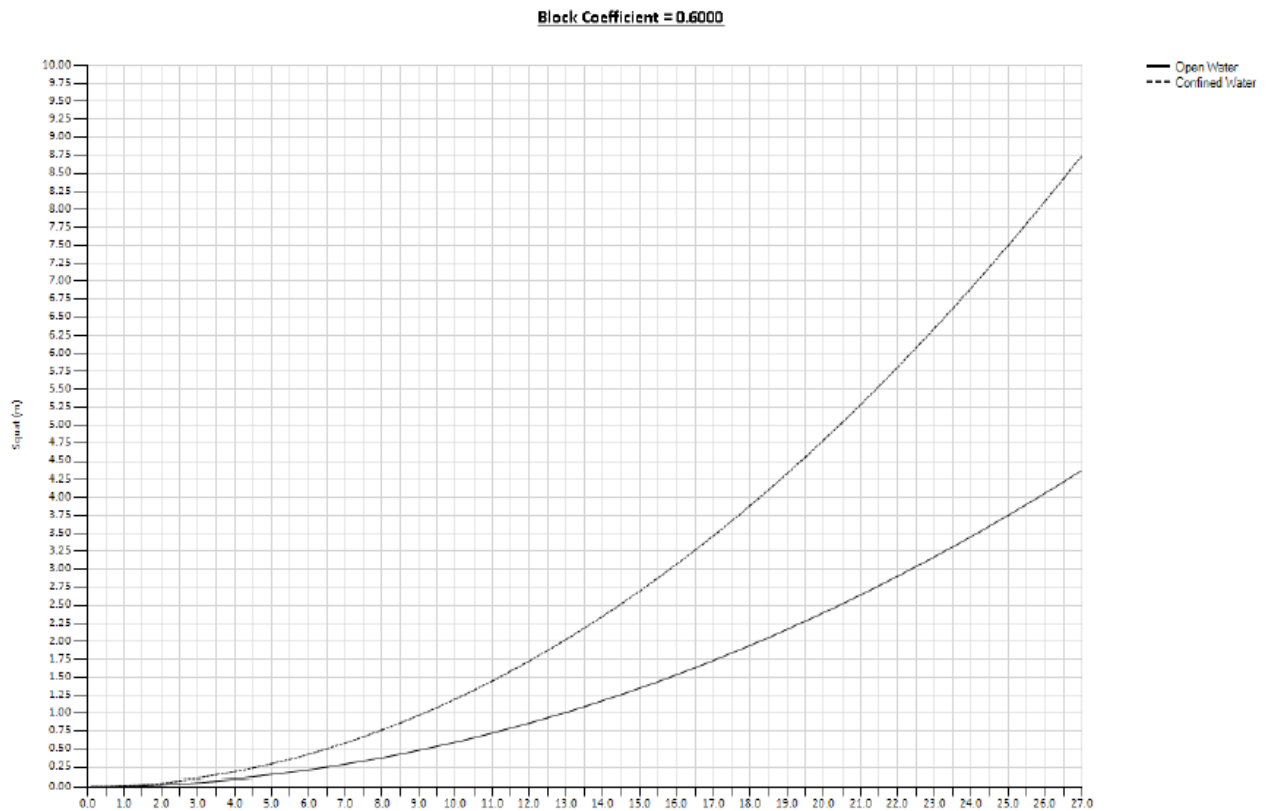


Рисунок 2.6 – Діаграма просідання

2.4. Висновки

В розділі 2 магістерської роботи ми проробили навігаційний маршрут переходу судна “Seaspan Breeze” за маршрутом Сінгапур-Нінбо. Проробка рейсу була виконана згідно міжнародних нормативних документів зазначених в цьому розділі. Коректна і повна підбірка карт та посібників, та інформація з них, дає нам повну картину переходу, включаючи морські ділянки з небезпеками та особливостями плавання в графічному плані; знання гідрологічних та метеорологічних особливостей відповідних районів, забезпечить нам постійний контроль погодних умов. Підбірка станцій навігаційних попереджень, факсимільних карт та отримання погодних бюлетенів забезпечуватиме нас повною картиною очікуваних складнощів природного характеру. Виконавши попереднє прокладання маршруту розрахуємо дати та час приходу судна в порт призначення, розрахуємо час проходження складних та небезпечних в навігаційному плані ділянок, таких як вузькості та зони з інтенсивним трафіком, на проходження яких необхідно приділяти «посилену» увагу збоку особистого складу. Розрахунок просідання корпусу та вибір безпечної швидкості забезпечуватиме безпечне проходження складних районів плавання з малими глибинами. Розрахунок приливів та приливно-відливних явищ забезпечуватиме чітке знання рівня води, у відповідний час, на мілководді та в портах. Проаналізувавши оброблену інформацію та виконані розрахунки, в розділі 2 магістерської роботи, може бути зроблений висновок, що на всьому маршруті рейсу дотримання безпеки мореплавства відповідає усім необхідним вимогам, включаючи хорошу морську практику та досвід.

РОЗДІЛ 3

ОБРОБКА ТА РОЗМІЩЕННЯ ВАНТАЖІВ

3.1. Транспортні характеристики вантажів

Одним з важливих етапів підготовки до розрахунку вантажного плану є детальне вивчення транспортних характеристик і властивостей вантажів, правильний облік яких сприяє забезпеченню безпеки плавання суден, своєчасної і збереженої їх доставці.

Контейнери. Під вантажним контейнером розуміється одиниця транспортного устаткування багаторазово використання на одному або декількох видах транспорту, призначена для перевезення і тимчасового зберігання вантажів, з пристосуваннями, що забезпечують механізовану установку і зняття її з транспортних засобів. Типи і види контейнерів зображено в табл. 3.1.

Таблиця 3.1 – Типи і види контейнерів

Тип	розміри, мм			Внутрішні розміри, мм			дверний отвір, мм		євро палети	маса, кг	Внутрішній об'єм, м3
	довжина	ширина	висота	довжина	ширина	висота	ширина	висота			
10' DC	2990	2438	2591	2830	2330	2370	2310	2270	-	1380	15
20' DC	6058	2438	2591	5905	2350	2381	2336	2291	11	2250	33,2
20' PW	6058	2500	2591	5950	2400	2380	2390	2270	14	2350	34,6
20' HC	6058	2438	2689	5915	2350	2596	2340	2458	11	2350	38,5
20' OT	5888	2345	2315	5415	2205	2280	2235	2280	11	2280	32
30' DC	9120	2440	2590	8930	2330	2350	2280	2260	-	2840	21,1
40' DC	12192	2438	2591	12045	2309	2379	2336	2280	25	3750	67,5
40' HC	12192	2438	2896	12056	2347	2684	2340	2597	25	4200	75,6
40' PW	12192	2500	2591	12045	2432	2379	2432	2280	30	4850	70,5
40' HCPW	12192	2500	2896	12100	2426	2694	2390	2580	30	4150	79,1
40' OT	12029	2342	2326	11544	2350	2381	2235	2280	25	4150	65,5
45' HC	13716	2438	2896	13556	2352	2698	2343	2585	27	4800	86
45' HCPW1	13716	2500	2750	13556	2400	2563	2295	2505	33	4180	85,1
45' HCPW2	13716	2500	2896	13556	2400	2698	2295	2585	33	4950	88,8
3 тонни	2100	1350	2400	1930	1930	2160	1225	2100	-	300	5,16
5 тонн	2640	2110	2400	2460	1170	2160	1950	2585	-	500	10,4

Вантажі в контейнерах повинні укладатися так, щоб виключалася можливість їх пошкоджень, переміщення вантажу всередині контейнера в умовах морського перевезення і щоб навантаження на підлогу і тиск на стінки контейнера були рівномірними.

Двері контейнера повинні вільно закриватися і відкриватися, для чого при укладанні вантажу необхідно залишати вільний простір між вантажем і дверима контейнера: для контейнерів масою брутто до 5 т. – від 3 до 5 см., масою брутто понад 5 т – 5 см.

Прибивати вантажі або пристосування для їх кріплення (стійки, прокладки, клини та ін.). Цвяхами, скобами або іншим способом до підлоги, стінок, стелі забороняється.

При композитної завантаженні більш важкий вантаж повинен розташовуватися внизу, більш легкий і крихкий - нагорі.

В один контейнер можуть бути поміщені ті вантажі, які сумісні за своїми фізико-хімічними властивостями

При перевезенні в контейнерах вантажів в первинній (цехової) упаковці або полегшеної тарі вантажовідправником повинні застосовуватися засоби, що оберігають вантажі від потертості, зім'ятість, замерзання або перегріву, підмочки (обладка стін контейнера папером, обгортка вантажу в м'які ізолюючі матеріали, установка захисних планок, гумових прокладок і т.п.).

За псування вантажу всередині контейнера, внаслідок властивостей самого вантажу, несправності упаковки перевізник відповідальності не несе.

Вантажі в контейнері приймаються і здаються за масою і пломбами вантажовідправників, по зовнішньому огляду справності контейнерів та пломб та відповідності відбитків на пломбах записи у транспортних документах.

Після завантаження контейнер повинен бути опломбований вантажовідправником або за його дорученням експедитором, виробляють завантаження контейнера. В окремих випадках, коли завантаження контейнерів за дорученням і за рахунок вантажовласника виробляє порт, він може пломбувати ці контейнери своїми пломбами.

Перевізник вправі перевозити навантажені великотоннажні контейнери на палубі судна. Якщо особливості вантажу, що перевозиться в великотоннажному контейнері, вимагають розташування його в трюмі, то вантажовідправник зобов'язаний заздалегідь вказати це в перевізному документі.

До кожного контейнеру на добре видному важкодоступному для ушкодження місці поруч з будь-якої іншої табличкою про допущення, виданої для офіційних цілей, постійно кріпиться табличка про допуск за умовами безпеки.

Табличка повинна містити наступну інформацію принаймні англійською або французькою мовою:

- «Допуски за умовами безпеки КБК» – Країна і номер;
- Дата (рік і місяць) виготовлення;
- Ідентифікаційний номер контейнера, присвоєний заводом - виробником, або для існуючих контейнерів, у яких цей номер невідомий, номер, присвоєний Адміністрацією;
- Максимальна експлуатаційна вага брутто (кілограми і фунти);
- Допустима вага на штабелювання при 1,8g (кілограми і фунти);
- Величина навантаження при поперечному випробуванні на жорсткість конструкції (кілограми і фунти);

На табличці повинно бути залишено вільне місце для включення величин (коефіцієнтів) міцності торцевої та / або бічної стінки.

На табличці залишається також вільне місце для дати першого та подальших оглядів (місяць і рік), якщо нанесення таких на табличці передбачено.

Наявність таблички про допуск за умовами безпеки не усуває необхідності наявності ярликів або іншої інформації, які можуть вимагатися відповідності з іншими діючими правилами.

Основні транспортні характеристики вантажів, що перевозяться представимо у табл. 3.2.

Таблиця 3.2 – Основні характеристики вантажів

Найменування Вантажу	Кількість, од	Маса партії вантажу, т	Валові норми вантажних робіт, од/добу	
			Завантаження	Розвантаження
Контейнери 20'	1432	14538,8	4500	3000
Контейнери 40'	3519	70150,2	4500	3000
Усього	4951	84689	—	—

Серед контейнерів які перевозяться є контейнери з небезпечним вантажем. Опис їх виконується у відповідності з Кодексом IMDG:

Хлориту розчин ООН 1908 (UN1908).

Хлорити неорганічні – солі хлористої кислоти; кристалічні речовини білого або жовтуватого кольору; розчиняються у воді (окрім хлоритів срібла і свинцю); вибухають при ударі або нагріванні; у водних розчинах стійкі, особливо у присутності лугів; окисники; токсичні.

Клас 8 – Корозійні речовини, куди віднесені речовини і вироби, що містять речовини цього класу, які в силу своїх хімічних властивостей впливають на епітеліальну тканину, - шкіри або слизової оболонки - при контакті з нею або які у разі витоку або розсипу можуть викликати ушкодження або руйнування інших вантажів або транспортних засобів, а також може створити інший вид небезпека. Назва цього класу охоплює також інші речовини, які утворюють корозійну рідину лише у присутності води або які за наявності природної вологості повітря утворюють корозійні пари або суспензії. Не є забрудником моря.

Категорія вантажу: В. «Away from» acids. Segregation as for class 5.1.

Картка пожежі: F - А

Картка розливу: S - В

Інструкції по упаковці описані в Р001, LP01.

Інструкції по упаковці в контейнери описані в IBC02, IBC03.

Спеціальні положення описані в положенні з номером 223.

Для цієї речовини діє група упаковки II (корозійні речовини) і III (слабо корозійні речовини).

У однієї одиниці тарі обмежений, не більше 1 і 5 літрів.

Символ (рідини, що виливаються з двох пробірок і вражаючи руку або метал) – чорний. Фон – верхня половина біла, нижня, – чорна з білою облямівкою. Цифра «8» біла в нижньому кутку, як показано на рис. 3.1.



Рисунок 3.1 – Рисунок класу небезпечного вантажу UN 1908

Після швидкого зростання контейнерних перевезень Міжнародна морська організація (ІМО) спільно з Організацією Об'єднаних Націй в 1972 році провела конференцію для розгляду проекту конвенції про вантажні контейнерах. Підсумком конференції стало прийняття Конвенції «Convention for Safe Containers» (CSC 1972).

Всі вантажі повинні бути розміщені і закріплені таким чином, щоб судно і екіпаж не наражалися на небезпеку. Безпечне розміщення і кріплення вантажів залежать від належного планування, виконання та нагляду.

З метою вирішення проблем і небезпек, що виникають через неналежного розміщення та кріплення певних вантажів на судні, Міжнародна морська організація (ІМО) видає керівництва у формі резолюцій або циркулярів, схвалених Комітетом з безпеки на морі, конвенції та кодекси:

- Code of Safe Practice for Cargo Stowage and Securing (CSS Code);

- Cargo Securing Manual (CSM);
- Міжнародна конвенція з охорони людського життя на морі, глава VI – Перевезення вантажів (SOLAS CH VI);
- International Convention for Safe Containers (CSC)[30].
- International Maritime Dangerous Goods Code (IMDG Code) [49].

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

Перевезення вантажів морським транспортом здійснюється на основі договору морського перевезення, який має такі основні форми: чартер, коносамент, букінг-нот, берс-нот і фікшур-нот.

Договором морського перевезення вантажів у трамповому судноплавстві є чартер (charter party), в лінійному – коносамент (Bill of Lading) [34].

Договір морського перевезення вантажу повинен укладатися в письмовій формі.

Наявність і зміст договору морського перевезення можуть підтверджуватися чартером, коносаментом чи іншими письмовими доказами.

Важливою особливістю перевезень по коносаменту є те, що лінійні компанії, як правило, приймають вантаж до перевезення завчасно до підходу судна (забезпечують його зберігання на своїх складах, виробляють комплектацію судових партій та підготовку вантажних документів). Навантаження-вивантаження оплачується судовласником і організовується на причалах лінії.

Коносамент - один з головних інструментів в угодах, пов'язаних з використанням морських суден. З юридичного боку коносамент являє собою:

- 1) розписку перевізника про отримання вантажу зазначеного роду, в зазначеній кількості і стані;
- 2) доказ договору перевезення;

3) товаророзпорядчий документ, що дозволяє володарю розпоряджатися вантажем.

У іноземному праві вказується, що для видачі коносаменту потрібно, насамперед, фактичне вручення вантажу перевізнику, передача йому фізичного володіння вантажем і контроль над ним.

Видача коносаменту допускається тільки після прийому вантажу до перевезення. Він видається один раз для перевезення даної партії вантажу. Вторинна видача коносаменту по одному і тому ж вантажу припустима лише за умови повернення перевізнику раніше виданих відправнику примірників. Недотримання цього правила призводить до майнової відповідальності перевізника. Коносамент виписується на кожну окрему партію вантажу, прийнятого на судно. Застосовуються два види коносаментів залежно від часу їх видачі відправнику: для вантажу, прийнятого до перевезення (received for shipment), і для вантажу, прийнятого на борт (on board або shipped on board). Перший вид практикується при базисному умови ФАС і при лінійних перевезеннях, коли вантаж приймається на склад для подальшої його відправки на черговому судні за розкладом. В результаті, вантажовідправник отримує можливість мати на руках товаророзпорядчий документ і розпоряджатися ним на свій розсуд. Бортовий коносамент видається на занурений, на борт товар. У ряді випадків умови контракту вимагають, щоб на коносаменті була ще додаткова напис: «на борту» («on board»).

Коносамент містить такі реквізити:

1. Найменування судна;
2. Найменування перевізника (судновласнику підприємства);
3. Порт і країна навантаження;
4. Порт і країна вивантаження;
5. Найменування відправника;
6. Найменування одержувача.

При цьому передбачаються наступні варіанти:

- про конкретне найменування одержувача. У цьому випадку коносамент називається іменним. Застосовується він у тому випадку, коли товар вже проданий і відправлений за адресой одержувача;

- про коносамент на пред'явника. У цьому випадку графа «вантажодержувач» не містить ніяких вказівок, і вантаж видається тому, хто його пред'явить;

- про те, що коносамент може бути виписаний «наказу відправника» або «наказу одержувача». У цьому випадку коносамент носить назву ордерного. У графі "найменування одержувача" повинно бути вказано: «to order of ...» і далі найменування організації відправника або одержувача. У практиці міжнародної торгівлі переважають ордерні коносаменти, так як вони спрощують передачу прав на вантаж. Іменні ж коносаменти виписуються рідше, переважно на цінні вантажі.

Делівері-ордер (пайовий коносамент) – товаророзпорядчий документ, що видається перевізником або вантажодержувачем з підтвердженням капітаном судна. Використовується у разі продажу вантажодержувачем товару до того, як він прийняв поставку. Товар може бути куплений різними покупцями, на кожного з них виписується делівері-ордер на відповідну частину товару.

Таймшит – документ обліку стояночного часу судна (сталійного часу), передбаченого чартером на виробництво вантажних операцій. Він складається у кожному порту вантаження і вивантаження судна, підписується капітаном і представником фрахтувальника. Служить підставою для розрахунку по діспачу і демереджу. У таймшиті фіксуються всі виробничі операції і непродуктивні простої за час стоянки судна в порту. У ньому зазначаються: найменування порту і судна; дата і час прибуття судна та вручення нотісу про готовність до навантаження (розвантаження); дата і час фактичного початку і закінчення вантажних робіт; тривалість і причини перерв у роботі; норма вантажних робіт по чартеру.

Морська накладна (лінійна накладна, океанська накладна) - документ, який підтверджує наявність договору перевезення вантажу морським шляхом і

прийняття або навантаження вантажу перевізником і за яким перевізник зобов'язується доставити вантаж вантажоодержувачу, зазначеному в документі. Накладна не є ні оборотним, ні товаророзпорядчим документом, вантаж видається зазначеному в ній вантажоодержувачу. До накладної додаються необхідні товаросупровідні документи.

Комерційний акт – документ, складений перевізником, або його представником, що засвідчує факт недостачі, псування або пошкодження вантажу при його видачі одержувачу в пункті призначення. Він фіксує розмір, характер і причини незбереження вантажу і є підставою для покладення за неї матеріальної відповідальності на перевізника.

Маніфест – список вантажів, прийнятих на судно, який складають окремо для кожного порту призначення на основі відомостей, зазначених у коносаменті. Він оформляється для митниці. По кожній партії вантажів в маніфесті наводять такі дані: номер коносамента, маркування і кількість вантажних місць, рід вантажу, його масу і об'єм, найменування відправника та одержувача, загальну суму нарахованого фрахту і фрахт, оплачений відправником.

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

Загальна схема документообігу виконана на рис. 3.2.

Номенклатура, властивості вантажів, характеристики вантажних приміщень й умови майбутнього рейсу визначають підготовку судна.

Всі вантажні пристрої судна повинні бути повністю підготовлені до приймання вантажу, обумовленого в договорі морського перевезення.



Рисунок 3.2 – Загальна схема документообігу перевезення вантажів

Взаємна інформація судна й порту призначення про час прибуття й про вантаж дозволить скоротити стоянку судна в порту й вчасно підготувати вантажні пристрої судна й причал порту до вантажних операцій.

У попередній інформації Капітан повинен подати відомості про осадку судна, кількості вантажу й розподілі його по трюмах із вказівкою їхньої маси, найменування вантажоодержувачів, справності суднових перевантажувальних

засобів, а також про всі потреби судна в паливі, воді, продуктах, необхідному ремонті й інших потребах судна, задоволення яких входить в обов'язку порту.

Приведення трюмів, у відповідне для даного вантажу стан починається з підготовки сепараційного і прокладного матеріалів якщо необхідно Далі підготовка ведеться залежно від особливостей вантажу, підготовленого до перевезення.

Трюмні льяла необхідно розкривати й очищати після кожного вивантаження, тому що в них скоплюється вода, що стікає із трюмів і містить домішки вантажів, які можуть розкладатися.

До огляду й перевірки вантажних приміщень палубна команда судна робить відповідні роботи залежно від роду вантажу і його особливих властивостей.

Особлива увага при підготовці до прийому будь-якого роду вантажу необхідно приділяти надійності водовідливної й протипожежної систем, які варто перевіряти в дії.

Нещільно закриті кришки горловин подвійного дна нерідко були причиною псування або повної втрати вантажів. Якщо при підготовці трюму виникла необхідність розкриття горловин паливних, баластових танків або танків із прісною водою, треба по закінченні робіт задраїти їх й оглянути щільність прилягання кришок до горловин, переконатися в правильній установці прокладок і наявності гайок.

Перед початком вантажних операцій верхня палуба повинна бути звільнена від усяких сторонніх предметів, що перешкоджають вантажним роботам або розміщенню вантажу на палубі; стріли, крани, лебідки повинні бути перевірені й наведені в робочий стан; вантажні люки відкривають, якщо немає атмосферних опадів; верхня палуба, трюми й місця вантажних робіт повинні бути добре освітлені палубними й переносними вогнями (люстрами),

По закінченні підготовки судна до вантажних робіт капітан подає на ім'я начальника порту або на адресу відправника вантажу Повідомлення капітана, яким він формально фіксує фактичну готовність судна до навантаження. У

Повідомленні капітана повідомляють про дату, час готовності судна до прийому (здачі) вантажу через відповідні люки трюмів, вантажопідйомності суднових вантажних засобів, часу прийому палива й води й інші потреби судна.

До початку навантаження факт готовності вантажних приміщень оформляють актом.

Кріплення контейнерів на відкритій палубі.

При розрахунку кріплення контейнерів на відкритій палубі необхідно враховувати наступні фактори:

- фактичну масу контейнерів;
- схильність зовнішньому впливу моря й вітру;
- напруги, що виникають у системі кріплення, корпусі судна, люкових закриттях і контейнерах;
- умови остійності судна.

Як правило, контейнери укладаються на палубу в певну кількість рядів й ярусів, утворюючи тим самим блоки. Взаємне місце розташування контейнерів повинне бути таким, щоб воно забезпечувало достатній доступ для суднового/берегового персоналу, що робить кріплення або інспекцію контейнерів. Схема розміщення контейнерів на палубі показана на рис. 3.3.

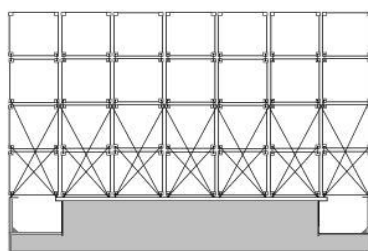


Рисунок 3.3 – Укладання/кріплення контейнерів на відкритій палубі

Контейнери повинні бути закріплені за допомогою замикаючих елементів кріплення «твістлоків» (twistlocks), які встановлюються в нижніх кутах кожного ярусу для запобігання горизонтального й вертикального зсуву контейнерів. На додаток до цього можуть бути використані вертикальні й діагональні елементи

кріплення (short, long lashing bars/rods). Контейнери також можуть «нависати» над люковими закриттями або іншими судновими конструкціями при тій умові, що вони не будуть виділятися за межі, що обмежують бортами судна. Умова достатнього огляду з навігаційного містка визначає максимальна кількість ярусів контейнерів, які можна встановити на палубі.

Засоби кріплення контейнерів у трюмі спеціалізованих контейнеровозах.

Стаціонарні або знімні тверді напрямні-обмежники є обов'язковою конструкцією контейнеровозів ячеїстого типу або універсальних судів, пристосованих для перевезення контейнерів. На універсальних судах намагаються використати знімні напрямні, щоб розширити можливості судна при відсутності контейнерів. На ячеїстих контейнеровозах можна змінювати модуль осередку з 20-футового на 40-футовий і навпаки. Іноді знімні напрямні використовуються для перевезення контейнерів на верхній палубі контейнеровозів і ролкерів, якщо перевозяться контейнери підвищеної рядності, а також в умовах океанського плавання.

Клітинні засоби кріплення не тільки підвищують зручності перевантаження, але й сприяють збереженню цілісності контейнерів у ярусі, якщо число їх по вертикалі досягає критичних значень. Якщо ярус такої висоти починає «ходити», те, за винятком напрямних, практично немає засобів, які змогли б його зупинити. Такі обмежники також дозволяють вантажити ярус контейнерів без знімних сполучних пристроїв, що дозволяє значно скоротити час перевантаження. При цьому дуже важливо, що весь процес вантажних операцій здійснюється за допомогою спредера з кабіни перевантажувача або крана (без присутності людей у трюмі або на ярусі контейнерів).

Клітинні (ячеїсті) засоби кріплення роблять у вигляді напрямних планок, які розділяють трюм у поздовжньому й поперечному напрямках на окремі осередки для кожного контейнера, забезпечуючи тим самим кріплення його в поздовжньому й поперечному напрямках. Схема кріплення контейнерів в трюмах показано на рис. 3.4.

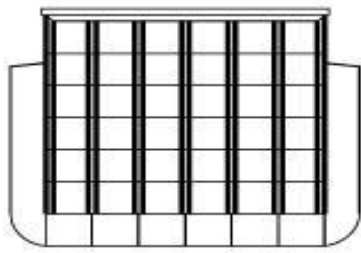


Рисунок 3.4 – Контейнери в трюмах контейнеровозів зі стаціонарними або знімними жорсткими напрямними

Стандартні засоби кріплення.

Під час перевезення контейнерів на спеціалізованих судах для їхнього кріплення використовуються стандартні засоби кріплення багаторазового використання. У цей час розроблена надзвичайно велика кількість різних засобів кріплення. Все різноманіття спеціалізованих засобів кріплення вантажу можна розділити на групи: найтові (відтягнення), заставні (фітингові) і клітинні (ячеїсті). Кожна із цих груп має свою сферу застосування й містить у собі цілий ряд різних засобів кріплення.

Найтові пристрої містять у собі пруткові, ланцюгові, тросові й ременеві відтягнення. Найбільш зручні, надійні й безпечні пруткові кріплення, які виконують зі сталевго прутка діаметром близько 24 мм із розривним зусиллям 240 кН. Однак зберігання й транспортування цих кріплень на судні обтяжні. Загальний вид найтовів показано на рис. 3.5.

Тому перевага віддається складеним пруткам. Вони постачені гвинтовими, важільними або пневматичними натяжними пристроями. (талрепами). Кінці прутків мають спеціальну конструкцію, за допомогою якої вони заводяться в палубні й контейнерні кутові фітинги. Пруткові відтягнення незамінні при використанні для кріплення багатоярусних контейнерів на верхній палубі судна.

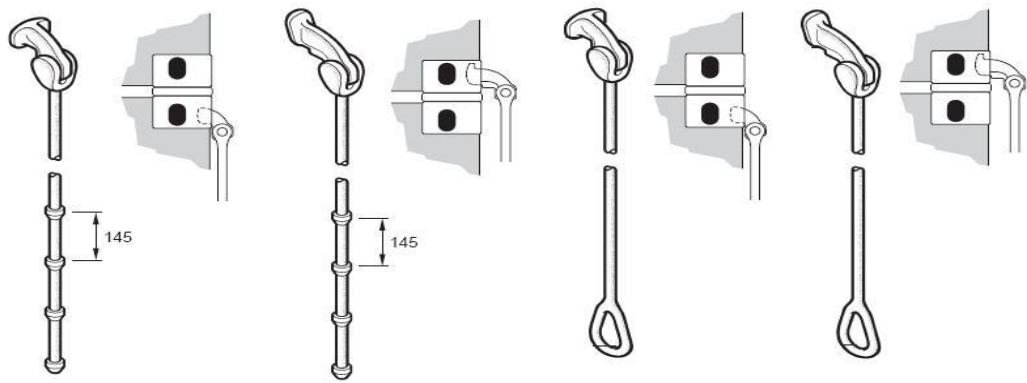


Рисунок 3.5 – Найтові (прутки) – Lashing bars/rods

Ланцюгові відтягнення виконують ті ж функції, що й пруткові. Вони компактні в зберіганні й при транспортуванні по судну, досить легко встановлюються на двох-трьох ярусах контейнерів. Однак при сильному натягу (в умовах значної хитавиці) витягаються, що може бути небезпечним. Ланцюга значно важче, чим прутки, і у зв'язку із цим їх іноді виготовляють із легованої сталі, хоча це веде до збільшення вартості ланцюгів. Тросові відтягнення значно легше ланцюгових і пруткових, але менш зручні при зберіганні й транспортуванні. Вони використовуються при кріпленні одного – трьох ярусів контейнерів. Діаметр троса звичайно становить 22 мм, розривне зусилля 320-350 кН, припустиме подовження 10-20 мм. Тросові з'єднання піддаються сильному зношуванню й уже після одного року експлуатації близько 10 % з'єднань (відтягнень) робиться непридатним. Так само як і попередні з'єднання, тросові мають гаки, талрепи й швидкодіючі важелі різної конструкції.

Палубні фітинги призначені для точної установки контейнера на палубі або кришці трюму судна й виключення можливості його зсуву. Вони виконані у вигляді сталевих виливків певної конфігурації або зварених сталевих конструкцій, які вварюються в палубу або люкові кришки трюмів контейнеровозів. У ці конструкції встановлюються «твістлоки» (сполучні конуси) і заводяться кінцеві фітинги найтових пристроїв. Місця установки стаціонарних палубних кріплень ретельно підкріплюють із наступною перевіркою якості зварених швів. Фітинги, у які встановлюють сполучні

конуси, є найбільш напруженою частиною. Їх ретельно встановлюють при будівлі судна й піддають постійному контролю під час експлуатації під час перевезення контейнера. Розташування палубних фітингів повинне бути таким, щоб найбільше доцільно використалася площа палуб і кришок трюмів.

Знімні сполучні пристрої є неодмінним устаткуванням будь-якого судна, що перевозить стандартні контейнери. Ці пристрої залежно від конструкції можна розділити на три групи: що центрують, ручні замки поворотного типу й напівавтоматичні пружинні замки.

Сполучні пристрої, що центрують знімні, призначені для точної установки й запобігання зсуву контейнера на палубі або кришці вантажного люка. Ці пристрої виготовляють зі сталі й високоякісного чавуну й виконують у вигляді подвійних й одинарних конусів, пірамід і верхніх скоб, які у свою чергу можуть мати різну конструкцію, що дозволяє використати їх для контейнерів різної висоти. Пристрою також можуть мати запірні елементи у вигляді стрижнів або контргайок, що підвищують їхню надійність в умовах хитаючи. Загальний вигляд цих конусів представлено на рис. 3.6.

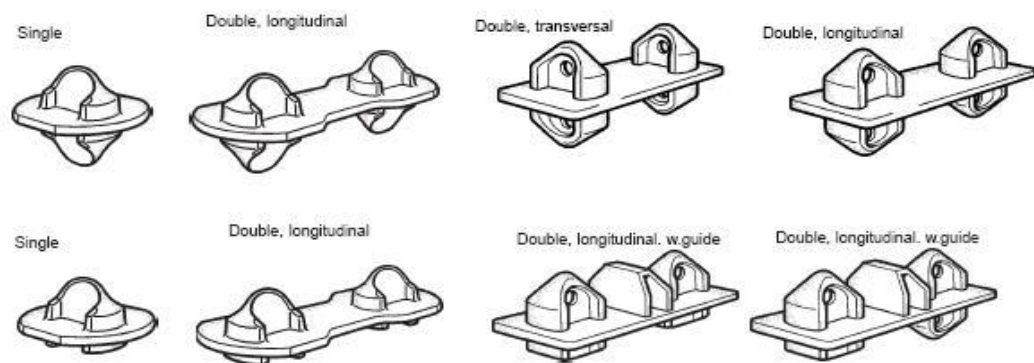


Рисунок 3.6 – Конуси що штабелюють – Stacking Cones

Велике значення для надійного кріплення ярусів контейнерів мають різні скоби, які просто незамінні для з'єднання контейнерів у верхніх ярусах. Є скоби, які можуть скріплювати контейнери різної висоти. Загальний вигляд скоб зображено на рис. 3.7.

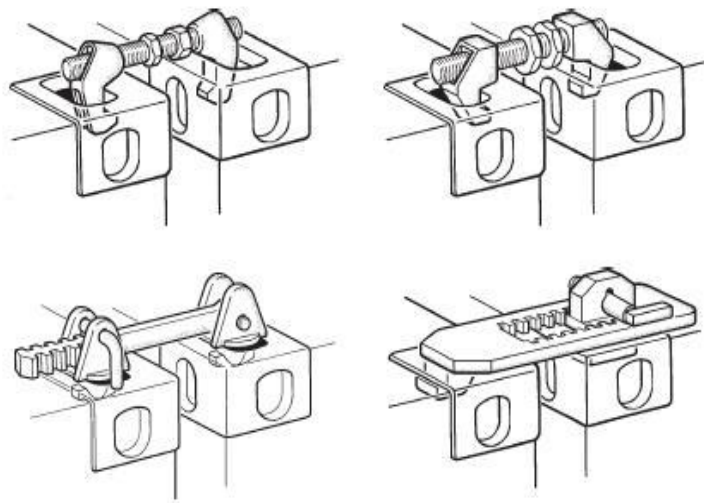


Рисунок 3.7 – Bridge fittings

Ручні замки поворотного типу використовуються для кріплення контейнерів до палубних фітингів (типу «твістлок»), до люкових кришок трюмів і між собою. Замок складається із трьох основних частин: корпусу 1, штиря 2 і поворотна ручки 3. Головною робочою деталлю є поворотний фігурний штир з конусними молотообразними головками на обох кінцях. Головки входять у кутові фітинги встановлюваного контейнера й в отвір палубного фітинга. При повороті виступаючої ручки штиря головки обертаються й захоплюють своїми заплічками палубний і контейнерний фітинги, чим надійно кріплять контейнер. Загальний вигляд твістлоків показано на рис. 3.8.



Рисунок 3.8 – Твістлоки – Twistlocks

Напівавтоматичні пружинні замки призначені для тих же цілей, що й ручні. Однак установка їх більше проста. Замок заздалегідь ставиться в робоче положення й спрацьовує при натисканні на опорну поверхню кутового фітинга

(головки, повертаючись під дією пружини, міцно кріплять контейнер). Замки прості, зручні й швидко застосовуються, в експлуатації безпечні. Вони майже вдвічі скорочують час кріплення й дозволяють щільніше встановити контейнери. Такі замки продемонстровано на рис. 3.9.

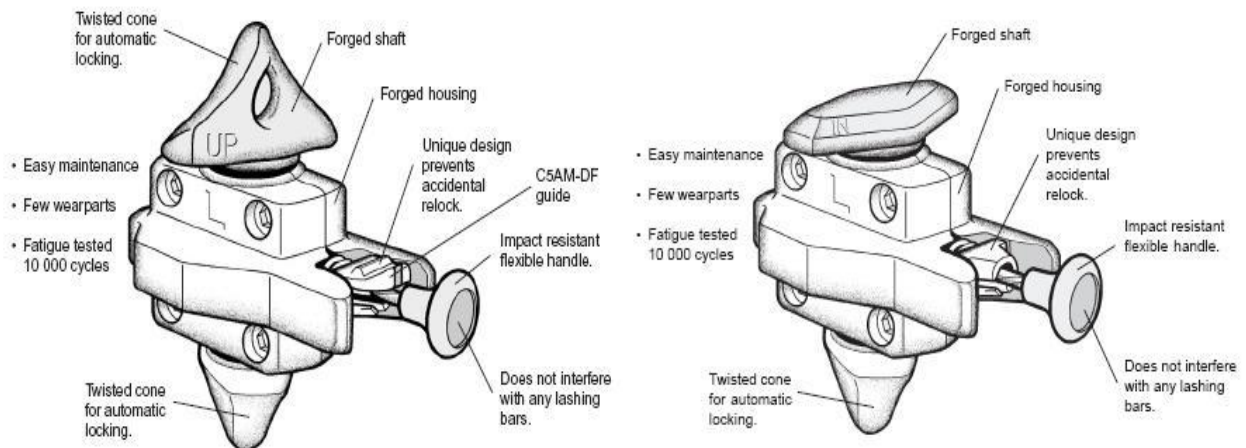


Рисунок 3.9 – Напівавтоматичні твістлоки – Semi-automatic twistlocks.

3.3. Розрахунок чистої вантажопідйомності судна

Повна розрахункова водотоннажність судна Δ_p , що служить вихідною величиною при визначенні його чистої вантажопідйомності Δ_q на рейс, залежить від вантажних марок у портах навантаження й вивантаження й вантажних марок й обмежень опади на трасі переходу.

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

Перехід проходить в зоні дії літньої вантажної марки, а закінчується в зоні дії тропічної вантажної марки без обмежень по осадці. За розрахункову водотоннажність приймаємо, установлену водотоннажність для зони дії літньої вантажної марки.

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

$$\Delta_p = \Delta_{\text{л}} = 157\,211.5 \text{ т}$$

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

$$\Delta_w = \Delta_p - \Delta_0, \quad (3.1)$$

де: Δ_0 – водотоннажність судна порожньому, т.

$$\Delta_w = 157\,211.5 - 37\,934 = 119\,277.5 \text{ т}$$

Ходовий час визначається по формулі:

$$t_p = S / (V_s \cdot 24) + t_{3п}, \quad (3.2)$$

де: V_s – швидкість судна, вузл;

S – довжина траси переходу, милі;

$t_{3п}$ – час затримок судна в шляху, діб.

$$t_x = 2088.74 / (18.5 \cdot 24) = 4.7 \text{ діб}$$

Нормативна тривалість стояночного часу розраховується по формулі:

$$t_{ст} = \frac{\sum Q_i}{M}, \quad (3.3)$$

де: Q_i – кількість контейнерів, од;

M – валова норма вантажних робіт, од/добу.

$$t_{ст. розв.} = 4951 / 3000 = 1.6 \text{ діб}$$

Кількість вантажу, що може прийняти судно, залежить від величини запасів. Звичайно немає необхідності враховувати стояночні запаси, що витрачають у порту завантаження, тому що до моменту закінчення завантаження стояночні запаси, передбачені на час навантажування будуть витрачені. Тому загальна кількість рейсових запасів $P_{\text{зап}}$ розраховується як сума ходових запасів $P_{\text{зап}}^x$ і необхідних для порту розвантаження стояночних запасів $P_{\text{зап}}^{\text{ст}}$:

$$P_{\text{зап}} = P_{\text{зап}}^x + P_{\text{зап}}^{\text{ст}}; \quad (3.4)$$

Кількість ходових запасів становить суму:

$$P_{\text{зап}}^x = P_T^x + P_B^x + P_{\text{см}}^x; \quad (3.5)$$

де: P_T^x , P_B^x , $P_{\text{см}}^x$ – відповідно кількість палива, води й мастила необхідне на перехід від порту навантаження до порту вивантаження з урахуванням коефіцієнта штормового запасу $k_{\text{шт}}$ (прийнемо 10%).

$$P_T^x = q_T^x \cdot t_x \cdot k_{\text{шт}}; \quad (3.6)$$

$$P_B^x = q_B^x \cdot t_x \cdot k_{\text{шт}}; \quad (3.7)$$

$$P_{\text{см}}^x = q_M^x \cdot t_x \cdot k_{\text{шт}}; \quad (3.8)$$

де: q_T^x , q_B^x , q_M^x – добова норма витрати палива, води й масла на ходу судна відповідно, т/добу.

$$P_T^x = 170.5 \cdot 4.7 \cdot 1.1 = 881.4 \text{ т}$$

$$P_B^x = 6 \cdot 4.7 \cdot 1.1 = 31.1 \text{ т}$$

$$P_{\text{см}}^x = 0.25 \cdot 4.7 \cdot 1.1 = 1.3 \text{ т}$$

$$P_{\text{зап}}^x = 881.4 + 31.1 + 1.3 = 913.8 \text{ т}$$

Аналогічно знаходять кількість стояночних запасів:

$$P_{\text{зап}}^{\text{ст}} = P_{\text{Т}}^{\text{ст}} + P_{\text{В}}^{\text{ст}} + P_{\text{см}}^{\text{ст}}; \quad (3.9)$$

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

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

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

де: $q_{\text{Т}}^{\text{ст}}$, $q_{\text{В}}^{\text{ст}}$, $q_{\text{М}}^{\text{ст}}$ – добова норма витрати палива, води і мастила на стоянці судна відповідно, т/добу.

$$P_{\text{Т}}^{\text{ст}} = 2.3 \cdot 1.6 = 3.68 \text{ т}$$

$$P_{\text{В}}^{\text{ст}} = 6 \cdot 1.6 = 9.6 \text{ т}$$

$$P_{\text{см}}^{\text{ст}} = 0.05 \cdot 1.6 = 0.08 \text{ т}$$

$$P_{\text{зап}}^{\text{ст}} = 3.68 + 9.6 + 0.08 = 13.36 \text{ т}$$

$$P_{\text{зап}} = 913.8 + 13.36 = 927.16 \text{ т}$$

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

$$\Delta_{\text{ч}} = \Delta_{\text{W}} - (P_{\text{зап}} + P_{\text{эк}}); \quad (3.13)$$

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

$$\Delta_{\text{ч}} = 119\,277.5 - (927.16 + 400) = 117\,950,3 \text{ т}$$

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

Загальна маса погрузених контейнерів дорівнює 84 689 т.

$$84\,689 \text{ т} \leq \Delta_{\text{ч}}, \text{ умова виконується.}$$

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

Оскільки рейс фактичний, то кількість запасів прийнятих на судно на початок рейсу відрізняється від розрахованих.

3.4. Складання вантажного плану

Перевізник відповідає за неправильне розміщення вантажів на судні. Неправильне або невдале розміщення вантажів, перевантаження окремих відсіків неминує приводить до перенапруги корпусу, 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 міцності. Це досягається відповідним розподілом вагового навантаження по вантажних приміщеннях судна.

Розміщення вантажів на судні представлено в розділі 4 в табл. 4.4.

3.5. Характеристика експлуатаційних умов рейсу

При складанні вантажного плану дуже важливо враховувати особливості портів завантаження та вивантаження, зокрема змінення щільності води, розташування та перетин судном зон дії різних вантажних марок, а також особливості причалів портів щодо можливостей та потужностей обробки судна і вантажу.

В цьому підрозділі представимо необхідну і важливу інформацію відносно порта завантаження Сінгапур та порту прибуття Нінбо.

Сінгапур. Місцезнаходження: Сінгапур на південному узбережжя малайзійського півострова.

Глибиководна гавань порту та стратегічне економічно-графічне розміщення порту робить його одним з найбільш займаних портів, що обробляють більшість типів вантажу світової торгівлі морем.

В порту постійно діє тропічна вантажна марка, місцевий час GMT +8.

Максимально допустима осадка у причалів 16.7 м, допустима осадка в каналах порту та для офшорних операцій 22 м.

Щорічно в порту обробляється приблизно 174 200 суден, 460 000 000 т вантажу, 26 000 000 TEU.

У порту офіційна щільність води становить 1025 кг / м³.

Порт працює цілодобово. В порту можливе отримання провізії, бункера та питної води.

Порт Нінбо. Порт розташований на півночі Східно-Китайського моря, в затоці Ханджоу Бей на стику північно-західного та південно-західного притоків Йонг Джианг Ривер. Порт є багатофункційним та складається з внутрішнього річкового порту, лиманського порту та морського порту. В цій інтегрованій системі порту нараховується близько 300 робочих причалів.

Щорічно порту обробляє у середньому 520 000 000 т вантажу, включаюся 10 000 000 TEU, близько 23 500 суден.

В порту діє літня вантажна марка, місцевий час GMT +8.

В порту діють обмеження щодо розмірів : максимальна допустима водотоннажність 250 000 т при аби якому припливі та 300 000 т при повній воді.

Максимальна осадка 22 м, максимальна довжина судна до 400 м.

Порт є приливно-відливним. Повна вода досягає трьох метрів, мала півтора метра від нуля глибин. Також течії в Нінбо можуть досягати швидкості до 2х вузлів при приливах та 2-3 вузла при відливах.

У порту офіційна щільність води становить 1016 кг / м³.

Порт працює цілодобово. В порту можливе отримання провізії та питної води.

РОЗДІЛ 4

ОЦІНКА МОРЕХІДНИХ ЯКОСТЕЙ СУДНА

4.1. Розрахунок водотоннажності й координат центра ваги судна

Для оцінки морехідних якостей використовувалась Інформація про остійність (M30206-101-001JS Trim and Stability Booklet).

Абсциси відраховуються від кормового перпендикуляру. Диферент на корму має знак “–”, а на ніс “+”.

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

Таблиця 4.1 – Розподіл запасів на відхід

Найменування цистерн	Міст- кість, т	Маса, Т	Плечі, м		Моменти, тм	
			x	z	M _x	M _z
1	2	3	4	5	6	7
Моторне паливо $\rho = 0,980 \text{ т/м}^3$						
NO.1 H.F.O.T.(P)	1522,8	750,0	167,525	10,516	125644	7887
NO.1 H.F.O.T.(S)	1522,8	750,0	167,525	10,516	125644	7887
NO.2 H.F.O.T.(P)	2170,4	980,0	167,525	9,973	164175	9774
NO.2 H.F.O.T.(S)	2170,4	1060,0	167,525	9,973	177577	10571
NO.3 H.F.O.T.	1717,1	801,4	167,525	9,973	134255	7992
NO.1 H.F.O.SERV.T.	111,8	109,8	75,350	16,127	8273	1771
NO.2 H.F.O.SERV.T.	111,8	108,4	72,650	16,127	7875	1748
NO.1 H.F.O.SETT.T.	165,0	155,2	78,500	15,587	12183	2419
NO.2 H.F.O.SETT.T.	176,1	161,3	68,975	15,695	11126	2532
Всього моторного палива		4876,1	157,25	10,78	766752	52581
Дизельне паливо $\rho = 0,850 \text{ т/м}^3$						
M.D.O.T.	114,0	80,0	84,350	12,132	6748	971
M.D.O.SERV.T.	101,4	98,7	85,700	12,132	8459	1197
M.G.O.T.	114,0	68,0	84,350	12,132	5736	825
M.G.O.SERV.T.	101,4	99,5	85,700	12,132	8527	1207
Всього дизельного палива		346,2	85,12	12,13	29470	4200

Продовження табл.4.1

1	2	3	4	5	6	7
Мастило $\rho = 0,900 \text{ т/м}^3$						
A/E L.O.T.	20,2	7,5	79,850	17,746	599	133
NO.1 CYL.O.T.	157,4	59,6	74,002	15,269	4411	910
NO.2 CYL.O.T.	117,1	38,4	70,852	15,302	2721	588
NO.3 CYL.O.T.	122,5	42,1	68,078	15,337	2866	646
M/E L.O.T.	99,1	26,8	78,767	14,714	2111	394
M/E L.O.SUMP.T.	89,1	22,3	65,252	1,330	1455	30
Всього мастила		196,7	72,00	13,73	14163	2701
Вода $\rho = 1,000 \text{ т/м}^3$						
F.W.T.(P)	152,0	120,0	85,250	17,746	10230	2130
F.W.T.(S)	152,0	120,0	85,250	17,746	10230	2130
Всього води		240,0	85,25	17,75	20460	4260
Інші						
C.W.T. (C)	78,8	78,8	13,619	4,269	1073	336
Всього		78,8	13,619	4,269	1073	336
ВСЬОГО ЗАПАСІВ:		5491,1	147,69	11,12	810975	61085

Таблиця 4.2 - Розподіл запасів на прихід

Найменування цистерн	Міст- кість, т	Маса, Т	Плечі, м		Моменти, тм	
			x	z	M_x	M_z
1	2	3	4	5	6	7
Моторне паливо $\rho = 0,980 \text{ т/м}^3$						
NO.1 H.F.O.T.(P)	1522,8	750,0	167,525	10,516	125644	7887
NO.1 H.F.O.T.(S)	1522,8	750,0	167,525	10,516	125644	7887
NO.2 H.F.O.T.(P)	2170,4	980,0	167,525	9,973	164175	9774
NO.2 H.F.O.T.(S)	2170,4	1060,0	167,525	9,973	177577	10571
NO.1 H.F.O.SERV.T.	111,8	109,8	75,350	16,127	8273	1771
NO.2 H.F.O.SERV.T.	111,8	108,4	72,650	16,127	7875	1748
NO.1 H.F.O.SETT.T.	165,0	155,2	78,500	15,587	12183	2419
NO.2 H.F.O.SETT.T.	176,1	161,3	68,975	15,695	11126	2532
Всього моторного палива		4074,7	155,23	10,94	632497	44589

Продовження табл.4.2

1	2	3	4	5	6	7
Дизельне паливо $\rho = 0,850 \text{ т/м}^3$						
M.D.O.T.	114,0	80,0	84,350	12,132	6748	971
M.D.O.SERV.T.	101,4	98,7	85,700	12,132	8459	1197
M.G.O.T.	114,0	68,0	84,350	12,132	5736	825
M.G.O.SERV.T.	101,4	99,5	85,700	12,132	8527	1207
Всього дизельного палива		346,2	85,12	12,13	29470	4200
Мастило $\rho = 0,92 \text{ т/м}^3$						
A/E L.O.T.	20,2	7,5	79,850	17,746	599	133
NO.1 CYL.O.T.	157,4	58,6	74,002	15,269	4337	895
NO.2 CYL.O.T.	117,1	38,4	70,852	15,302	2721	588
NO.3 CYL.O.T.	122,5	42,1	68,078	15,337	2866	646
M/E L.O.T.	99,1	26,6	78,767	14,714	2095	391
M/E L.O.SUMP.T.	89,1	22,3	65,252	1,330	1455	30
Всього мастила		195,5	71,98	13,72	14073	2683
Вода $\rho = 1,00 \text{ т/м}^3$						
F.W.T.(P)	152,0	107,0	85,250	17,746	9122	1899
F.W.T.(S)	152,0	106,8	85,250	17,746	9105	1895
Всього води		213,8	85,25	17,75	18227	3794
Інші						
C.W.T. (C)	78,8	78,8	13,619	4,269	1073	336
Всього		78,8	13,619	4,269	1073	336
ВСЬОГО ЗАПАСІВ:		4662,3	144,65	11,28	674397	52609

Розміщення баласту приведено в табл.4.3.

Таблиця 4.3 – Розподіл баласту

Найменування цистерн	Місткість, т	Маса Т	Плечі, м		Моменти, тм	
			x	z	M _x	M _z
1	2	3	4	5	6	7
NO.1 D.W.B.T.	970,3	970,3	275,565	2,599	267381	2522
NO.2 D.W.B.T. (P)	823,7	823,7	246,432	2,402	202986	1979
NO.2 D.W.B.T.(S)	823,7	823,7	246,432	2,402	202986	1979

Продовження табл. 4.3

1	2	3	4	5	6	7
NO.3 D.W.B.T. (P)	1094	1094	218,199	2,175	238710	2379
NO.3 D.W.B.T.(S)	1094	1094	218,199	2,175	238710	2379
NO.4 D.W.B.T. (P)	1256,1	1256,1	188,738	2,001	237074	2513
NO.4 D.W.B.T.(S)	1256,1	1256,1	188,738	2,001	237074	2513
NO.5 D.W.B.T.(P)	1471,5	1471,5	160,193	1,709	235724	2515
NO.5 D.W.B.T.(S)	1471,5	1471,5	160,193	1,709	235724	2515
NO.1 S.W.B.T.(P)	1753,2	1350	275,924	13,667	372497	18450
NO.1 S.W.B.T.(S)	1753,2	1400	275,924	13,667	386294	19134
ВСЬОГО БАЛАСТУ:		13010,9	219,44	4,53	2855160	58878

Розподіл вантажів представлено в табл. 4.4.

Таблиця 4.4 – Розподіл вантажів

Бей №	Кількість, шт	Маса, Т	Плечі, м		Моменти, тм	
			X	z	M _x	M _z
1	2	3	4	5	6	7
01	20	194,5	302,765	26,14	58888	5084
03	25	248,2	296,140	25,96	73502	6443
05	10	95,3	288,174	16,55	27463	1577
07	19	191,4	281,618	20,08	53902	3843
09	22	222,3	273,624	13,18	60827	2930
11	34	334,8	267,089	11,85	89421	3967
13	11	115,6	259,047	11,56	29946	1336
15	17	175,1	252,588	11,61	44228	2033
17	68	682,2	244,482	13,87	166786	9462
19	76	775,3	238,024	14,02	184540	10870
21	35	345,8	229,937	10,36	79512	3582
23	43	443,2	223,468	10,98	99041	4866
25	45	465,1	215,380	9,15	100173	4256
27	49	499,8	208,923	9,36	104420	4678
29	41	405,6	200,825	9,77	81455	3963
31	45	444,2	194,363	9,65	86336	4287
33	74	731,8	186,286	7,84	136324	5737

Продовження табл.4.4

1	2	3	4	5	6	7
35	76	769,1	179,815	7,79	138296	5991
37	44	439,9	171,816	20,14	75582	8860
39	44	452,2	165,184	20,31	74696	9184
41	41	408,5	157,184	6,98	64210	2851
43	41	421,4	150,704	7,02	63507	2958
45	52	511,3	142,646	14,15	72935	7235
47	52	533,2	136,154	19,98	72597	10653
49	32	302,6	128,096	10,48	38762	3171
51	31	321,5	121,604	11,05	39096	3553
53	44	454,3	113,557	14,26	51589	6478
55	40	398,9	107,041	14,18	42699	5656
57	64	654,1	99,009	8,48	64762	5547
59	58	578,3	92,487	8,89	53485	5141
61	12	122,4	63,650	27,18	7791	3327
63	12	131,1	57,050	27,08	7479	3550
65	8	85,2	49,074	15,16	4181	1292
67	4	45,6	42,522	19,55	1939	891
69	30	303,5	34,531	33,32	10480	10113
71	20	291,4	27,959	33,15	8147	9660
73	45	462,2	19,199	20,18	8874	9327
75	48	481,9	13,401	20,35	6458	9807
Всього 20'	1432	14538,8	164,00	14,04	2384329	204159
02	34	678,9	299,253	33,72	203163	22893
06	102	2019,3	284,896	27,02	575290	54561
10	129	2569,9	270,357	28,14	694790	72317
14	177	3536,8	255,818	27,33	904777	96661
18	129	2577,4	241,253	26,95	621805	69461
22	188	3752,1	226,703	27,14	850612	101832
26	202	4032,8	212,152	25,88	855567	104369
30	213	4249,9	197,594	26,65	839755	113260
34	194	3865,4	183,051	31,22	707565	120678
38	135	2684,8	168,500	34,45	452389	92491

Продовження табл. 4.4

1	2	3	4	5	6	7
42	250	4989,9	153,944	26,05	768165	129987
46	236	4705,9	139,400	24,17	656002	113742
50	255	5079,4	124,850	25,07	634163	127341
54	240	4762,1	110,299	26,11	525255	124338
58	218	4318,5	95,748	31,13	413488	134435
62	164	3277,6	60,350	32,05	197803	105047
66	213	4258,1	45,798	30,95	195012	131788
70	176	3517,4	31,245	31,78	109901	111783
74	157	3136,5	16,300	34,25	51125	107425
78	107	2137,5	2,266	35,48	4844	75839
Всього 40'	3519	70150,2	146,28	28,66	10261471	2010248
ВСЬОГО	4951	84689	149,32	26,15	12645800	2214407

Апліката центру ваги контейнерів визначалася таким чином: рахувався момент кожного ярусу контейнерів відносно основної площини, потім визначався сумарний момент (всіх контейнерів в трюмах і палубі), і потім розраховувалася апліката центру ваги цих контейнерів діленням сумарного моменту на їх масу.

На підставі виконаних розподілів вантажу, баласту і запасів складемо таблицю зведених даних і розрахунку водотоннажності з вказівкою координат центру ваги судна на відхід (табл. 4.5) та прихід (табл. 4.6).

Таблиця 4.5 – Зведені дані і розрахунок водотоннажності на відхід

Найменування статей навантаження	На відхід				
	Маса, Т	Плечі, м		Моменти, тм	
		Х	z	М _х	М _z
Судно порожнє	38220	142,419	17,70	5443254	676494
Константа	400	118,20	26,60	47280	10640
Суднові запаси	5491,1	147,69	11,12	810975	61085
Вантаж	84689	149,32	26,15	12645800	2214407
Баласт	13010,9	219,44	4,53	2855160	58878
Всього водотоннажність	141811,0	153,74	21,31	21802469	3021504

На підставі виконаних розподілів вантажу, баласту і запасів складемо таблицю зведених даних і розрахунку водотоннажності з вказівкою координат центру ваги судна прихід (табл. 4.6).

Таблиця 4.6 – Зведені дані і розрахунок водотоннажності на прихід

Найменування статей навантаження	На прихід				
	Маса, Т	Плечі, м		Моменти, тм	
		Х	z	М _х	М _z
Судно порожнє	38220	142,419	17,70	5443254	676494
Константа	400	118,20	26,60	47280	10640
Суднові запаси	4662,3	144,65	11,28	674397	52609
Вантаж	84689	149,32	26,15	12645800	2214407
Баласт	13010,9	219,44	4,53	2855160	58878
Всього водотоннажність	140982,2	153,68	21,37	21665891	3013028

Схематично розподіл вантажу представлено на бей-плані (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. Складаємо результати розрахунків у вигляді табл. 4.7.

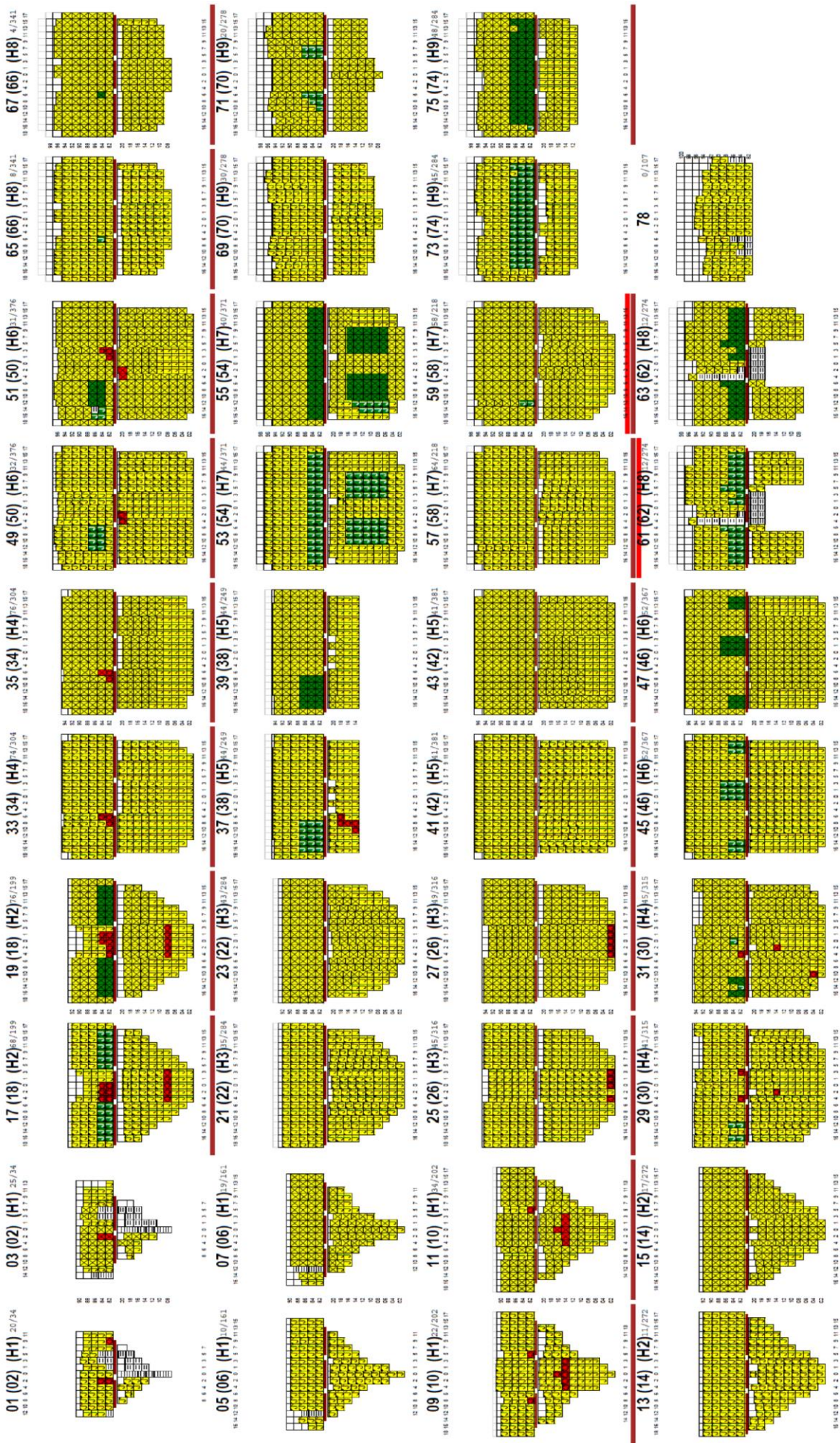


Рисунок 4.1 – Бей-план т/х «Xiamen Express»

Таблиця 4.7 – Розрахунок посадки судна на відхід і на прихід

Найменування величин	Позначення та формули	Значення величин	
		Відхід	Прихід
1	2	3	4
Водотоннажність масова, т	D	141811,0	140982,2
Абсциса центра ваги судна, м	x_g	153,74	153,68
Водотоннажність об'ємна, м ³	$V = D / \rho$	138352	138218
Густина води, т/м ³	ρ	1,025	1,020
Осадка судна, м	T	14,36	14,35
Момент диферентуючий на 1 см, тм/см	M_{cm}	2679,9	2676,0
Абсциса центра плавучості судна, м	x_c	153,90	153,93
Абсциса Ц.В. площі ватерлінії, м	x_f	138,57	138,62
Апліката поперечного метacentра, м	z_m	23,82	23,82
Коефіцієнт загальної повноти	δ	0,623	0,623
Диферент судна, м	$d = D(x_g - x_c) / (100M_{cm})$	-0,08	-0,13
Осадка судна носом, м	$T_n = T + (L - x_f) d / L$	14,31	14,28
Осадка судна кормою, м	$T_k = T_n + d$	14,39	14,41

Для виконання розрахунків та контролю остійності судна необхідно визначити поправки на вплив вільної поверхні рідких вантажів (запасів і баласту) 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 судових цистернах, що приводиться в табл. 4.8.

Таблиця 4.8 - Поправки на вплив вільної поверхні рідких вантажів

Найменування цистерн	Δm_h , тм
NO.1 H.F.O.T.(P)	533
NO.1 H.F.O.T.(S)	533
NO.2 H.F.O.T.(P)	1221
NO.2 H.F.O.T.(S)	1221
NO.3 H.F.O.T.	605
M.D.O.T.	60
M.D.O.SERV.T.	130
M.G.O.T.	60
M.G.O.SERV.T.	130
NO.1 CYL.O.T.	33
M/E L.O.SUMP.T.	65
F.W.T.(P)	110
F.W.T.(S)	110
NO.1 S.W.B.T.(P)	1745
NO.1 S.W.B.T.(S)	1745
Сума: $\Sigma \Delta m_h$	8301

Розрахунок параметрів початкової остійності виконаний у табл. 4.9.

Таблиця 4.9 – Розрахунок параметрів початкової остійності

Найменування величин	Позначення та формули	Значення величин	
		Відхід	Прихід
Водотоннажність масова, т	D	141811,0	140982,2
Невиправлена апліката центра ваги судна, м	z_{g0}	21,31	21,37
Апліката поперечного метацентра, м	z_m	23,82	23,82
Невиправлена метацентрична висота, м	$h_0 = z_m - z_{g0}$	2,51	2,45
Виправлення на вільні поверхні, м	$\Delta h = \Sigma \Delta m_h / D$	0,06	0,06
Виправлена апліката центра ваги судна, м	$z_g = z_{g0} + \Delta h$	21,37	21,43
Виправлена метацентрична висота, м	$h = h_0 - \Delta h$	2,45	2,39

4.3. Контроль остійності за матеріалами Інформації

Перевірку остійності за матеріалами Інформації виконаємо по мінімальній допустимій метацентричній висоті (табл. 4.10).

Таблиця 4.10 – Перевірка остійності по мінімальній допустимій метацентричній висоті.

Найменування величин	Позначення і формули	Значення величин	
		відхід	прихід
Водотоннажність масова, т	D	141811,0	140982,2
Виправлена метацентрична висота, м	h	2,45	2,39
Мінімально допустима метацентрична висота, м	$h_{\min}$	1,11	1,12

Так як $h > h_{\min}$, 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 K, 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 (табл. 4.11, табл. 4.12). У таблиці також представлений розрахунок площ під діаграмою статичної остійності до 30° , до 40° і від 30° до 40° з використанням коефіцієнтів Сімпсона.

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	4,148	0,174	3,729	0,419	4	1,676	3	1,257
20	8,192	0,342	7,329	0,863	2	1,726	3	2,589
30	12,161	0,500	10,715	1,446	4	5,784	1	1,446
40	15,321	0,643	13,779	1,542	1	1,542	$\sum_{30}$	5,292
50	17,254	0,766	16,415	0,839	$\sum_{40}$	10,728	$a_{0-30} =$ $3 \times 0,1745 \times 5,292 /$ $8 = 0,346$ $a_{30-40} = 0,624 - 0,346 = 0,278$	
60	18,183	0,866	18,558	-0,375	$a_{0-40} =$ $0,1745 \times 10,728 /$ $3 = 0,624$			
70	18,302	0,940	20,144	-1,842				

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. 4.13.

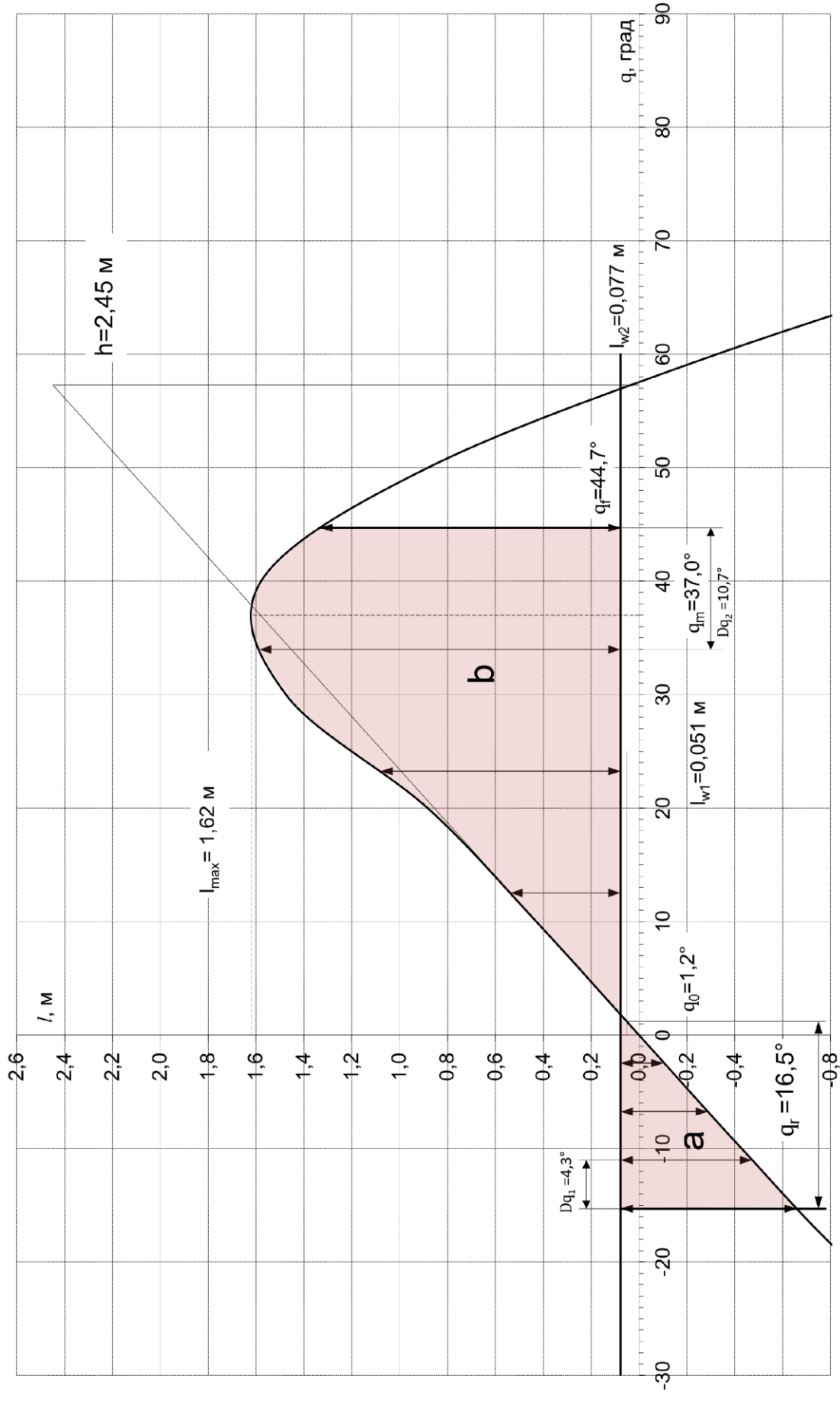


Рисунок 4.2 - Діаграма статичної остійності на відхід і визначення критерію погоди

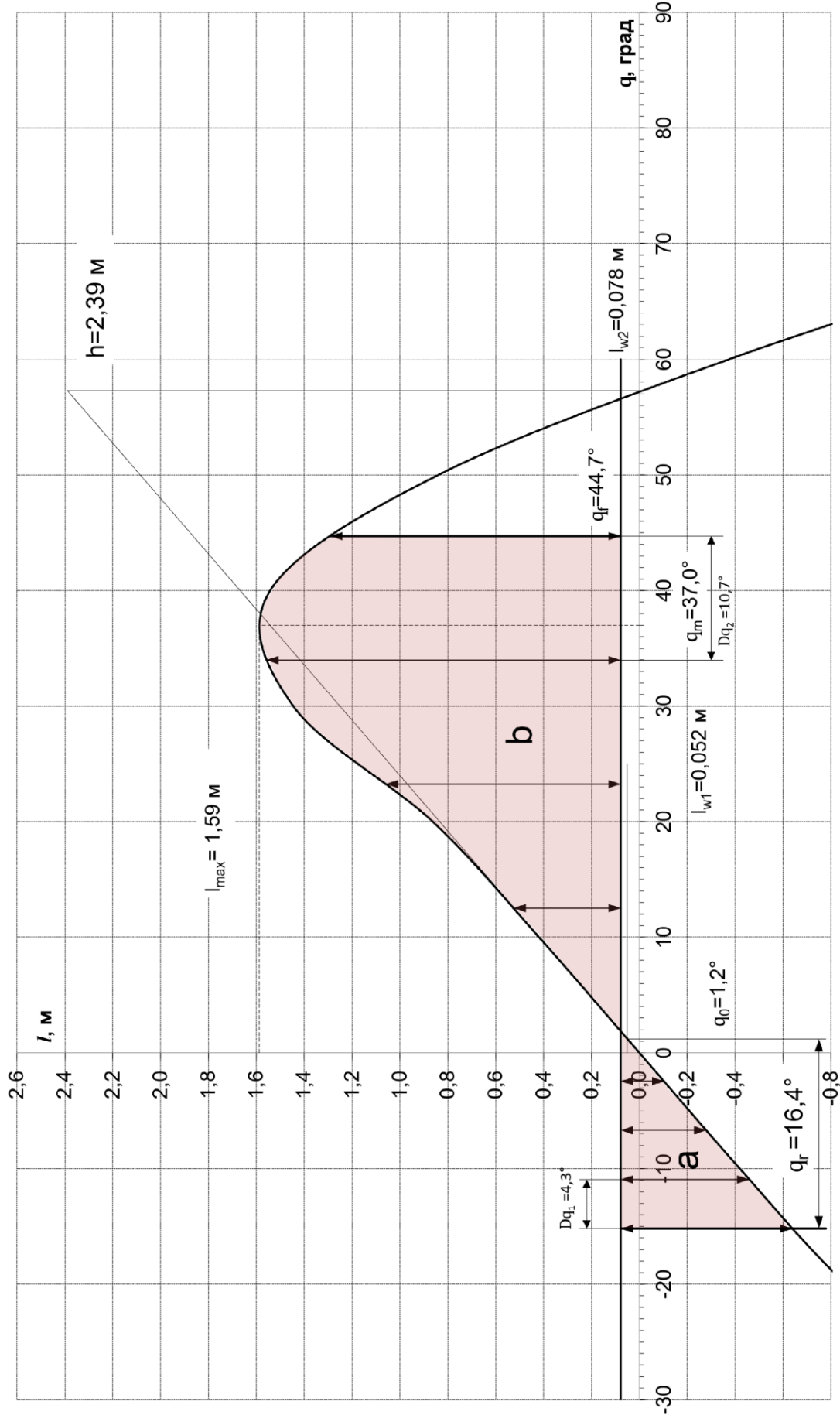


Рисунок 4.3 - Діаграма статичної остійності на прихід і визначення критерію погоди

Таблиця 4.13 – Розрахунок нормованих параметрів остійності

Найменування величин	Позначення та формули	Значення величин	
		Відхід	Прихід
1	2	3	4
Водотоннажність масова, т	D	141811,0	140982,2
Осадка судна, м	T	14,36	14,35
Виправлена метацентрична висота, м	h	2,45	2,39
Площа парусності, м ²	A _v	10120	10123
Апліката центра парусності (ЦП), м	z	14,02	14,02
Плече парусності при постійному вітрі, м	$z_v = z + T/2$	21,20	21,20
Плече кренувального моменту від тиску вітру, м	$l_{w1}=0,504 A_v z_v / (g D)$	0,051	0,052
Кренувальне плече від пориву вітру, м	$l_{w2} = 1,5 l_{w1}$	0,077	0,078
Відносна площа скулових кілів,%	$100 A_k / (L B)$	0,436	
Коефіцієнт	k	0,991	
Відносна ширина	B/T	3,36	3,36
Безрозмірний множник	X ₁	0,828	0,828
Коефіцієнт загальної повноти	δ	0,623	0,623
Безрозмірний множник	X ₂	0,959	0,959
Інерційний коефіцієнт	$c=0,373+0,023B/T-0,043L/100$	0,313	0,313
Період хитавиці, с	$T_\theta = 2 c B / \sqrt{h}$	19,3	19,5
Коефіцієнт	S	0,0361	0,0358
Коефіцієнт	$r = 0,73 + 0,6 (z_g - T) / T$	1,023	1,026
Амплітуда качки, °	$\theta_r = 109 k X_1 X_2 \sqrt{r S}$	16,5	16,4
Кут заливання, °	θ _f	44,7	44,7
Кут входу палуби у воду, °	$\theta_d = \arctg(2(H - T) / B)$	28,0	28,1
Кут крена від постійного вітру, °	θ ₀	1,2	1,2
Кут крена при качці назустріч вітру, °	$\theta_1 = \theta_r - \theta_0$	15,3	15,2
Границя площ.“b” діаграми справа, °	θ _b	44,7	44,7
Площа “a” діаграми, м-рад	A	0,109	0,107
Площа “b” діаграми, м-рад	B	0,696	0,680
Критерій погоди	$K = b / a$	6,39	6,36

Для визначення критерію погоди на діаграмах статичної остійності необхідно побудувати площі “а” і “b”. При розрахунках величини площ “а” і “b” використаємо правило Сімпсона. Для цього площі “а” і “b” діляться на чотири ділянки однакової довжини по куту крену. Розрахунок площ виконується в табличній формі аналогічно розрахунку площі a_{0-40} на відхід (табл. 4.14) та прихід (табл. 4.15). При цьому, замість множника 0,1745, приймаємо довжини ділянок $\Delta\theta_1$ і $\Delta\theta_2$ у радіанах.

Таблиця 4.14 – Визначення площ “а” і “b” на відхід за правилом Сімпсона

$\Delta\theta_1 = (\theta_1 + 1,5\theta_0)/4 = (15,3 + 1,5 \cdot 1,2)/4 = 4,28^\circ$			$\Delta\theta_1^{\text{рад}} = 4,38^\circ/57,3 = 0,0746$ рад		
$\Delta\theta_2 = (\theta_b - 1,5\theta_0)/4 = (44,7 - 1,5 \cdot 1,2)/4 = 10,73^\circ$			$\Delta\theta_2^{\text{рад}} = 10,73^\circ/57,3 = 0,1872$ рад		
a_i	k_i	$a_i \cdot k_i$	b_i	k_i	$b_i \cdot k_i$
$a_1 = 0,747$	1	0,737	$b_1 = 0$	1	0
$a_2 = 0,550$	4	2,200	$b_2 = 0,461$	4	1,844
$a_3 = 0,365$	2	0,730	$b_3 = 1,003$	2	2,006
$a_4 = 0,180$	4	0,720	$b_4 = 1,511$	4	6,044
$a_5 = 0$	1	0	$b_5 = 1,255$	1	1,255
		$\Sigma_a = 4,387$			$\Sigma_b = 11,149$
$a = \frac{1}{3} \Sigma_a \cdot \Delta\theta_1^{\text{рад}} = \frac{1}{3} 4,387 \times 0,0746 = 0,109$			$b = \frac{1}{3} \Sigma_b \cdot \Delta\theta_2^{\text{рад}} = \frac{1}{3} 11,149 \times 0,1872 = 0,696$		

Таблиця 4.15 – Визначення площ “а” і “b” на прихід за правилом Сімпсона

$\Delta\theta_1 = (\theta_1 + 1,5\theta_0)/4 = (15,2 + 1,5 \cdot 1,2)/4 = 4,25^\circ$			$\Delta\theta_1^{\text{рад}} = 4,25^\circ/57,3 = 0,0742$ рад		
$\Delta\theta_2 = (\theta_b - 1,5\theta_0)/4 = (44,7 - 1,5 \cdot 1,2)/4 = 10,73^\circ$			$\Delta\theta_2^{\text{рад}} = 10,73^\circ/57,3 = 0,1872$ рад		
a_i	k_i	$a_i \cdot k_i$	b_i	k_i	$b_i \cdot k_i$
$a_1 = 0,718$	1	0,718	$b_1 = 0$	1	0
$a_2 = 0,538$	4	2,152	$b_2 = 0,448$	4	1,792
$a_3 = 0,358$	2	0,716	$b_3 = 0,982$	2	1,964
$a_4 = 0,183$	4	0,732	$b_4 = 1,482$	4	5,928
$a_5 = 0$	1	0	$b_5 = 1,214$	1	1,214
		$\Sigma_a = 4,318$			$\Sigma_b = 10,898$
$a = \frac{1}{3} \Sigma_a \cdot \Delta\theta_1^{\text{рад}} = \frac{1}{3} 4,318 \times 0,0742 = 0,107$			$b = \frac{1}{3} \Sigma_b \cdot \Delta\theta_2^{\text{рад}} = \frac{1}{3} 10,898 \times 0,1872 = 0,680$		

4.6. Перевірка виконання рекомендованих ІМО критеріїв остійності

Виконаємо перевірку остійності за вимогами ІМО порівнюючи розраховані значення з нормативними та зображаємо на табл. 4.16.

Таблиця 4.16 – Перевірка виконання рекомендацій ІМО

Найменування величин	Позна-чення	Значення величин			Викон. (YES/NO)
		норма-тивне	відхід	прихід	
Загальні критерії					
Площа під ДСО до кута крену 30 ⁰ , м·рад	A ₃₀	≥ 0,055	0,354	0,346	YES
Площа під ДСО до кута крену 40 ⁰ , м·рад	A ₄₀	≥ 0,09	0,638	0,624	YES
Площа під ДСО між 30 ° і 40 °, м рад	A ₃₀₋₄₀	≥ 0,03	0,284	0,278	YES
Плече ДСО при куті крену 30° або більше, м	l ₃₀	≥ 0,20	1,475	1,446	YES
Кут крену, що відповідає максимуму ДСО, °	θ _m	≥ 25	37,0	37,0	YES
Виправлена метацентрична висота, м	h	> 0,15	2,45	2,39	YES
Критерій погоди	K	≥ 1	6,39	6,36	YES
Кут крену від постійного вітру, °	θ ₀	≤ 16	1,2	1,2	YES

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

4.7. Перевірка загальної подовжньої міцності корпусу

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

Для кожного з обраних перерізів необхідно по прийнятому вантажному плану розрахувати силу, що перерізує, і згинальний момент і порівняти їх із припустимими значеннями.

Розрахунок міцності виконаємо використовуючи схвалену класифікаційним товариством програму.

Результати розрахунку показані в табл. 4.17.

Таблиця 4.17 – Перевірка поздовжньої міцності на відхід

Пере- тин	X, м	SF, т	SFsea, %	Дод.SF, т	BM, тм	BMsea, %	Дод.BM, тм
13	10,40	2957	73,6	4019	24889	80,3	30997
21	16,91	4719	83,8	5633	50389	83,7	60230
29	23,00	6134	90,0	6813	83636	87,6	95457
47	37,55	7886	91,1	8656	184466	89,5	206184
65	52,10	7997	81,7	9786	298668	89,0	335725
72	57,85	7190	73,5	9786	341499	88,0	387938
83	66,65	7115	73,8	9646	404007	87,1	463885
96	78,50	5502	60,5	9092	478376	86,5	552831
106	87,50	3019	33,7	8970	516899	84,7	610295
124	102,0	2544	29,9	8499	553784	83,6	662589
142	116,6	1543	25,0	6167	580016	87,5	662589
160	131,1	489	12,0	4077	590148	89,1	662589
178	145,7	-491	8,1	-6038	585482	88,4	662589
196	160,2	-2870	45,4	-6320	556336	84,7	656706
214	174,8	-2757	43,3	-6365	512507	82,1	624486
232	189,3	-3427	53,0	-6465	462889	80,0	578875
250	203,9	-3803	54,6	-6962	405363	79,0	512809
268	218,4	-4443	57,7	-7705	339901	79,7	426647
286	233,0	-4375	54,3	-8053	270971	83,7	323839
304	247,6	-4926	67,0	-7355	198312	90,0	220372
322	262,1	-4590	74,1	-6195	124361	95,0	130890
340	276,7	-3472	82,7	-4199	61699	86,5	71356
358	291,2	-1890	75,8	-2493	19355	52,7	36697
378	307,5	-275	25,7	-1072	1132	12,1	9378

Максимальна перерізуюча сила складає 7997 тонн на 65 шпангоуті.

Максимальний згинальний момент 590148 тм на 160 шпангоуті.

На рис.4.4. представлена епюра міцності на відхід.

Протягом всього рейсу загальна поздовжня міцність забезпечена.

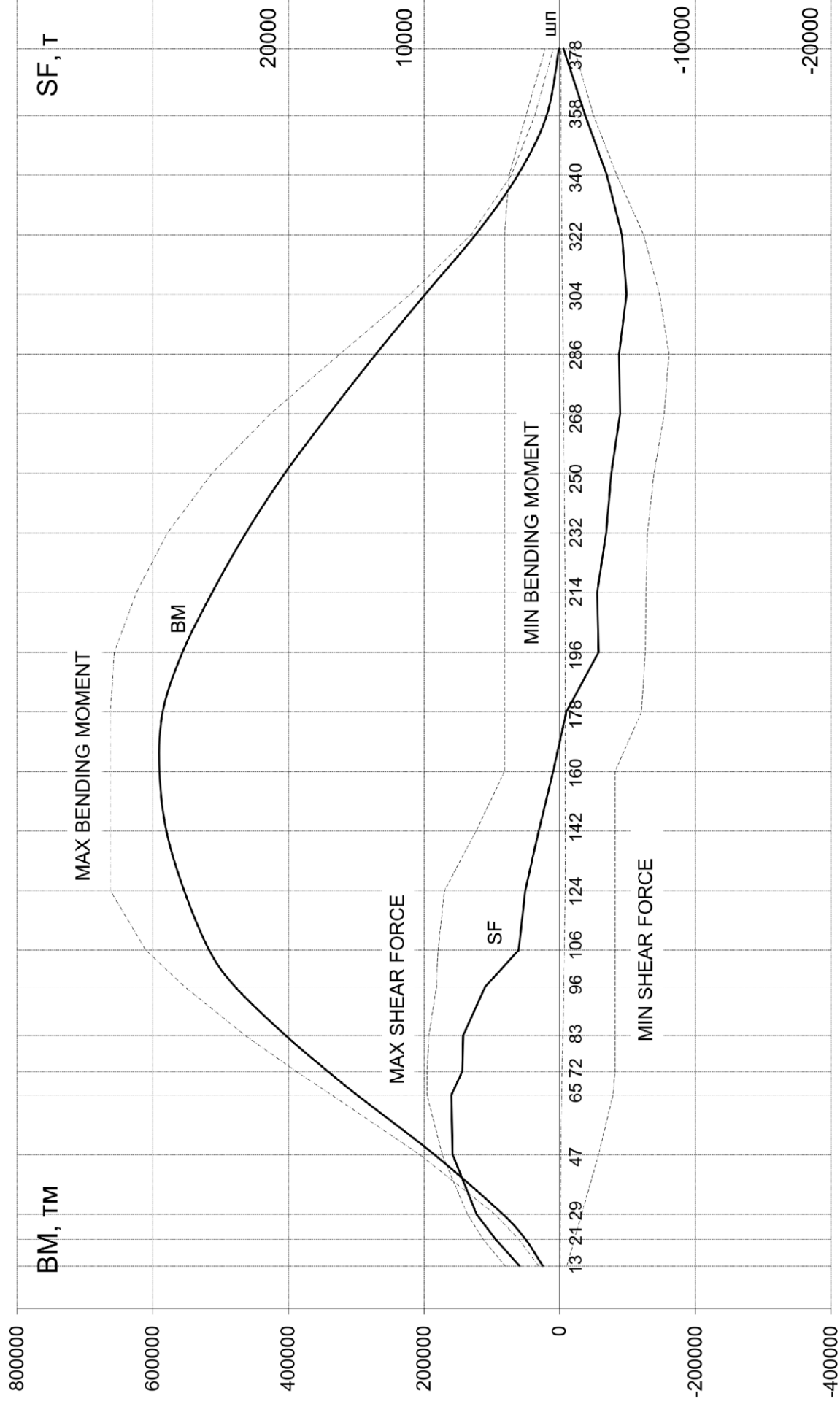


Рисунок 4.4 – Епюра перерізуєчих сил та згинальних моментів на відхід

РОЗДІЛ 5

ПІДВИЩЕННЯ ЕФЕКТИВНОСТІ ПЕРЕВЕЗЕНЬ РЕФРИЖЕРАТОРНИХ ВАНТАЖІВ

5.1. Загальні відомості про рефрижераторні перевезення

5.1.1. Класифікація і характеристика швидкопсувних і рефрижераторних вантажів

Швидкопсувними називають вантажі тваринного і рослинного походження, для збереження товарного вигляду яких потрібно підтримувати спеціальні температури та вологості режими при перевезенні та зберіганні в портах. До швидкопсувних вантажів належать:

- плодовоовочеві культури - овочі (картопля, помідори, цибуля та ін.), фрукти зони помірного клімату (яблука, груші, сливи, персики тощо), субтропічні фрукти (лимони, апельсини, мандарини і ін.) І тропічні фрукти (банани та ананаси);

- м'ясо і м'ясопродукти (м'ясо, м'ясо копченості, харчові тваринні жири, сало, солонина, птиця, субпродукти, ендокринне сировина);

- риба і рибопродукти (риба морожена, раба, що пройшла попередню промислову обробку, - копчена, в'ялена, солоні і мариновані, баличні вироби, ікра);

- яєчні продукти (яйця свіжі, меланж, суміш жовтків і білків в природній пропорції);

- молочні продукти (сир, вершкове і топлене масло);

- консервна продукція (м'ясні, рибні, молочні, овочеві та плодові консерви; квашені, мариновані і солоні овочі в бочках, фруктова і ягідна пульпа);

- інші швидкопсувні вантажі (пиво, вино, безалкогольні напої, мінеральна вода, маргарин, кухонні жири, дріжджі).

Швидкопсувні вантажі можуть бути пред'явлені до перевезення на морських судах в необробленому вигляді («живі» вантажі) або після промислової переробки. До «живих» вантажів належать м'ясо, риба, овочі, фрукти, в яких відбуваються безперервні біохімічні і фізіологічні процеси. Інтенсивність цих процесів залежить від властивостей і транспортних особливостей самих вантажів і від впливу навколишнього середовища, тобто впливу температури, вологості, світла.

Судна та інші транспортні засоби (баржі, ліхтери) для перевезення швидкопсувних вантажів повинні вибиратися в залежності від транспортних характеристик вантажів, для забезпечення схоронності і досягнення найбільшої ефективності перевезення. В експортно-імпортних перевезеннях, а також при перевезеннях між іноземними портами в Європі слід керуватися Женевським Угодою про міжнародні перевезення швидкопсувних харчових продуктів та спеціальних транспортних засобах, призначених для цих перевезень, підписаної в 1970 р., відповідно до якого найвища температура в будь-якій точці вантажу при навантаженні, перевезенні і вивантаженні не повинна бути вище наступних значень в °C:

- заморожене м'ясо = - 10°;
- заморожені субпродукти, птиця, дичина = - 12°;
- заморожене масло та інші жири = - 14°;
- охолоджене м'ясо = + 7°;
- охолоджені дичину, птах = + 4°;
- охолоджені субпродукти = + 3°;
- охолоджене масло = + 6°.

Під час перевезення рефрижераторних вантажів на судні включають самописці температур, встановлені безпосередньо за охолоджувачами повітря і в трюмах. У рефрижераторному журналі кожні 4 години фіксують робочі параметри рефрижераторною установки і всі виміри температур повітря в трюмі, за і перед охолоджувачами повітря і в кожному твіндеку, відносну вологість повітря і вміст CO₂ в процентах, відзначають час роботи припливно-

витажної вентиляції і час озонування трюмів. Виписки з журналу можуть бути видані тільки після того, як журнал підписаний капітаном судна. Представник вантажоодержувача має право вимагати або зробити відповідні виписки з температурного журналу. При роботі в чартері вантажоодержувачі іноді вимагають окремі виписки режиму охолодження для кожного виду вантажу фруктів і для кожного вантажного приміщення. В вітчизняної нормативної документації швидкопсувні вантажі по режиму перевезення і зберігання поділяються на 4 класи:

- заморожені продукти – перевозяться при температурах -6°C і нижче;
- охолоджені продукти – при температурах від -5 до -1°C ;
- охолоджувані продукти – при температурах від 0 до $+15^{\circ}\text{C}$;
- вентильовані продукти – не потребують певного температурно-вологісного режиму, але забезпечення інтенсивної вентиляції в трюмах.

Заморожені і охолоджені вантажі приймаються портом на зберігання тільки в холодильники або холодильні склади, де забезпечується мінусова температура зберігання продуктів. Охолоджувальні та вентильовані вантажі можуть бути прийняті портом для короткострокового зберігання на нерефрижераторні склади, якщо придатність складу для цих цілей підтверджена вантажовідправником і відповідними місцевими контролюючими організаціями.

5.1.2. Зародження і розвиток рефрижераторних перевезень

У часи Середньовіччя, коли почалося активне вантажоперевезення до земель Вест-Індії, людство постало перед тяжкою проблемою, коли вантажі просто псувалися, що сповільнювало процес колонізації нових земель. Але звичайне псування товарів – це не єдиний виклик який постав перед морськими державами Європи. Це також викликало великі санітарні порушення, що в свою чергу спричиняло багато випадків епідемій шлункових захворювань.

В епоху Індустріалізації, коли людство почало активно використовувати нові технології, судноплавство перейшло на новий рівень розвитку, адже саме в ХІХ віці ввели в дію перший паровий двигун, а також зробили технологію перевезень вантажі. Перша успішна доставка замороженого м'яса з Нової Зеландії до Великобританії в 1882 р. відчинив новий шлях до торгівлі замороженими м'ясними та молочними продуктами, які стали наріжним каменем економіки Нової Зеландії ХХ століття [42]. Перевезення було організовано Вільямом Девідсоном, британським генеральним менеджером новозеландської та австралійської земельної компанії. Для цього Девідсон облаштував пасажирський вітрильник «Данедін» (рис. 5.1) Альбіон-Лінії, рефрижераторною установкою на вугільній основі «Bell Coleman», який охолоджував повітря в трюмі на 22 °С нижче зовнішнього повітря.



Рисунок 5.1 – Відправлення т/х «Данедін» у перший рейс

На борту «Данедіна» було 5 тис. Туш. Після цього «Данедін» зробив ще дев'ять успішних рейсів, перш ніж зникнути в Південному океані в 1890 р. Таким чином, почалась нова ера морських перевезень, яка дала ще більший поштовх розвитку судноплавства. Судновласники почали активно рекламувати свою здатність перевезень рефрижераторних вантажів.

Невдовзі після успішного рейсу «Данедіна» велика торгівля замороженими м'ясом з Нової Зеландії та Австралії до Великобританії була розвинена. Брати Нельсон купували рефрижераторне судно «Spindrift», яке вони перейменували в 1890 р. в «SS Highland Scot». «Нельсон Лінія» розпочала роботу у 1910 р. між Лондоном та Буенос-Айресом.

У 1879 р. Генрі Белл (1848-1931) і Джон Белл (1850-1929) та Джозеф Джеймс Коулман (1838-1888) встановили машину Белла-Коулмана на щільному повітрі на лайнері «Circassia», яке успішно доставило вантаж охолодженої яловичини з США до Лондона.

У 1881 р. Альфред Хаслам (1844-1927) з Англії обладнав лайнер «Orient» холодильними компресорами «Haslam». В 1890 р. «J & E Hall Co» встановила першу морську систему охолодження CO₂ на судні «Highland Chief».

У 1900 р. у світовому флоті було 356 рефрижераторних суден, 37 % з яких оснащені компресорами аміаку та 25 % компресорами CO₂. У 1900 р. Великобританія імпортувала понад 360 тис. т охолодженого м'яса: 220 тис. т з Аргентини, 95 тис. т з Нової Зеландії та 45 тис. т з Австралії. Щотижневі рейси на рефрижераторних "бананових суднах" з Великої Британії в Центральну Америку проводилися щотижнево компанією «Elders&Fyffes Ltd», яка з 1888 р. імпортувала банани до Великобританії на власних суднах. Рейси у зворотному напрямку зайняли 28 днів. У 1901 р. перший банановіз «Port-Morant», оснащений CO₂-машиною, перевіз 23 тис. стебелів бананів на контрольованій температурі від Ямайки до Великобританії.

У 1902 р. Ллойдом було зареєстровано 460 суден з холодильними установками. До 1902 р. "Об'єднана фруктова компанія" розпочала реалізацію холодильних банановозів, побудованих у Великій Британії, на лінії між портами Сполучених Штатів та Центральної Америки.

До 1910 р. імпорт охолодженого м'яса у Великобританії збільшився до 760 тис. т на р. До 1910 р. британська компанія «J & E Hall» встановила на кораблях 1800 машин для охолодження CO₂. До 1913 р. у складі флоту Великобританії було зареєстровано 230 холодильних суден загальною

вантажопідйомністю 440 тис. т. До 1935 р. імпорт охолоджених вантажів Британії становив 1 млн. т м'яса, 500 тис. т вершкового масла, 130 тис. т сиру, 430 тис. т яблук та груш та 20 млн стовбурів бананів [43].

5.1.3 – Аналіз стану ринка рефрижераторних перевезень

Ринок рефрижераторного транспорту в 2023 р. оцінювався в 13,93 млрд. долл. США і, як очікується, до 2025 р. досягне 19,29 млрд. долл. США, що протягом прогнозного періоду зросте на 5,67 % (рис. 5.2). Ринок рухається завдяки таким факторам, як збільшення обсягів торгівлі через глобалізацію та зростаючу тенденцію придбання охолодженої та заморожених продуктів харчування, особливо в країнах Азіатсько-Тихоокеанського регіону, Південної Америки та Близького Сходу, що розвиваються. Крім того, урядові ініціативи в країнах, що розвиваються, для розвитку інфраструктури та матеріально-технічного забезпечення, також посилюють інтереси місцевих компаній для розширення своїх послуг.

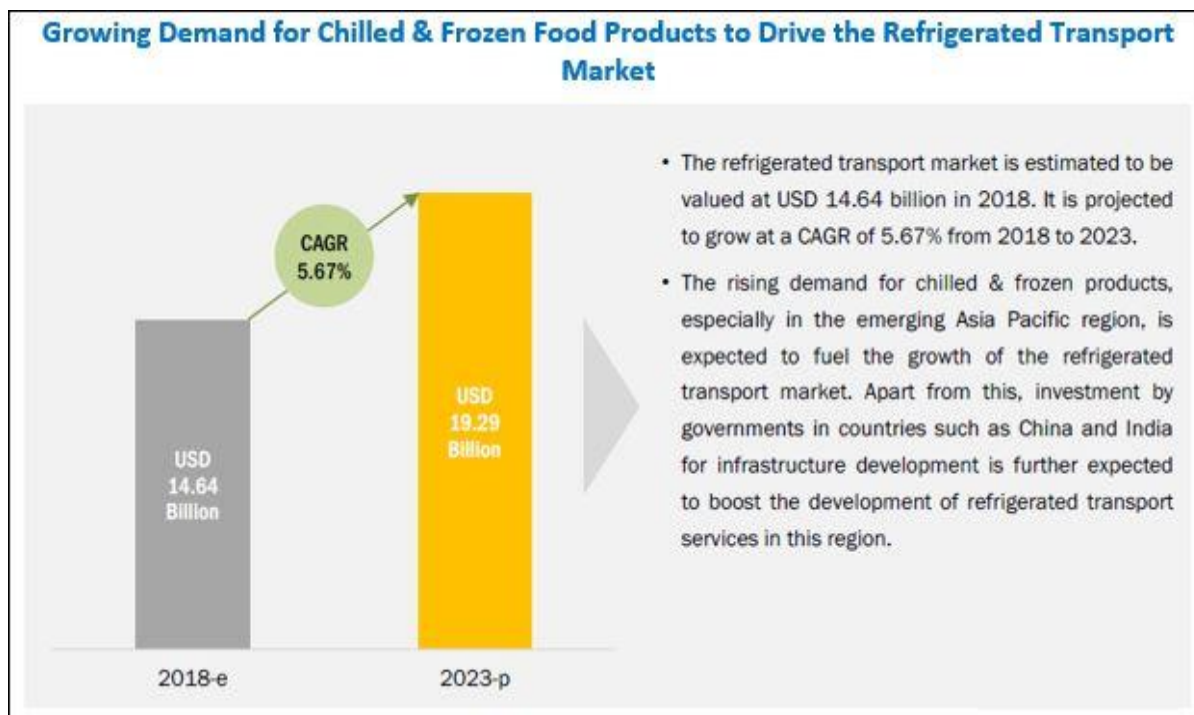


Рисунок 5.2 – Прогноз розвитку рефрижераторних перевезень

Методологія дослідження, що використовується для оцінки та прогнозування ринку рефрижераторного транспорту, починається з даних про основних гравців та їхніх доходів через вторинні джерела, таких як Міжнародна асоціація заморожених продуктів, Американський інститут заморожених продуктів, Британська Федерація заморожених продуктів, USDA та Global Cold Chain Alliance. Загальний розмір ринку можна отримати після перевірки на основні та вторинні дослідження, що включає публікації та статистику. Обидва, – "зверху вниз" та "знизу вгору", – підходи були використані для оцінки та перевірки загального обсягу ринку. Аналіз ринку був виконан по трьом категоріям: по типу компанії, по призначенню, по регіону (рис. 5.3).

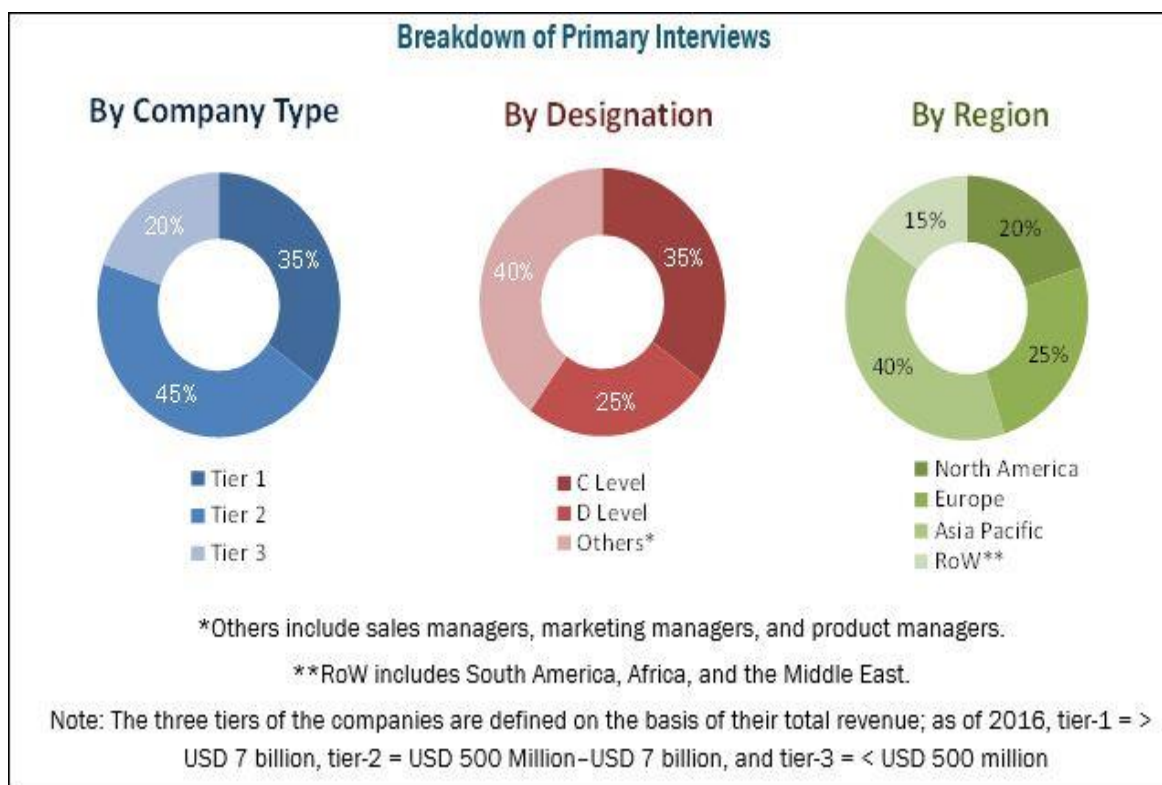


Рисунок 5.3 – Аналіз ринку перевезень по трьом категоріям

Основними гравцями на рефрижераторному ринку є компанії, що надають відповідні послуги: United Technologies (США), Daikin Industries (Японія), Ingersoll-Rand (Ірландія), China International Marine Containers (Китай) та Utility Trailer (США). Серед інших ключових гравців – Singamas Container

(Китай), Hyundai (Південна Корея), Schmitz Cargobull (Німеччина), Fahrzeugwerk Bernard Krone (Німеччина) та Lamberet (Франція).

За оцінками, в 2025 р. Азіатсько-Тихоокеанський регіон займатиме найбільшу частку світового ринку охолоджуваного транспорту з точки зору вартості та обсягу. Регіон складається з основних країн, що генерують дохід, таких як Індія та Китай. Ці країни мають велику споживчу базу та прибуткові можливості для охолодженої та замороженої харчової продукції. Очікується, що розвиток промисловості цих країн сприятиме зростанню ринку рефрижераторного транспорту в регіоні (рис. 5.4).

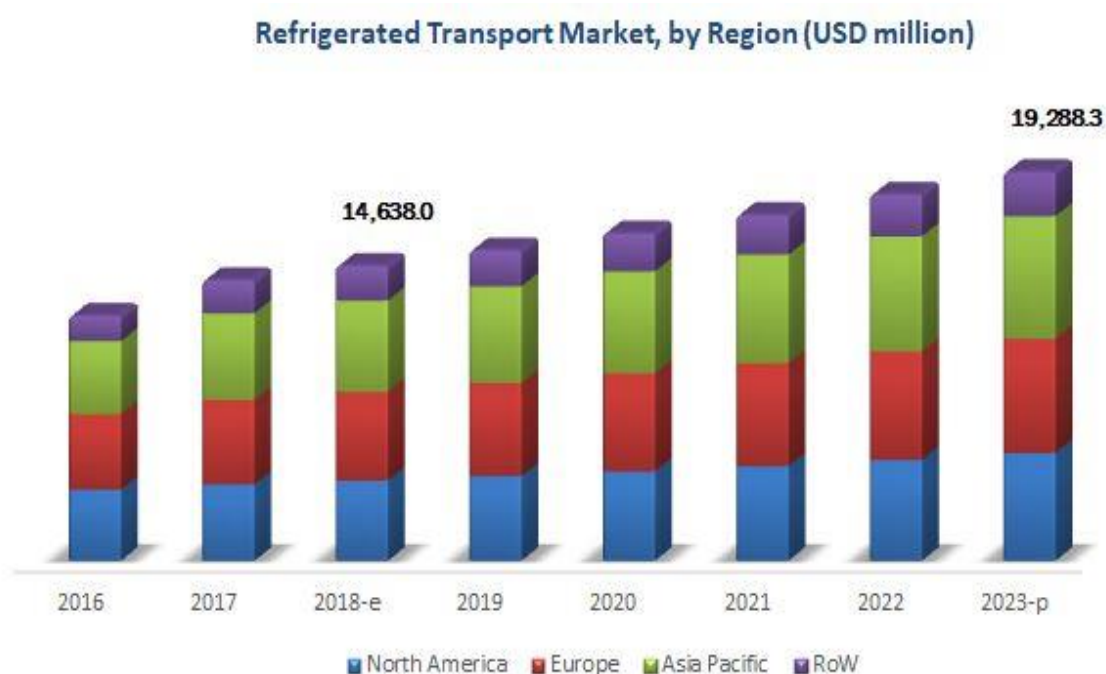


Рис. 5.4 – Рівень прибутку в регіонах світу щорічно

На ринку переважають такі основні гравці, як «Об'єднані технології» (США), Daikin Industries (Японія), Ingersoll-Rand (Ірландія), China International Marine Containers (Китай) та Utility Trailer (США). Інші включають Singamas Container (Китай), Hyundai (Південна Корея), Schmitz Cargobull (Німеччина), Fahrzeugwerk Bernard Krone (Німеччина), Lamberet (Франція), Kögel Trailer (Німеччина), Great Dane (США) Webasto (Німеччина). Інноваційні та нові продукти, стратегічні придбання, розширення, контракти на поставку та

співпраця були ключовими стратегіями, прийнятими для покращення пропонуванних продуктів та завоювання більшої частки ринку. Прийняття цих важливих сучасних стратегій, ймовірно, збільшить попит на ринку рефрижераторного транспорту [44].

5.1.4. Тенденції розвитку перевезень вантажів в рефрижераторних контейнерах

У наш час великий стрибок отримала галузь перевезень швидкопсувних вантажів в рефрижераторних контейнерах. Основним поштовхом перенесення перевезень режимних вантажів із великих суден до контейнерів, має під собою розумне підґрунтя, перш за все економічне. Це може дозволити перевозити за не дуже великі витрати, порівнювано з перевезенням в рефрижераторних судах. Фактично, усі провідні компанії в галузі контейнерних перевезень, мають підрозділи відносно перевезень делікатних вантажів. Особливо великий внесок в розвиток галузі зробили наступні компанії: Maersk, MSC, Hamburg Süd. Ці компанії, у наш час, задають нові тенденції розвитку перевезень.

У 2013 р. 72 % холодильних транспортних потужностей у морському судноплавстві були контейнерні, збільшившись з 33 % у 1980 р. Частка традиційного або спеціалізованого сегмента рефрижераторів зменшилася з 60 % у 2000 р. до приблизно 26 % у 2014 р. Це відображає основні тенденції останніх років: рефрижераторний контейнер замінив звичайне рефрижераторне судно. Це призвело до того, що з 2000 р. більше половини всіх звичайних рефрижераторних суден були виведені з експлуатації.

Очікується, що морські перевезення свіжих продуктів на звичайних рефрижераторних судах та в рефрижераторних контейнерах складе більше 95,7 млн. т. Однак морське транспортування свіжих продуктів становить лише 2,7 % світової торгівлі генеральними вантажами. Зростання морської рефрижераторної торгівлі збільшувалось від 4 % до 5 % щорічно до 2025 р. [45].

Зараз в світі є понад 1.200.000 одиниць рефрижераторних транспортних засобів, які залучені у перевезенні швидкопсувних вантажів як по морю, так і іншими видами транспорта. Флот рефрижераторних суден на даний момент тримається на рівні 1.100 одиниць.

В світі нараховується 550.000 інтермодальних рефрижераторних контейнера в експлуатації, цей тип обладнання є домінуючим в морському рефрижераторному транспортуванні, чий загальний обсяг досягне 60 % вже в найближчі кілька років. Головною характеристикою рефрижераторного устаткування є те, що воно використовується в несприятливих умовах і проходить дуже великий температурний діапазон в залежності від географічних положень. В якості охолоджувачів використовуються гідрофторуглеводородні (ГФУ-410А) охолоджувачи. На даний час непряма система аміаку використовується як на рефрижераторних судах, так і на судах, зайнятих рибним промыслом. В інтермодальному ринку рефрижераторних контейнерів домінує ГФУ-134а через те, що здебільшого продуктів, які перевозяться в контейнерах даного типу, є фрукти, овочі і м'ясо. Також слід пам'ятати про іншу причину популярності даного типу охолоджувача: критична температура повинна бути істотно вище, через високу температуру конденсації в тропічних регіонах і використанням конденсаторів з повітряним охолодженням. Транскритичні системи CO₂ також пройшли випробування, і в поточний момент вводяться в експлуатацію. Використання аміаку і гідрокарбонатів в контейнерах не схвалюється відповідно до висновків ІМО [5].

5.2. Деякі інноваційні технології у перевезенні рефрижераторних контейнерів

5.2.1. Технологія перевезення рефрижераторних «розумних» контейнерів «Blockchain»

В ці роки отримали розвитку «Blockchain» (з англ. “block” – блок, “chain” – ланцюг) технології перевезень. «Blockchain» – це база даних, яка зберігається

одночасно на безлічі комп'ютерів. Нові блоки в цій базі-ланцюжку створюються постійно. Кожен новостворений блок містить групу впорядкованих записів (транзакцій), що накопичилися за останній час, а також заголовок. Коли блок сформований, він перевіряється іншими учасниками мережі і потім, якщо всі згодні, під'єднується до кінця ланцюжка. Як тільки це сталося, внести в нього зміни вже неможливо. База автоматично оновлюється на всіх підключених до системи комп'ютерах. «Blockchain» дозволяє учасникам обмінюватись даними без посередників, оскільки справжність транзакцій перевіряють усі сторони процесу.

Технологія «Blockchain» найшла своє місце у новітній розробці smart-контейнерів («розумних» контейнерів). «Розумні» контейнери (рис. 5.5) прагнуть порушити логістичний сектор шляхом створення контрольованих контейнерів для фармацевтичної та харчової продукції, в яких можливе регулювання температури на усьому ланцюгу постачання. Мета полягає у ліквідації паперової бюрократії та автоматизації процесів за допомогою розумних контрактів та криптовалюти.



Рисунок 5.5 – «Розумний» контейнер у розрізі та його елементи

Принцип передачі даних в системі розумних контейнерів див. на рис.5.6:

- контейнер, який завантажили на борт судна, під'єднують до електричної мережі судна. При ввімкненні системи, починається настройка усіх додаткових модулів.

- згідно з отриманими інструкціями, модулі починають збирати дані про стан контейнеру, місцезнаходження по відповідним системам супутникового позиціонування (GPS, ГЛОНАСС, тощо).

- отримана інформація поширюється в офіс відповідальної сервісної компанії, звідки данні будуть поширені між судновласником та іншими сторонами морських перевезень.

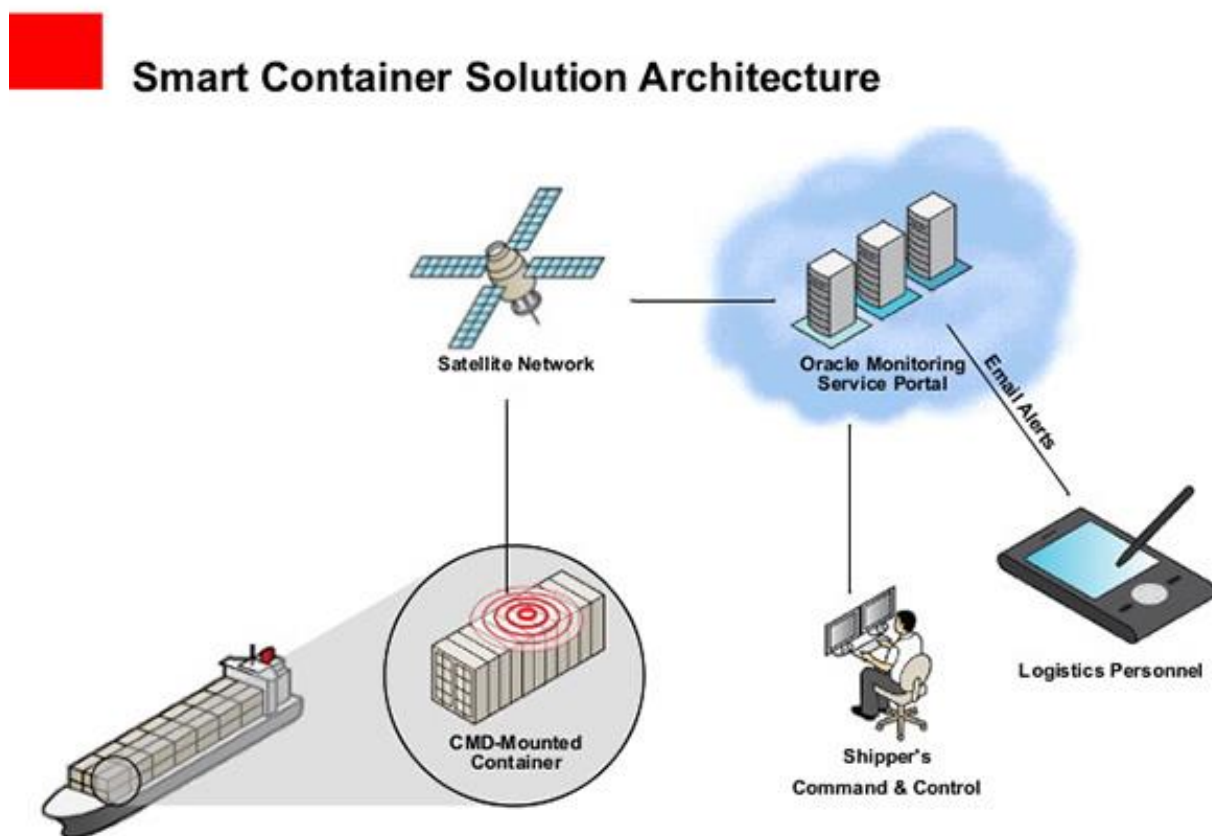


Рисунок 5.6 – Схема передачі даних в системі «розумних» контейнерів

Впровадження систем «розумни» контейнерів дозволило вирішувати наступні проблеми:

- втрата лікарського засобу через відхилення від температури. Відповідно до даних Всесвітньої організації охорони здоров'я (ВООЗ), до 40 % вакцин було загублено через невідповідну температуру під час транзиту.

- неефективна документація. Логістичний процес надзвичайно неефективний та складний, для цього потрібні сотні різних паперових документів, щоб відправити вантаж в іншу країну. Крім того, координування комунікацій між зацікавленими сторонами на цьому процесі займає величезний обсяг ресурсів.

Але, як і усі технології, які знаходяться на початку свого розвитку, розумні контейнери мають теж свої сильні та слабкі сторони. Плюси:

- встановлений проект: «Розумні контейнери» – це справжній бізнес, який має свою нішу в сфері контролю температури, а також який має великі партнерські відносини з такими міжнародними компаніями як CargoLux та Emirates.

- розширені та захищені технології: На тлі успішного бізнесу, розумні контейнери ще більш привертає увагу за рахунок інтеграції у екосистему «Blockchain», що посилює ефективність і економію витрат за рахунок збереження оптимального для вантажу середовища, і виключення втрат вантажу протягом рейсу.

- необхідний план для виходу на ринок: мабуть, завдяки своїй діловій свідомості, розумні контейнери – це один з небагатьох проектів, які мають певну стратегію виходу на ринок із впровадженням передових технологій у сфері ІТ.

До мінусів можна віднести наступне:

- відсутність блокчейн архітектури: розумні контейнери досі не завершили будівництва блокчейн архітектури в їхньому програмному забезпеченні та екосистемі.

- адаптація зацікавлених сторін: так як розумні контейнери подають своє бачення до морських перевезень, учасники процесу повинні адаптуватися до технологій. Вимагається від усіх традиційних сторін стати частиною

революційної та інноваційної технології, початкового партнерства, колаборації, а також запустити пілотний проект з введенням у дію новітньої технології.

Треба враховувати що задля правильної роботи охолоджувальних систем, потрібно мати особливий тип охолоджувачів (холодильний агент–робоча речовина холодильного циклу).

5.2.2. Формування міжконтейнерних зазорів в штабелі з точки зору енергозбереження

Сервісна технологія охолоджувальних контейнерів з вантажем істотно відрізняється від контейнерів інших типів через необхідність підтримувати постійні мікрокліматичні умови всередині контейнерів у кожній ланці ланцюга постачання. Відповідно до чинних правил, контейнерний відсмоктувач повинен працювати під час його транспортування та зберігання на майданчику зберігання, тобто контейнер повинен бути підключений до зовнішнього джерела живлення від судна або термінальної мережі або від окремого генератора (GenSet). Термінал обслуговування охолоджувальних контейнерів визначає спеціальну зону, обладнану станціями електропостачання. Одна станція може обслуговувати до 20 контейнерів, які підключені за допомогою кабелів. Інша можливість підключення контейнерів до джерела живлення використовується в деяких європейських портах, де розетки розташовані на стовпах або структурах навпроти кожного контейнера, як показано на рис. 5.7. Ці рішення допомагають персоналу терміналу простежити за кабелем і дозволяють зменшити довжину силових кабелів, особливо для контейнерів верхнього шару.



Рисунок 5.7 – Станція для закупорювання рефрижераторних контейнерів у морському порту Щецина

Після перенесення охолоджуваного контейнера, наприклад, з набережної в зону зберігання, контейнер слід якнайшвидше підключати до джерела живлення. Від'єднання контейнера протягом декількох годин може призвести до втрати якості матеріалу. Холодильні контейнери зберігаються зазвичай у двох-трьох шарах. Персонал терміналу зобов'язаний періодично контролювати параметри роботи контейнера, включаючи температуру всередині контейнера. Крім того, може застосовуватися безперервний віддалений контроль параметрів мікроклімату в рефрижераторних контейнерах. Найбільш великі контейнерні термінали світу (наприклад, Роттердам, Гамбург, Токіо) реалізують це рішення.

Контейнери зберігаються в портах протягом декількох днів: 2-3 дня до завантаження на судна, та до 7 днів після перевантаження контейнера з судна (залежно від порту). Контейнери можуть бути перенесені на двір за допомогою досяжних штабелерів, залізничних козлових кранів та гумотехнічних контейнерних гальмівних кранів. Враховуючи розташування контейнерів, стандартних розмірів (табл. 5.1), в зоні зберігання (рис.5.8), можна виділити кілька контейнерних груп. Група А складається з контейнерів, три сторони яких (дві сторони і дах) оточені іншими контейнерами. Вони працюють у більш легких умовах, ніж інші, оскільки частка їх захищеної поверхні на загальній

поверхні становить 69,4 %. Крім того, ці поверхні не піддаються впливу сонячного світла.

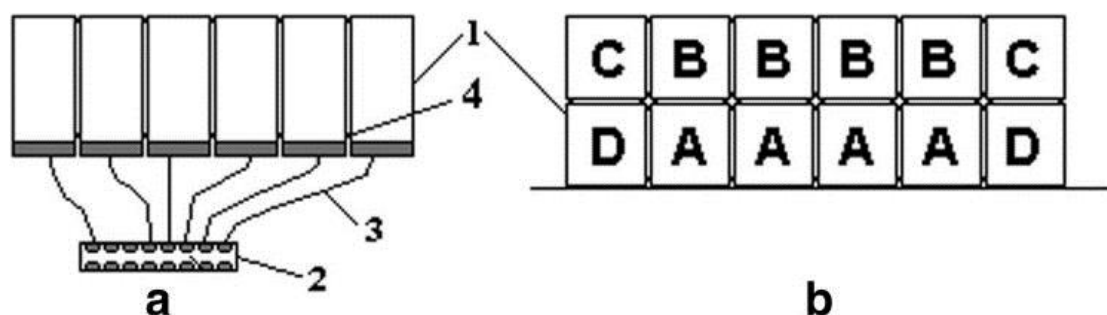


Рисунок 5.8 – Схема розташування контейнерів в зоні зберігання

Позначення: а – вид згори; б – розподіл контейнерів залежно від їх розташування; 1 – рефрижераторний контейнер, 2 – станція подачі, 3 – кабельна і 4 – ущільнювальна

Таблиця 5.1 – Обрані розміри 40 ' HC RF рефрижераторних контейнерів типу (Maersk Line, 2023)

Розміри, мм	Зовні	Внутрішня (коробка)
Довжина	12192	11583
Ширина	2438	2292
Висота	2896	2545

Контейнери групи В також мають три захищені стіни, однак завдяки впливу сонячного світла на дах та несприятливим напрямком теплопередачі на горизонтальних поверхнях їх умови роботи гірші. Групи С і D включають місця, де контейнери захищені лише з двох сторін: боковини та підлоги, а також боковини та даху, відповідно. Частка захищених поверхонь складає близько 45,3 % (табл. 5.2). Постійний контейнер, який не має захищених поверхонь, має найгірші умови роботи.

Таблиця 5.2 – Теплообмін поверхні 40' холодильного контейнера типу HC RF (Maersk Line, 2023)

Теплообмінна поверхня	Зовнішня, м	Внутрішня *, <i>Fin</i> , м	Оцінка (середнє значення геометрії),	Частка вибраної поверхні у загальній
Сторона	33.94 x 2	29.48 x 2	63.26	48.36
Підлога, дах	28.55 x 2	26.55 x 2	55.06	42.09
Двері	7.06 x 2	5.53 x 2	12.50	9.55
Всього	139.1	123.12	130.82	100

•Глибина холодильної установки 472 мм

При складуванні контейнерів відстань між суміжними контейнерами може коливатися від 20 до 100 мм. Оператор може помістити їх можливо близько один до одного, зменшуючи відстань до 30-40 мм. Проте все ще є занадто велика відстань для виключення конвекції в прогалинах між контейнерами, наприклад, у випадку відсутності вітру. Витруювання повітря призводить до того, що температура в промінах майже така ж, як і в навколишньому середовищі. У результаті захист контейнера від інших блоків не впливає на суттєве зменшення теплопередачі цього контейнера з навколишнім середовищем [49].

5. 3. Розробка рекомендацій по оптимальному перевезенню рефрижераторних контейнерів

5.3.1. Концепція розвитку енергозберігаючих технологій

Зробимо попитку оцінити очікувані ефекти від нової технології зберігання рефрижераторних контейнерів. Передбачається, що:

- повітря не знімається з ізольованого проміжку;

- через кілька годин після ізоляції розрив між контейнерами, температура в кожному ізольованому розриві буде нижче температури навколишнього середовища;

- контейнери транспортуються до майданчика для зберігання вантажними штабелями та/або козових кранів. Ця технологічна програма дозволяє помістити контейнери щільно один з одним з незначними пробілами;

- двері контейнера закриті під час обслуговування; є відсутність інфільтрації, освітлення, вантажне дихання і те, і люди, що працюють всередині.

Сума втрат тепла контейнера $\dot{Q}_\Sigma$ можна представити таким чином, як показано в рівнянні (5.1):

$$\dot{Q}_\Sigma = \dot{Q}_1 + \dot{Q}_2 + \dot{Q}_3 + \dot{Q}_4, \quad (5.1)$$

де $\dot{Q}_1$ – сума підігріву тепла через всі стінки контейнера, Вт;

$\dot{Q}_2$ – тепловий потік, що надходить у контейнера через передбачувану вентиляцію, Вт;

$\dot{Q}_3$ – тепловий потік від вентиляторів, встановлених всередині контейнера, Вт;

$\dot{Q}_4$ – тепловий потік, що виникає завдяки розморожуванню випарника, Вт.

Беручи до уваги, що контейнери зберігаються на подвір'ї, теплота, отримана через всі стінки контейнера, може бути розрахована, як це показано в рівнянні (5.2).

$$\dot{Q}_1 = \sum \dot{Q}_{1i} = (k_i \cdot F_i \cdot \Delta T_i), \quad (5.2)$$

де k_t – коефіцієнт теплопередачі через перегородку;

F_i – площа поверхні теплопередачі;

ΔT_i – різниця між середніми температурами повітря всередині контейнера і в проміжку.

Тоді можливо обчислити тепловий потік, що надходить у контейнер, як показано в рівнянні (5.3) під час передбачуваної вентиляції:

$$\dot{Q}_2 = nV(p_z h_z - p_w h_w) \frac{1}{3.6 \times 24}, \quad (5.3)$$

де n – кількість повітряного обміну в контейнері в день, для замороженої риби

$$n = 2;$$

$$V – \text{об'єм коробки } \text{м}^3, V = 67,4 \text{ м}^3;$$

p_w – щільність повітря у коробці $\text{кг}/\text{м}^3$, у випадку риби, що перевозяться в контейнері, при температурі 20°C та відносній вологості повітря 90 %,

$$p_w = 1,39 \text{ кг}/\text{м}^3;$$

p_z – щільність навколишнього повітря $\text{кг}/\text{м}^3$, на літо період у випадку температури $+20^\circ\text{C}$ та відносної вологості 75 %, $p_z = 1,20 \text{ кг}/\text{м}^3$;

h_z – питома ентальпія повітря, що надходить у коробку $\text{кДж}/\text{кг}$,

$$h_z = 47,78 \text{ кДж}/\text{кг};$$

h_w – питома ентальпія повітря в коробці $\text{кДж} / \text{кг}$, $h_w = -18,38 \text{ кДж}/\text{кг}$.

Після розрахунків, отримані з отриманих даних складемо таблиці 5.3 та 5.4.

Таблиця 5.3 – Порівняння результатів розрахунку для окремих стін контейнера з групи А, без ущільнення проміжків

Контейнерна стіна	$F, \text{м}^2$	$t_z, ^\circ\text{C}$	$\Delta T_i, \text{K}$	$\dot{Q}_{1i}, \text{Вт}$
Бокова стінка I	31,63	20	40	506.1
Бокова стінка II	31,63	20	40	506.1
Дах	27,53	20	40	440,5
Підлога	27,53	20*	40	440,5
Передня сторона (двері)	6.25	20	40	100,0

Задня сторона (холодильна установка)	6.25	30**	50	125,0
Всього	130,82	-	-	2118.2

* Температура поверхні зони зберігання дорівнює температурі навколишнього середовища

** Температура в холодильній установці в середньому на 10 К вище температури навколишнього середовища через тепла, що утворюється компресом та іншими пристрої

Таблиця 5.4 – Порівняння результатів розрахунку для конкретних стін контейнера з групи А, з прокладками ущільнення

Контейнерна стіна	F, m^2	$t_z, ^\circ C$	$\Delta T_i, K$	$\dot{Q}_{1i}, Bm$
Бокова стінка I	31,63	0	20	253,0
Бокова стінка II	31,63	0	20	253,0
Дах	27,53	0	20	220.3
Підлога	27,53	20	40	440,5
Передня сторона (двері)	6.25	20	40	100,0
Задня сторона (холодильна установка)	6.25	30	50	125,0
Всього	130,82	-	-	1391.9

Третій компонент балансу $\dot{Q}_3$ залежить від кількості охолоджувальних вентиляторів у контейнері. Передбачається, що 100 % вентиляторів електроенергії залишається в коробці і в остаточному підсумку перетворюється в тепло.

Випарники охолоджувальних коробок, в яких холодагент випаровується при температурі нижче $-2 \dots -4$ °C, періодично розморожується, використовуючи тепло. Частота та тривалість циклів розморожування залежать від інтенсивності заморозки та температури випару холодагенту. З використанням холодагенту в стані гарячого газу в режимі зворотного циркуляції та за допомогою електричних нагрівачів відомо два основних способи розморожування контейнерів. Для обчислень ми вибираємо менш енергозберігаючий метод, головним чином, використання обігрівачів, щоб запобігти штучному збільшенню частки Q .

Для розрахунку відповідного компоненту балансу, як показано в рівнянні (5.4), використовуємо рівняння, яке враховує ефективність розморожування η_{od} ,

$$\dot{Q}_4 = n P_{gz} (1 - \eta_{od}) \frac{\tau_{od}}{24}, \quad (5.4)$$

де n – кількість обігрівачів;

P_{gz} – електрична потужність конкретного нагрівача, Вт;

η_{od} – розморожування, $\eta_{od} = 0,25$;

τ_{od} – загальний час розморожування, години на добу.

Для того, щоб отримати значення зниження теплового навантаження в реальних умовах експлуатації контейнера, необхідно визначити температуру повітря в кожному ізолюваному проміжку. Для обраного прогалини це значення може бути визначено теплобалансом одиничного розриву, як показано в рівнянні (5.5):

$$\sum_1^2 \dot{Q}_c = \sum_1^4 \dot{Q}_s, \quad (5.5)$$

де $\sum_1^2 \dot{Q}_c$ – сума теплових потоків через ізоляцію двох сусідніх контейнерів;

$\Sigma_1^4 \dot{Q}_s$ – сума потоків тепла з навколишнього середовища через герметизацію, розташовану в кожному з чотирьох країв стінки контейнера. При розрахунку $\dot{Q}_s$, слід враховувати два потоки:

- потік, що йде безпосередньо через печатку, на увазі виділяючи його як багатошарову ізоляцію,
- потік поздовжньої теплопровідності в стінках сталевих контейнерів у частинах, що прилягають до герметичності до стіни.

Для того, щоб обчислювальна модель була достатньо акумульована, необхідно врахувати залежність коефіцієнта теплопровідності матеріалу ущільнювача від ступеня його деформації, що є дуже складним завданням через брак доступних результатів досліджень у цій галузі. Розробка таких моделей стане предметом нашого подальшого дослідження.

Результатами розрахунку може бути таке:

Подальший аналіз стосується наступних умов обслуговування контейнерів на майданчику зберігання:

- 40-футові контейнери, наповнені тим же продуктом (наприклад, морожена риба), перевозяться на тій же температурі - 20°C ,
- сервіс проводиться влітку, температура за межами = 20°C , як середня щоденна температура в морському порту Одеси в серпні,
- температура t_s однакова у всіх прогалах та середньому значенні температури t_k у контейнері та навколишнього середовища t_{ot} ; $t_s = 0^\circ \text{C}$,
- вибраний контейнер обладнаний трьома внутрішніми вентиляторами потужністю 250 Вт кожна.
- для розрахунку економії теплового балансу для холодильних контейнерів розглядається сховище у дворі та аналізуються два варіанти теплового балансу:
 - тепловий баланс без ізоляції проміжків між контейнерами;
 - тепловий баланс, використовуючи ущільнення між контейнерами.

Розрахунки проводились для кожних згаданих теплових потоків. Через поточну літературу рекомендується використовувати максимальне значення

глобального коефіцієнта теплопередачі в наближених розрахунках контейнерів. У відповідності з цими вимогами k_{max} дорівнює $0,4 \text{ Вт/м}^2 \text{ К}$.

Результати розрахунків $\dot{Q}_1$; відповідно, для окремих стін контейнера для випадків з проміжками та без них наведені в таблицях вище. Інші компоненти балансу однакові для порівняних варіантів.

На підставі припущень розрахункове значення $\dot{Q}_2$ досягає $129,3 \text{ Вт}$. Враховуючи, що вибраний холодильний контейнер обладнаний трьома внутрішніми вентиляторами (потужність кожного вентилятора становить 250 Вт), третій компонент балансу $\dot{Q}_3 = 3 \times 250 = 750 \text{ Вт}$. $\dot{Q}_4$ був розрахований з використанням рівняння (5.4). Результати розрахунку всіх компонентів теплообміну для двох аналізованих варіантів наведені в табл. 5.5:

Що стосується припущень, то для контейнера типу А, що працює в визначеному режимі, розрахункова ефективність енергії становить більше 23% . Для групи контейнерів, що зберігаються у двох шарах, як показано на малюнку 2, загальна економія складе від 15 до 16% (для 6 контейнерів) до 20 - 21% (для 12 контейнерів). Це означає, що зниження температури на один градус в проміжку між контейнерами призводить до зменшення споживання енергії в середньому на 1% .

Таблиця 5.5 – Розрахункові результати компонентів теплообміну для аналізу

Компоненти тепло-баланса	Тепловий потік у базовому варіанті (без ущільнень), Вт	Частка компонента в балансі (основний варіант), %	Тепловий потік в новому варіанті (з ущільненням), Вт	Частка компонента в балансі (новий варіант), %	Зниження навантаження, %
$\dot{Q}_1$	2118.2	67.8	1391.9	58.1	34.29
$\dot{Q}_2$	129.3	4.2	129.3	5.4	0
$\dot{Q}_3$	750,0	24,0	750,0	31.3	0
$\dot{Q}_4$	125,0	4.0	125,0	5.2	0
$\dot{Q}_\Sigma$	3122.5	100	2396.2	100	23.26

Менш сприятлива ситуація із застосуванням нових технологій відбувається, наприклад, у випадку транспортування бананів у 20-футовому контейнері при температурі $+13,0\text{ }^{\circ}\text{C}$. У такому випадку заощадження, пов'язані з пропускними ізоляцією, зменшаться до 5-6 %. Ця справа вимагатиме додаткового аналізу рентабельності нової технології до її реалізації.

З іншого боку, можна очікувати, що правильний вибір типу пломби та його розміщення призведе до стабілізації фактичної середньої температури в проміжку лише на $3-5\text{ }^{\circ}\text{C}$ вище, ніж у температурі всередині контейнерів. У цьому випадку, для аналізованих умов контейнерного обслуговування, сума заощаджень зросте до 35-40 %.

Для того, щоб отримати переваги, пропонується використовувати інноваційні технології, що включають в себе прогалини, ізолюючі від навколишнього повітря, за допомогою пружних смуг (ущільнень), встановлених по периметру кожної стіни сусідніх контейнерів.

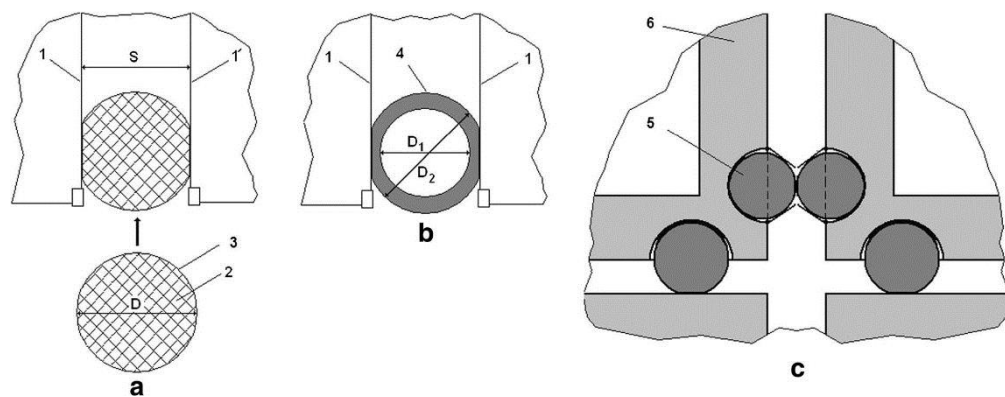


Рисунок 5.9 – Варіант ущільнювачів для охолоджувальних контейнерів

Позначення: а - ущільнювач у вигляді гнучкого пінного стрижня, б - ущільнення у вигляді гумової трубки та с - ущільнення як внутрішня надувна трубка як частина контейнера: 1 - контейнерна стінка, 2 - пінке ущільнення, 3 - гніздове покриття, 4 - гумові ущільнення, 5 - ти внутрішня надувна пломба, 6 - тактна ізоляція, D - діаметр і S - зазор між контейнерами

Для того, щоб закріпити розрив між контейнерами, можна було б реалізувати декілька рішень. На рис. 5.9 показані два варіанти таких рішень.

Смужка (ущільнення) може бути виготовлена як окремий елемент або група елементів, які встановлюються відразу ж після розміщення контейнерів поруч один з одним (рис. 5.9 а, б) або як додаткове обладнання контейнера (рис. 5.9 с).

5.3.2. Шляхи вирішення проблем експлуатації рефрижераторних контейнерів

Експериментальна перевірка описаної технології безпосередньо в порту є складним і дорогим процесом. Для його виконання необхідні затвердження та участь представників перевізника (або експедитора) та термінального оператора. Крім того, перед цим тестом слід провести порівняльний аналіз розрахункової ефективності різних варіантів використання печаток, який буде темою нашого подальшого дослідження. Тому сучасний етап розвитку техніки був перевірений на орієнтовну модель за допомогою тесту, проведеного в лабораторії з використанням чотирьох рефрижераторів (рис.5.10).



Рис. 5.10 – Встановлення об'єкта дослідження

Як об'єкти дослідження, використовувались чотири порожніх аналогічно закріплених термоелектричних холодильників Ravanson LK-48, кожен з об'ємом 48 л. Холодильники були поставлені на стіл, як холодильні контейнери

в приміщенні для зберігання. Аналіз проводився для одного централізованого холодильника, так званого контрольованого холодильника. Дві холодильники були перетворені в джерело живлення постійного струму, а термостати інших камер були настроєні для безперервної роботи та встановлення аналогічної температури усередині всіх холодильників [49].

Такий тип холодильників був обраний з таких причин:

- безперервна робота пристрою відповідає Режиму охолоджувального контейнера, в якому t° усередині підтримується з точністю $+0,1..+0,3$ К,
- корпус холодильників, включаючи дверні петлі де знак, дозволяє встановити їх на відстань 12-16 мм ширина цього проміжку становить 3-4 % від ширини холодильника, тобто аналогічна відповідному показнику для контейнера з охолодженим контейнером,
- наявність моделей.

Необхідно звернути увагу на той факт, що існують очевидні відмінності в розмірах охолоджуваних контейнерів і окремих холодильників. Холодильник в кілька разів коротший за контейнер, що означає, що частка бічних стін, даху та підлоги значно менша. Тим не менш, спробуємо оцінити ефект прозорості теплоізоляції між холодильниками, аналізуючи роботу контрольованого холодильника.

Поверхні боковин і даху керованого холодильника АТОР буде ізолюваний від навколишнього середовища з допомогою ущільнень між холодильниками, що стоять поруч з ним і вище.

На підставі даних, наведених у табл. 5.6, можна зробити висновок, що частка рефрижераторної теплообмінної смуги, виділеної з навколишнього середовища, становить 48 %, тоді як в контейнері ця величина досягає 69,4 %, тобто майже 1,5 рази більше. Але в холодильнику два з чотирьох компонентів теплового балансу контейнера, називаються $\dot{Q}_2$ і $\dot{Q}_4$, не відбуваються; Крім того, компонент $\dot{Q}_3$ досягає приблизно 1 Вт, тобто він не перевищує 3-5 % компонента $\dot{Q}_1$. Тому можна стверджувати, що співвідношення розмірів може не мати вирішального впливу на результат порівняльного дослідження.

Таблиця 5.6. – Вибрані параметри холодильника типу Ravanson LK-48

Площа теплообміну, m^2	Зовнішня, F_z	Внутрішня,* F_w	Розраховане (середнє геометричне), F	Частка вибраної поверхні у загальній поверхні, %
Бокова	2x0.185	2x0.129	0.310	33
Дах	0.166	0.112	0.136	15
Підлога	0.166	0.112	0.136	15
Двері, задня сторона	2 x 0.207	2x0.149	0.352	37
Всього			0.934	100

* Глибина холодильного агрегату становить 80 мм

Розглянемо інші розбіжності. Термоелектричний холодильник здатний досягти різниці температур між середовищем та камерою близько 15-20 К. У нашому випадку вона становить близько 16 К. Для аналізованих холодильних контейнерів різниця може досягати 40 К. Отже, в запланованому експерименті позитивний ефект проміжків ізоляції буде значно нижчим.

Вентилятор використовується для імітації реальних умов, як у майні зберігання. Його ефективність достатня для випуску слабкого або помірного повітря, але це обмежує порівнянність моделі з реальними умовами.

Беручи до уваги, що визначення цільової кількісної кореляції результатів, отриманих моделлю розрахунку та експерименту, не була метою даного дослідження; без жодних сумнівів можна стверджувати, що результат експерименту складе невелику частину (нижче 30 %) реальних заощаджень.

Дослідження проводилося за п'ятьма варіантами виконання операцій холодильників:

- 0) один холодильник;
- 1) набір з чотирьох холодильників без пропусків ізоляції та без приточного повітря;

2) набір з чотирьох холодильників з пробілами ізоляції та без приточного повітря;

3) набір з чотирьох холодильників без пробілів ізоляції та штучного повітряного потоку (віртуальне моделювання);

4) набір з чотирьох холодильників з пробілами ізоляції та штучним повітряним потоком.

Метою дослідження було визначити відмінності між п'ятьма аналізованими варіантами роботи холодильників з точки зору температури всередині контрольованого холодильника та температури в проміжках та споживанні енергії. Для кожного представленого варіанта експеримент повторювали тричі, потім результати усереднювались.

Під час випробувань вимірювали наступні параметри:

- температура в усіх камерах, температура навколишнього середовища, температура гарячого (зовнішнього) радіатора в контрольованому холодильнику та температура повітря в проміжках між холодильниками в нижньому шарі;

- електричні параметри джерела живлення холодильників, включаючи електричний струм та напругу для випадку змінного та постійного струму, споживання енергії та електроенергії тощо;

- швидкість повітря у вибраних вимірювальних точках;

- час (під час початкового етапу читання даних здійснювалося кожні 5 хв., у фіксованому режимі кожні 15 хв.).

Для вимірювання вищезазначених параметрів було використано таке обладнання:

- два 8-канальних вимірювача температури типу AR205, з'єднані з термопари типу J (рис.5.11 а). Дозвіл пристрою на закупівлю температури досягає 0,1 К;

- два електронних багатофункціональних лічильника електроенергії постійного струму типу FRER C15UCL (рис.5.11 b);

- два електронні багатофункціональні прилади обліку електроенергії типу AC Energy Logger 3500 (рис. 5.11 с).

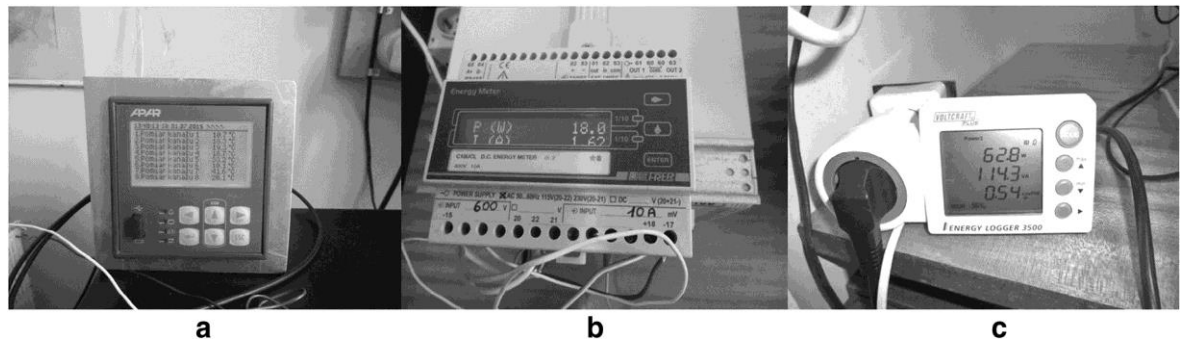


Рис. 5.11 – Системи моніторингу пристроїв

Обзначення: а - вимірювач температури, б - електронний багатофункціональний вимірювач потужності DC, с - електронні багатофункціональні лічильники електроенергії AC.

Всі вимірювання проводились відповідно до рекомендацій наступних стандартів: PN-91-75051, PN-EN ISO 7371 для холодильників з кліматичним класом N, EN ISO 8561: 1995 + A1: 1997 та PN-EN ISO 62552: 2013-07.

Перевірка вимірювання температури проводилась за допомогою цифрових температурних пристроїв: 10-канальний ЦР7701-02, що працює з термопари типу L, та одноканальний ЦР7702, що співпрацюють з терморезистором зі стандартним опором 50 Ом обидва У пристроях клас точності 0,05 для вимірювання температури 0,1 К. Електроживлення двох холодильників з постійним струмом здійснювалося пристроєм типу D3010. Тришвидкісний тип вентилятора HB DF 3001 забезпечує рух повітря. Температурна стабільність у лабораторії була забезпечена кондиціонером Sanyo модель SAP KR (CR) 127ENAX.

Швидкість повітря (для варіантів 4 та 5) вимірювалася у дев'яти точках за допомогою анемометра CHY361, включаючи 1-метрову відстань від вентилятора, в контрольованих дверях холодильника і в проміжках. Схеми

систем моніторингу, які вказують на положення датчиків температури та точок вимірювання швидкості повітря, показані на рис. 5.12:

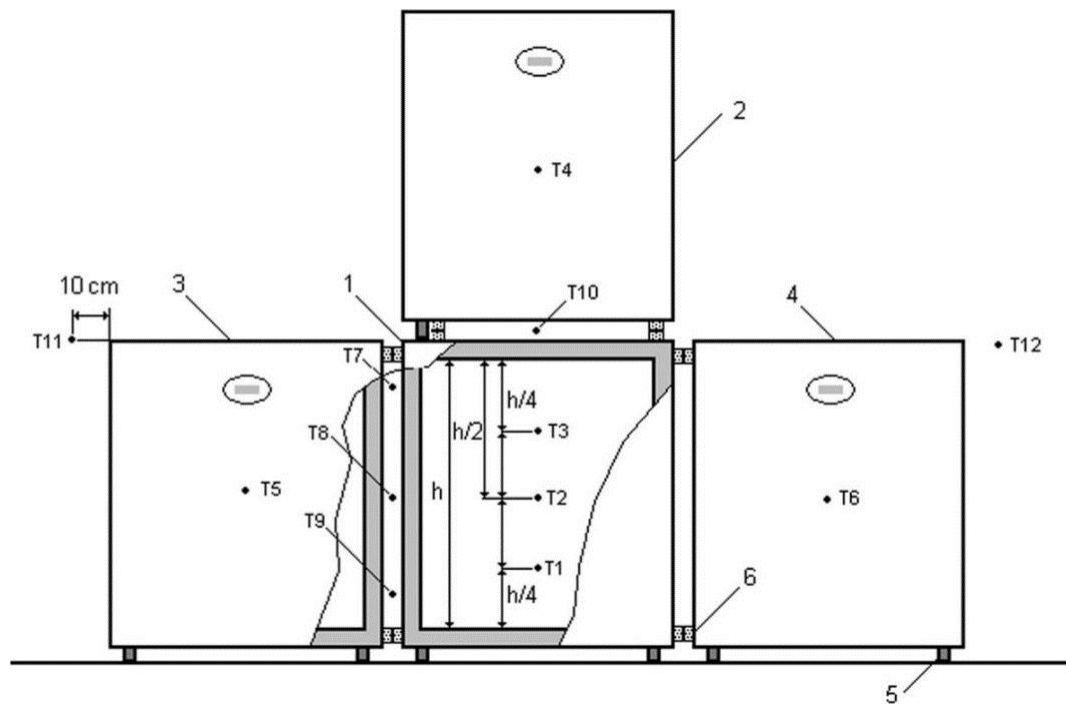


Рисунок 5.12 – Схема системи моніторингу вимірювання температури
 Обозначення: 1-контрольований холодильник, 2-4 - суміжні холодильники, 5-ступенева холодильна машина, 6-резинові ущільнення, зонди температури T1-T3, встановлені всередині контрольованої камери, температурні зонди T4-T6, встановлені в геометричному центрі суміжних холодильників, температурних зондів T7-T9 всередині ізолюваного вертикального щілини, зонда температури T10 в геометричному центрі ізолюваного горизонтального щілини T11 та T12- температурні зонди для вимірювання зовнішньої температури та висоти h -камери.

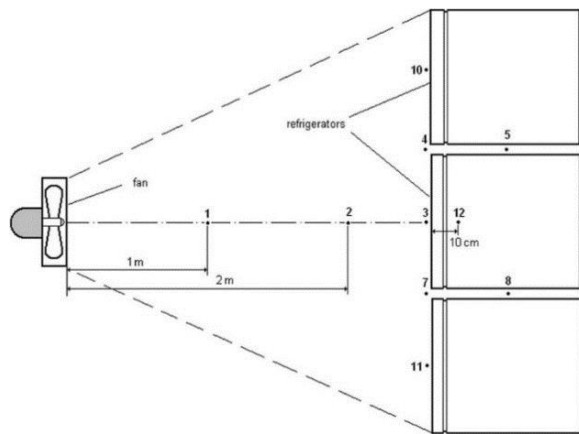


Рис. 5.13 – Схема системи моніторингу для вимірювання швидкості повітря (вид зверху)

Обозначення: точки вимірювання швидкості повітря 1-11, розташовані у середній висоті холодильників та точці вимірювання швидкості 12, розташований на відстані 5 см над верхньою поверхнею холодильника.

Після проведення випробувань без утеплення проміжків між холодильниками бічні стінки були ізолювані з обох боків з D-образними ущільненнями віконної гуми розміром 13 x 10 мм (рис. 5.14). Ізоляція проміжків між нижніми та верхніми холодильниками проводилася за допомогою гумової кришки.



Рис. 5.14 – Бокові стінки холодильників з резиновими ущільненнями

Всі експерименти проводились при постійній температурі навколишнього середовища $25 \pm 0,3$ ° С. Флуктуації температури навколишнього середовища були розглянуті шляхом розрахунку різниці температур між середовищем та середньою температурою в камері (табл. 5.7, колонка 3).

Таблиця 5.7 – Вибрані результати експериментальних досліджень при температурі навколишнього середовища 25°C

Варіанти умов холодильників, що працюють	Середня температура в камері, °C	Відмінність температури між середовищем та камерою, К	Середня потужність споживання, Вт	Середнє зниження температури повітря в проміжках *, К	Оціночне скорочення споживання енергії, %
1	10.2	14.8	62.3	-	-
2	9.4	15.8	61.6	0.2	4
3**	9.0	16.2	61.4	1.4	6.4
4	9.2	15.9	61.3	0	4.4
5**	8.6	16.7	61.0	1.8	7.6

* Відносно температури навколишнього середовища

** Варіанти з ізольованими зазорами

Під час виконання експерименту для варіантів 2 та 4 температура всередині камер холодильників, що оточують контрольований холодильник, не більше, ніж 1 К від середньої температури в камері контрольованого холодильника (колонка 2 табл. 5.7). Для варіантів 3 та 5 однакова температура зберігалася у всіх камерах.

Значне зниження температури в камері контрольованого холодильника, оточеного холодильниками зі схожою внутрішньою температурою, порівняно з вільним холодильником. У варіантах 2 і 4, тобто без прокладки ізоляції, це зменшення приблизно 1 К, а в варіантах 3 та 5 з ізольованими зазорами: близько 1,4-1,9 К.

Експериментально підтверджено позитивний ефект пропускнуої ізоляції між холодильними установками; однак, вона не була такою значною, як розрахована. Це пояснюється головним чином тим, що викид теплого повітря в

термоелектричний холодильник відбувається у бічних боках, але в контейнерах - перпендикулярно до фронтальної площини контейнера. Потік теплого повітря, що залишає радіатор термоелектричного холодильника (його температура в середньому на 10 К вище температури навколишнього середовища) стикається з потоком повітря холодильника, що стоїть поряд з ним. Як наслідок, частина загального потоку впливає на бічні стінки обох холодильників, зменшуючи позитивний ефект прокладки ізоляції.

Позитивний ефект проникнення ізоляції підтверджується зменшенням середньої температури в камері в умовах відсутності стабілізації. Дані літератури, показують, що кожен ступінь зниження температури в холодильній камері в діапазоні температур від +10 °C до -30 °C поглинає в середньому 4 % додаткового споживання енергії. Експериментальні дослідження вказують на наявний, але слабкий вплив руху повітря на ефективність ізоляційного розчину проміжків. Кінцеві висновки щодо впливу вітру на енергозбереження при впровадженні нових технологій можуть бути зроблені на основі досліджень, проведених на реальному об'єкті.

Тим не менше, досягнуті експериментальні результати доводять існування позитивного ефекту прокладки ізоляції між контейнерами, що зберігаються на подвір'ї. Припускаючи, що зниження енергоспоживання пропорційно різниці температур між середовищем та камеру, можна розрахувати, що при різниці температур 40 К скорочення споживання енергії досягне 18,2 %.

5.3.3. Перспективи впровадження інноваційних технологій в практику перевезень

Приведемо концепцію нового інноваційного енергозберігаючого підходу, який буде розроблений в майбутньому. Впровадження описаної нової технології може відбуватися під час різних ланок ланцюга постачання рефрижераторних контейнерів (морські та сухі порти, контейнеровози,

інтермодальні термінали, логістичні центри тощо). Його найбільш ефективно використання, як видається, є як у малих і великих морських портах (наприклад, Роттердамі, Гамбурзі, Лос-Анджелесі, Гонконгу), так і в перспективі на судах, особливо на великих відстанях, наприклад, на таких маршрутах, як Південна Америка та Китай Північна Європа. Це може розглядатися як спосіб зменшення енергоспоживання. Експериментування проводилися з кількома невеликими морськими портами, що показало, що контейнерні термінали зацікавлені в зменшенні споживання енергії. Тому впровадження цієї технології може стати частиною енергозбереження портів / контейнерних терміналів та / або стратегії розвитку інновацій.

Важливо зазначити, що контейнери, що зберігаються в терміналі порту або на судах, піддаються дії сонячної радіації. Очищення проміжків між боковими стінками та покриттям / покриттям суміжних контейнерів не змінює того факту, що двері та задня частина піддаються такому випромінюванню, яке поглинається металевими поверхнями, переносяться теплопровідністю в металевому листі. Вона згодом обмінює тепло з повітрям всередині та за межами холодильних камер суміжних контейнерів. Крім того, температура всередині та зовнішніх контейнерів впливає на теплообмін. Тепловий потік може бути проаналізовано в майбутньому.

Ущільнення, що використовуються для прокладки ізоляції, можуть бути виготовлені з різних матеріалів, наприклад, гумових або еластичних поліестерів, можуть бути застосовані надувні трубні системи, можуть застосовуватися фіксовані або видалені розчини. Кожне рішення має свої переваги та недоліки, які слід вивчити більш докладно.

Впровадження проміжної ізоляції між контейнерами у морських портах та на судах може здійснюватися різними шляхами, наприклад, це може базуватися на з використанням інформаційних технологій. Незважаючи на це, впровадження нових технологій викликає запитання: - як організувати процес впровадження нових технологій у морському порту? - яке рішення для ізоляції буде більш ефективним? Розуміло, що для того, щоб відповісти на ці запитання,

слід продовжити представлене концептуальне дослідження та провести експериментальну перевірку справжніх контейнерів на терміналі.

Технологія базується на утепленні проміжків між сусідніми контейнерами з середовища, що використовує еластичні ущільнення. Використання нової технології може суттєво зменшити споживання енергії рефрижераторних контейнерів, не втручаючись в конструкцію контейнера або холодильного агрегату і не змінюючи режим його роботи.

Попередні дослідження та проведені розрахунки показують, що максимальний рівень зниження споживання енергії контейнерами з аналізованої групи А становить 35-40 %. Для обраного випадку економія досягнута більш ніж на 23 %. Визначено кількісну кореляцію між температурою повітря в ізольованих проміжках та зменшенням споживання енергії.

Експериментальна перевірка технології була виконана на прикладі моделі в лабораторії . Мета експерименту полягала у перевірці та підтвердженні того факту, що ізоляція проміжків призводить до зниження температури усередині розкритого розриву, що дозволяє зменшити споживання енергії. Тести та порівняльний аналіз обґрунтували існування позитивного ефекту запропонованої технології. Виміряне зменшення споживання енергії склало 7,6 %. Що стосується цього, то можна стверджувати, що ефективність цієї технології значною мірою залежить від герметичності ущільнювачів, і наслідки ізоляції прогалин будуть більшими, більше контейнерів буде на контейнерному терміналі.

Отримані результати вказують на необхідність подальшої роботи, зокрема розробку модуля теплопередачі в ізольованому проміжку, підбір найбільш ефективних методів їх монтажу. Більш того, тема майбутніх досліджень охоплюватиме визначення граничних умов економічної ефективності впровадження нових технологій з урахуванням часу зберігання контейнерів на складі або під час перевезення. Кінцевою метою є реалізація запропонованої технології в портах та на судах.

РОЗДІЛ 6

РОЗРАХУНОК ЕКОНОМІЧНИХ ПОКАЗНИКІВ РОБОТИ СУДНА В РЕЙСІ

6.1. Сучасні тенденції у розвитку фрахтового ринку контейнерного тоннажу

Сучасні тенденції розвитку світової економіки характеризуються постійним розширенням господарських зв'язків та міжнародної економічної кооперації. Тому пріоритетним напрямом у політиці розвинутих країн стали інтеграційні процеси, що передбачає створення умов для вільного переміщення товарів, послуг, капіталів, робочої сили. Це обумовлює постійне зростання транснаціональних потоків. Для багатьох держав перевезення вантажів стало важливим джерелом експорту послуг, валютних надходжень до бюджету, створення додаткових робочих місць.

Враховуючи сучасні тенденції у розвитку міжнародного вантажообігу, а точніше збільшення розмірів партії вантажу, що перевозиться морським транспортом, стає актуальним питання потреби в виконанні цих перевезень за допомогою використання контейнеровозів. Це призводить до виникнення проблеми, яка пов'язана з обробкою цих суден в портах України.

Контейнерні перевезення інтенсивне розвивались до кризи, що вибухнула у другій половині 2008 року, і призвела до значного економічного спаду. Але с 2010 року ринок оживився і почалося введення суден в експлуатацію та перевезення ними вантажів. Великі компанії для скорочення витрат почали створювати судна-гіганти, які спроможні перевезти вже 24000 контейнерів. Одним з перспективних напрямків є напрямок Азія-Європа.

Такі обсяги товарообміну вимагають транспортного обслуговування, і тут виявляються всі переваги морських контейнерних перевезень: низька в порівнянні з більшістю інших видів транспорту собівартість перевезень; велика

вантажопідйомність морських суден дозволяє перевозити значні партії вантажу; необмежена пропускна здатність морських шляхів; обмежена тільки пропускна здатність портів і каналів; і тому подібне.

Будова нових контейнеровозів створює значні труднощі в їх обробці і потребує більш ретельного нагляду, але дає більші прибутки в порівнянні з іншими суднами. Тому ми виконали порівняльний аналіз роботи різної місткості та їх раціонального використання.

Сьогодні судноплавні компанії, надаючи своїй клієнтурі гнучкі та ефективні послуги, прагнуть отримати при цьому максимальний рівень прибутку. У зв'язку з цим актуальним є пошук резервів зниження собівартості перевезень. Найбільш ефективним в сучасних умовах є зниження собівартості перевезень вантажів за рахунок ефекту масштабу. Тому більшість перевізників використовують великотоннажні судна і прагнуть забезпечити їх максимальне завантаження, що дозволяє скоротити експлуатаційні витрати. Величина цієї економії залежить як від розміру судна, рівня його завантаження, так і від відстані перевезення.

Зростання економії від ефекту масштабу в лінійному судноплаванні викликано підвищенням продуктивності в галузі, змінами в регулюванні, і розширенням географії торгових потоків.

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 судової документації при роботі на переддипломній практиці, з довідкових матеріалів кафедри М і ЕМТ НУОМА, прейскурантів, тарифів та ін. Вихідні дані рейсу т/х “SEASPAN BREEZE” з порту Сінгапур в порт Нінбо (Китай) показані в табл. 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 “Seaspan Breeze”	D_w	тон	119277,5
2	Запаси на початок рейсу	G_p	тон	1327,16
3	Відстань між портами	L	милі	2088,74
4	Кількість навантаженого вантажу: контейнери	$\Sigma Q_{шт}$	шт	4951
5	Фрахтова ставка за 1 шт вантажу	f_1	\$/шт	300
6	Норми навантаження вантажу	$M_{ван}$	шт/ доб.	3000
7	Норми вивантаження вантажу	$M_{вив}$	шт/ доб.	2800
8	Експлуатаційна швидкість	v	екс. вузли	18,5
9	Швидкість в каналах, вузкостях	v	кан. вуз.	10,0
10	Добова витрата палива на ходу: важке	q^6_x	тон/доб	170,5
	Добова витрата палива на стоянці: легке	$q_{ст}$	тон/доб	2,3
11	Ціна 1 тони палива: важке	C_v	\$/т	420
	легке	C_l	\$/т	580
12	Балансова вартість судна	$C_{бал}$	\$	29819375
13	Річна норма амортизації	Ha	%	10
14	Позаексплуатаційний час	T_{ze}	діб.	15
15	Чисельність екіпажу	$Ч_{ек}$	чол.	23
16	Час затримки в дорозі	$t_{зат}$	доб.	0,2
17	Додатковий час в портах стоянки	$t_{дод}$	год.	0,1
18	Заробітна платня	$R_{зн}$	\$/доб	3100

Продовження табл.6.1

1	2	3	4	5
19	Витрати на технічне постачання	$R_{т.пос}$	\$/доб	500
20	Навігаційні витрати	$R_{нав}$	\$/доб	300
21	Портові збори	$R_{порт}$	\$	74800
22	Агентування суден	$R_{аг}$	\$/доб	300
23	Витрати на страхування судна	$R_{стр}$	\$/доб	420
24	Витрати на ремонт	$C_{рем}$	\$/мр.п.	1500000
25	Вартість одного доковання	$C_{док}$	\$	100000

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

1. Розраховуємо чисту вантажопідйомність судна:

$$D_q = D_w - G_{зан}, \quad (6.1)$$

$$D_q = 119277,5 - 1327,16 = 117950,3 \text{ т}$$

2. Розраховуємо експлуатаційний період роботи судна:

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

де T_k - календарний період, приймаємо 365 діб;

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

3. Розраховуємо час рейсу:

- ходовий час:

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

$$t_x = 2088,74 / (18,5 \times 24) + 0,2 = 4,9 \text{ діб}$$

- СТОЯНКОВИЙ час:

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

$$t_{cm} = 4951 / 3000 + 4951 / 2800 + 0,1 = 3,5 \text{ діб.}$$

- час рейсу складе:

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

$$t_p = 4,9 + 3,5 = 8,4 \text{ діб}$$

4. Розрахуємо провізну спроможність судна:

- зроблено шт-миль за рейс:

$$\Sigma QL = 4951 \times 3404,9 = 16857660 \text{ шт-миль/рейс}$$

- зроблено тоннаже-миль за рейс:

$$\Sigma D_{\text{ч}} L = 117950,3 \times 3404,9 = 401608976 \text{ тоннаже-миль/рейс}$$

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

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

$$\Sigma F_{\text{рейс}} = 4951 \times 300 = 1485300 \text{ \$/рейс}$$

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

Постійні експлуатаційні витрати судна за добу розраховуємо за формулою:

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

- витрати на заробітну плату ($R_{\text{зн}}$) 3100 \$/добу;

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

$$R_{хар} = Ч_{ек} \cdot n_{хар} \quad (6.8)$$

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

$$R_{хар} = 23 \times 12 = 276 \text{ $/добу};$$

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

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

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

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

$$R_{рем} = ((100000 + 1500000) / 5) / 350 = 914 \text{ $/добу}$$

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

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

$$R_{ам} = (29819375 \times 0,1) / 350 = 8520 \text{ $/добу};$$

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

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

де $H_{сн}$ - норма постачання;

$$R_{сн} = (29819375 \times 0,02) / 350 = 1704 \text{ $/добу};$$

- витрати на технічне постачання ($R_{т.нос.}$) 500 \$/добу;

- навігаційні витрати, \$/добу ($R_{нав}$) 300 \$/добу;

- портові збори ($R_{порт}$) 74800 \$/рейс;

- витрати з агентування (R_{ag}) 300 \$/добу;
- витрати на страхування ($R_{стр}$) 420 \$/добу.

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

$$R_{екс} = 3100 + 276 + 914 + 8520 + 1704 + 500 + 300 + 74800 / 8,4 + 300 + 420 = 24939 \text{ $/ добу}$$

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 %.

$$R_{кос.} = 24939 \times 0,02 = 499 \text{ $/добу}$$

8. Знаходимо загальні постійні експлуатаційні витрати судна за добу:

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

$$R_{заг} = 24939 + 499 = 25438 \text{ $/добу}$$

9. Знаходимо загальні постійні експлуатаційні витрати судна за рейс:

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

$$\Sigma R_{заг.екс} = 25438 \times 8,4 = 213679 \text{ $/рейс}$$

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

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

$$R_x^e = k_{см} \cdot q_x \cdot Ц_e \quad (6.15)$$

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

$$R_x^s = 1,1 \times 170,5 \times 420 = 78771 \text{ \$/ добу}$$

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

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

$$R_{cm}^n = 1,1 \times 2,3 \times 580 = 1467 \text{ \$/ добу}$$

- витрати на паливо і мастильні матеріали витрати за рейс:

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

$$\Sigma R_{nep} = 78771 \times 4,9 + 1467 \times 3,5 = 391113 \text{ \$/рейс}$$

11. Знаходимо загальні витрати судна за рейс:

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

$$\Sigma R_{рейс} = 213679 + 391113 = 604792 \text{ \$/рейс}$$

12. Знаходимо прибуток судна за рейс:

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

$$\Sigma \Pi_{рейс} = 1485300 - 604792 = 880508 \text{ \$/рейс}$$

Прибуток судна т/х “Seaspan Breeze” з порту Сінгапур в порт Нінбо (Китай) з вантажем контейнери за рейс склав 880508 \\$/рейс.

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

1. Коефіцієнт використання календарного періоду:

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

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

2. Середньодобова експлуатаційна швидкість:

$$V_{cp.} = \frac{L}{t_x}, \quad (6.21)$$

$$V_{cp} = 3404,9 / 4,9 = 695$$

3. Коефіцієнт ходового часу:

$$\varepsilon_x = \frac{t_x}{t_p}; \quad (6.22)$$

$$\varepsilon_x = 4,9 / 8,4 = 0,583$$

4. Продуктивність однієї тони вантажопідйомності судна в добу експлуатації:

$$\mu_6 = \alpha_3 \cdot V_{cp.} \cdot \varepsilon_x, \quad (6.23)$$

$$\mu_6 = 0,986 \times 695 \times 0,583 = 399,51$$

5. Валова прибутковість одних судно-днів:

$$\mu = \Sigma F_{рейс} / t_p, \quad (6.24)$$

$$\mu = 1485300 / 8,4 = 176821 \text{ \$ / добу}$$

6. Собівартість перевезення однієї тони вантажу в рейсі:

$$S_{um} = \Sigma R_{рейс} / \Sigma Q, \quad (6.25)$$

$$S_{шт} = 604792 / 4951 = 122,16 \text{ \$/шт}$$

7. Собівартість 1 тонно-милі в рейсі:

$$S_{шт-м} = \Sigma R_{рейс} / \Sigma QI, \quad (6.26)$$

$$S_{шт-м} = 604792 / 16857660 = 0,0358764 \text{ \$/шт-м}$$

8. Собівартість утримання судна в добу експлуатації:

$$S_{с-д} = \Sigma R_{рейс} / t_p \quad (6.27)$$

$$S_{с-д} = 604792 / 8,4 = 71999 \text{ \$/ доба.екс}$$

10. Рівень дохідності являє відношення доходів до витрат:

$$PF = \Sigma F_{рейс} / \Sigma R_{рейс} \quad (6.28)$$

$$PF = 1485300 / 604792 = 2,46$$

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 [51]:

1. Число рейсів за експлуатаційний період:

$$Ч_p = T_{екс} / t_p \quad (6.29)$$

$$\mathcal{C}_p = 350 / 8,4 = 41,67$$

2. Обсяг перевезеного вантажу за експлуатаційний період:

$$\Sigma Q_{\text{екс}} = \Sigma Q \mathcal{C}_p \quad (6.30)$$

$$\Sigma Q_{\text{екс}} = 4951 \times 41,67 = 206308 \text{ шт} / \text{рік}$$

3. Обсяг транспортної роботи за експлуатаційний:

$$\Sigma Ql_{\text{екс}} = \Sigma Ql \mathcal{C}_p \quad (6.31)$$

$$\Sigma Ql_{\text{екс}} = 16857660 \times 41,67 = 702458692 \text{ шт-миль} / \text{рік}$$

4. Дохід за експлуатаційний період:

$$\Sigma F_{\text{екс}} = \Sigma F_{\text{рейс}} \mathcal{C}_p \quad (6.32)$$

$$\Sigma F_{\text{екс}} = 1485300 \times 41,67 = 61892451 \text{ \$} / \text{рік}$$

5. Загальні витрати судна за експлуатаційний період:

$$\Sigma R_{\text{екс}} = R_{\text{рейс}} \mathcal{C}_p \quad (6.33)$$

$$\Sigma R_{\text{екс}} = 604792 \times 41,67 = 25201683 \text{ \$} / \text{рік}$$

6. Прибуток судна за експлуатаційний період:

$$\Sigma \Pi = \Pi_p \mathcal{C}_p \quad (6.34)$$

$$\Sigma \Pi = 880508 \times 41,67 = 36690768 \text{ \$} / \text{рік}$$

7. Рівень дохідності роботи судна за експлуатаційний період:

$$\Sigma PF = \Sigma F_{екс} / \Sigma R_{екс} \quad (6.35)$$

$$PF = 61892451 / 25201683 = 2,46$$

Для оцінки ефективності виконаного рейсу і роботи судна за експлуатаційний період представимо розрахункові дані в табл. 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	\$	1485300
2	Затрати загальні	R	\$	604792
3	Прибуток	Π	\$	880508
4	Коефіцієнт ходового часу	ε_x		0,583
5	Середньодобова експлуатаційна швидкість	V_{cp}	милі/доб	695
6	Дохідність судна	μ	\$/ доб	176821
7	Рівень дохідності	PF		2,46
8	Собівартість перевезення 1 шт вантажу	$S_{шт}$	\$/шт	122,16
9	Собівартість 1 шт-милі	$S_{шт-м}$	\$/шт-м	0,0358764
10	Собівартість утримання судна за добу експлуатації	$S\$_{c-\partial}$	\$/доб.	71999

Висновок: В результаті проведених розрахунків, наведених у табл. 6.2. слід зазначити, що виконаний рейс є прибутковим. Рівень дохідності 2,46,

прибуток 880508 \$ за рейс, а за експлуатаційний період прибуток складе 36690768 \$.

Судно m/v “SEASPAN BREEZE” 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)

Судно-контейнеровоз “SEASPAN BREEZE” очікує дозволу на вхід в порт Мумбаї (Індія). Отримано повідомлення про вибух в порту на території перевантажувального комплексу аміаку. Внаслідок вибуху сталося руйнування ємності з зрідженим газом та розлив аміаку, котрий є сильнодіючою отруйною речовиною (СДОР). Кількість розлитої СДОР – 550 т, характер розливу – «в піддон». Висота піддону – 0,5 м.

Метеорологічні умови на момент аварії: час доби – день, 16.00, температура повітря 20⁰, швидкість вітру 5 м/с, вітер – зустрічний, суцільна хмарність. Відстань від судна до місця аварії – 2 км. Від судна до місця аварії – водяна поверхня, відкрита місцевість.

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

Визначити стандартні робочі процедури при отриманні повідомлення про виявлення на території портової споруди, взаємодіючого з судном, вибухового пристрою.

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 «Охоронні заходи і цивільна оборона на судні» дипломних робіт).

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 ступень вертикальної стійкості повітря — ізотермія.

Таблиця 7.1 – Визначення ступеня вертикальної стійкості повітря за прогнозом погоди

Швидкіст вітру, м/с	Час доби					
	день			ніч		
	Наявність хмарності					
	відсутня	середня	суцільна	відсутня	середня	суцільна
0.5	конвекція	конвекція	ізотермія	інверсія	інверсія	ізотермі
0.6 - 2.0	конвекція	конвекція	ізотермія	інверсія	інверсія	ізотермі
2.1 - 4.0	конвекція	ізотермія	ізотермія	ізотермія	ізотермія	ізотермі
➤ 4.0	ізотермія	ізотермія	ізотермія	ізотермія	ізотермія	ізотермі

2) Розрахунок еквівалентної кількості СДОР у первинній хмарі

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

Еквівалентна кількість $Q_{\text{э1}}$ (т) розраховується за наступною формулою та за допомогою табл. 7.2:

$$Q_{\text{э1}} = K_1 \cdot K_3 \cdot K_5 \cdot K_7^1 \cdot Q_0 \quad (7.1)$$

$$Q_{\text{э1}} = 0,01 \cdot 0,04 \cdot 0,23 \cdot 1 \cdot 550 = 0,05 \text{ (т)} \quad (7.2)$$

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

Площа розливу S_p (м²) аміаку дорівнює:

$$S_p = \frac{V_p}{h} = \frac{Q_0 / \rho}{h} = \frac{550 / 0,681}{0,3} = 2692 \text{ м}^2,$$

Оскільки характер розливу СДОР «в піддон», то :

$$H = H - 0,2 = 0,5 - 0,2 = 0,3 \text{ м}$$

де H – висота піддону, V_p – об'єм аміаку, що розлився, м³;

$Q_0 = 550$ т – кількість аміаку, що розлився при аварії;

$\rho = 0,681$ т/м³ – щільність аміаку (табл. 7.2);

$h = 0,3$ м – товщина шару аміаку.

Таблиця 7.2 – Характеристики СДОР і значення допоміжних коефіцієнтів

Найменування СДОР	Швидкість СДОР, т / м³		Температура кипіння, °С	Порогова токсодоза мг·хв/л	Значення допоміжних коефіцієнтів							
	Газ	Рідина			К ₁	К ₂	К ₃	К ₇ для температури повітря (°С)				
								- 40	-20	0	20	40
Аміак	0,0008	0,681	-33,4	15	0,01	0,025	0,04	0,9	1	1	1	1

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

Розраховуємо тривалість вражаючої дії T (год) аміаку:

$$T = \frac{h \cdot \rho}{K_2 \cdot K_4 \cdot K_7} + \frac{1}{K_M \cdot V_{II}} = \frac{0,3 \cdot 0,681}{0,025 \cdot 2,34 \cdot 1} + \frac{1}{1 \cdot 29} = 3,49 + 0,0345 = 3,53 \text{ год (7.4)}$$

де: $K_2 = 0,025$ – коефіцієнт, що залежить від фізико-хімічних властивостей аміаку (табл. 7.2);

$K_4 = 2,34$ – коефіцієнт, що враховує швидкість вітру (табл. 7.3);

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

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

$V_{\Pi} = 29$ км/год – швидкість перенесення переднього фронту хмари зараженого повітря (табл. 7.5).

Таблиця 7.3 – Значення коефіцієнту K_4 залежно від швидкості вітру

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

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_{Π} 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
Інверсія	5	10	16	21	-	-	-	-	-	-
Ізотермія	6	12	18	24	29	35	41	47	53	59
Конвекція	7	14	21	28						

Розраховуємо еквівалентну кількість аміаку $Q_{\Sigma 2}$ (т) у вторинній хмарі:

$$Q_{\Sigma 2} = (1-K_1) \cdot K_2 \cdot K_3 \cdot K_4 \cdot K_5 \cdot K_6 \cdot K_7^{\text{II}} \cdot \frac{Q_0}{h \cdot p} =$$

$$= (1-0,01) \cdot 0,025 \cdot 0,04 \cdot 2,34 \cdot 0,23 \cdot 1 \cdot 1 \cdot \frac{550}{0,3 \cdot 0,681} = 0,000533 \cdot 2692,1 = 1,43 \text{ т} \quad (7.5)$$

де: $K_1 = 0,01$ – коефіцієнт, що залежить від умов зберігання СДОР (табл. 7.2);

$K_3 = 0,04$ – коефіцієнт, що дорівнює відношенню порогової токсодози фосгену до порогової токсодози аміаку (табл. 7.2);

$K_5 = 0,23$ – коефіцієнт, який враховує ступень вертикальної стійкості повітря для ізотермії (для інверсії приймається рівним 1, для ізотермії - 0,23, для конвекції – 0,08);

$K_6 = 1$, так як $T = 1$ год.

4) Визначення глибини і площі зони зараження

Глибину зони зараження первинною (вторинною) хмарию СДОР при аваріях на технологічних емкостях, сховищах і транспорті визначаємо за допомогою таблиці 7.6.

Таблиця 7.6 – Глибина (км) зони зараження

Швидкіс 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

Значення первинної хмари $Q_{\Sigma 1} = 0,05$ т та швидкості вітру $u = 5$ м/с глибина зони зараження буде дорівнювати: $G_1 = 0,38$ км.

Для $Q_{32} = 1,43$ т та швидкості вітру $u = 5$ м/с визначаємо глибину зони зараження вторинною хмарою аміаку: $\Gamma_2 = 1,38$ км.

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

$$\Gamma_{\Sigma} = \Gamma' + 0,5 \cdot \Gamma'' = 1,43 + 0,5 \cdot 1,38 = 2,1 \text{ (км)} \quad (7.6)$$

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

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

$$\Gamma_{\Pi} = N \cdot v_{\Pi} = 1 \cdot 29 = 29 \text{ (км)}. \quad (7.7)$$

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

$$\Gamma = \min \left\{ \begin{matrix} \Gamma_{\Sigma} \\ \Gamma_{\Pi} \end{matrix} \right\} = 2,1 \text{ (км)}. \quad (7.8)$$

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

$$S_B = \pi \cdot \Gamma^2 \cdot \varphi / 360^\circ = 3,14 \cdot 2,1^2 \cdot 45 / 360 = 1,7 \text{ (км}^2\text{)} \quad (7.9)$$

де: $\Gamma = 2,1$ км – розрахункова глибина зони зараження;

$\varphi = 45^\circ$ – кутовий розмір зони зараження (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) :

$$S_{\phi} = K_8 \cdot \Gamma^2 \cdot N^{0,2} = 0,133 \cdot 2,1^2 \cdot 1^{0,2} = 0,59 \text{ (км}^2\text{)} \quad (7.10)$$

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 $\phi = 45^\circ$ (табл. 7.7) і радіус, який дорівнює значенню розрахунковій глибині зони зараження $\Gamma = 2,1$ км. Центр сектора співпадає з джерелом зараження - місцем розливу аміаку. 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):

$$\Gamma_l = \lambda \cdot K_m \cdot \left(\frac{Q_{\Sigma}}{D_l} \right)^{\Psi} = 1,34 \cdot 1 \cdot \left(\frac{1,48}{6} \right)^{0,542} = 0,63 \text{ (км)} \quad (7.11)$$

де: $\lambda = 1,34$; $\Psi = 0,542$ – коефіцієнти, що залежать від швидкості вітру (табл. 8.8);

$Q_{\Sigma} = Q_{\Sigma 1} + Q_{\Sigma 2} = 0,05 + 1,43 = 1,48$ – загальна еквівалентна кількість СДОР, що перейшла в первинну і вторинну хмару;

$D_l = 6 \text{ мг.хв /л}$ – летальна токсодоза для аміаку.

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):

$$\Gamma_{0,4l} = \lambda \cdot K_m \cdot \left(\frac{Q_3}{D_{0,4l}} \right)^\psi = 1,34 \cdot 1 \cdot \left(\frac{1,48}{2,4} \right)^{0,542} = 1,03 \text{ (км)} \quad (7.12)$$

де: $D_{0,4l} = 0,4 \cdot D = 0,4 \cdot 6 = 2,4$ мг.хв/л - значення токсодози, що відповідає 40% летальної токсодози для аміаку.

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

$$\Gamma_{0,2l} = \lambda \cdot K_m \cdot \left(\frac{Q_3}{D_{0,2l}} \right)^\psi = 1,34 \cdot 1 \cdot \left(\frac{1,48}{1,2} \right)^{0,542} = 1,5 \text{ (км)} \quad (7.13)$$

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

Глибина зони легких уражень відповідає значенню розрахунковій глибині зони зараження $\Gamma = 2,1$ км.

б) 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:

$$t = \frac{x}{K_m \cdot V_{\Pi}} = \frac{2}{1 \cdot 29} = 0,07 \text{ (год.)} = 4,2 \text{ (хв.)} \quad (7.14)$$

де: $x = 2$ 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 вибуху на території перевантажувального комплексу аміаку в порту Мумбаї (Індія), що хмара зараженого повітря досягне межі судна «RIO CHARLESTON», на якому знаходиться екіпаж, через 4,2 хв. Судно знаходиться в межах ураження, через що можна зробити висновок, що воно знаходиться на небезпечній відстані. За підрахунками тривалість вражаючої дії аміаку складає $T = 3,5$ год.

Діяти потрібно негайно - потрібно зібрати весь екіпаж в надбудові закрити всі вентиляційні відкриття, двері, та вивести судно з небезпечного району перпендикулярно напрямку вітру, та встановити контроль концентрації СДОР на відкритому повітрі та в надбудові.

Вийшовши з небезпечного району екіпажу потрібно прийняти душ, промити очі і носоглотку.

Якщо вийти з району не виходить вчасно, то можуть допомогти протигази усіх типів, однак слід пам'ятати, що захисна дія апаратів обмежена часом від 30 до 40 хв) марлеві пов'язки, змочені водою або 5% розчином лимонної кислоти.

Якщо необхідно підготувати екіпаж до можливої евакуації.

7.2. Стандартні робочі процедури по залишенню судна після звершення терористичного акту, що призвів до незворотних руйнувань судна та заходи контролю доступу для забезпечення охорони судна

Після звершення терористичного акту, що призвів до незворотних руйнувань судна, капітаном може прийняти рішення про залишення судна.

Залежно від місцезнаходження судна його залишення може проводитися або безпосередньо на причал, або на інший плавзасіб, або з використанням

суднових колективних засобів рятування(плоти, шлюпки, жилети, костюми) [53].

Капітан уповноважений приймати будь-які рішення, які спрямовані на порятунок судна, життя пасажирів і екіпажу, збереження вантажу, запобігання забруднення навколишнього середовища [53].

Нижче наведено рекомендований порядок дій суднового екіпажу при необхідності залишення судна у морі:

- оголосити «шлюпкову тривогу»;
 - передати повідомлення Компанії і звернутися за допомогою до інших суден і береговим станціям відповідно до «Плану дій в аварійних ситуаціях»;
 - діяти відповідно до процедури зв'язку ГМЗЛБ;
 - підготувати до спуску рятувальні засоби з урахуванням реальних можливостей їх спуску;
 - у рятувальні засоби провести постачання переносними УКВ радіостанціями, ліками, ковдрами, одягом, піротехнікою;
 - перевірити наявність всіх людей на судні і організувати пошук зниклих;
 - захопити карти, судновий, машинний і радіожурнали, по можливості - документи і цінності;
 - діяти відповідно до Розкладу по тривогах і Керівництвом по залишенню судна (РД 31.60.25-97);
 - визначити які механізми слід залишити працюючими після залишення судна.
 - надати допомогу прийнятим з води і нужденним, підтримувати зв'язок між шлюпками за допомогою переносної радіостанції, відійти від борта судна [53].
- Якщо судно стоїть в порту:
- за погодженням з портом прийняти рішення про відвід судна від причалу або залишення його на місці і евакуації екіпажу;

- підтримувати постійний контакт з посадовою особою портового засобу, відповідальною за охорону, і посадовою особою Компанії, відповідальним за охорону. Всі подальші дії здійснювати в контакті з цими особами;

- діяти відповідно до розкладу по боротьбі за живучість;

- зібрати усю команду та зійти на причал (у випадку якщо порт прийняв рішення про евакуацію на причал) [53].

Розподіл обов'язків серед членів екіпажу, залучених до охорони судна, визначається за наказом капітана. Перш за все, це відноситься до вахтового помічника капітана (ВПК) та персоналу палубної вахти, до вахтового механіка та персоналу машинної вахти, до персоналу, відповідального за своїм завідуванням. Основним видом виконання судновим екіпажем службових обов'язків по забезпеченню охорони судна є суднова вахтова служба. ВПК-головний судновий вахтовий начальник, який очолює суднову вахтову службу. Він підкоряється безпосередньо капітану і несе відповідальність за безпечну експлуатацію судна. З питань охорони судна ВПК також підпорядковується особі командного складу, відповідальній за охорону судна, і виконує покладені на вахтового помічника обов'язки з охорони. Зобов'язання та відповідальність ВПК:

- забезпечує постійне несення радіо вахти, та проводить перевірку зв'язку

- при отриманні вказівки Адміністрації про зміну рівня охорони доповідає про це капітану та особі командного складу, відповідальній за охорону судна;

- спільно з особою командного складу, що відповідальна за охорону судна, організовує виконання вахтовим персоналом заходів з охорони для відповідного рівня охорони; при необхідності виділяє і залучає додатковий персонал;

- здійснює контроль ефективного виконання заходів з охорони, передбачених планом охорони судна; при наявності невідповідностей та недоліків вживає заходи щодо їх усунення, доповідає капітану та особі командного складу, відповідальній за охорону;

- організовує дії, спрямовані на підготовку судна до швидкого реагування на зміну рівня охорони (при встановленні рівня 2 або 3);

- проводить інструктаж вахтового персоналу з питань охорони і керує його діями. Вахтовий механік очолює машинну вахтову службу. Він підпорядковується вахтовому помічникові капітана і несе відповідальність за контроль та управління судновою енергетичною установкою і технічними засобами. З питань охорони судна вахтовий механік підпорядковується також особі командного складу, відповідальній за охорону судна, і виконує покладені на вахтового механіка обов'язки з охорони. Зобов'язання і відповідальність вахтового механіка:

- виконує вказівки вахтового помічника капітана та особи командного складу, відповідальній за охорону судна, які стосуються підтримки відповідного рівня охорони або переходу на новий рівень охорони;

- організовує та забезпечує виконання заходів з охорони, передбачених планом охорони судна, із залученням персоналу машинної вахти;

- доповідає вахтовому помічнику та особі командного складу, відповідальній за охорону судна, про всі недоліки або невідповідності та вживає заходів щодо їх усунення;

- проводить інструктаж персоналу машинної вахти з питань охорони і керує його діями. Загальне керівництво з вирішення всіх питань, пов'язаних із забезпеченням охорони, здійснює особа командного складу, відповідальна за охорону судна (офіцер з охорони судна). Особа командного складу, відповідальна за охорону судна, підзвітна капітану. Обов'язки з охорони судна додатково включені в коло вже існуючих прямих обов'язків [53].

7.3. Визначення дій екіпажу під час терористичної загрози

Під час виникнення терористичної загрози з боку терористів слід виконати наступні дії:

- капітан/вахтовий помічник/вахтовий механік повинні подати сигнал тривоги (спеціальна кнопка Piracy / armed robbery attack) яка знаходиться в трьох місцях: машинне відділення, ходовий місток, каюта капітана (сигнал йде у компанію та на ближні берегові станції);

- подати антитерористичну тривогу і якщо є змога продублювати тривогу голосом ;

- всьому екіпажу прослідкувати в цитадель (місце, найчастіше це машинне відділення, цитадель оснащення первинними засобами медичної допомоги, харчуванням, водою, засобів для фізико-біологічних потреб людини, телефон супутникового зв'язку);

- переведення управління судна до машинного відділення, частіше вимикається головний двигун, щоб у терористів не було змоги дистанційно управляти з містка;

- екіпаж судна очікує на допомогу військових або антитерористичних сил.

Під час штурму військовими судна ні в якому разі не можна вставати, бігти, треба лежати лицем в палубу, витягнувши перед собою руки, при собі нічого не мати (ніяких засобів, які могли б бути схожим на зброю (ніж, палиця, металеві предмети) [54, 55].

ВИСНОВКИ

Представлена магістерська робота написана на тему «Комплексна проробка рейсу судна “SEASpan BREEZE” за маршрутом Сінгапур (Сінгапур) – Нінбо (Китай).

Метою даної роботи було ретельне і докладне вивчення особливостей, опрацювання рейсу на всіх етапах планування та безпосередньо його проведення, а також виконання науково-дослідницького розділу з описанням досліджень в області агентського сервісу. Особливу увагу при плануванні та опрацюванні приділялося безпеці плавання, економічності та охорони навколишнього середовища.

Після вивчення технічних і експлуатаційних характеристик судна почалося навігаційне планування рейсу. Проаналізувавши оброблену інформацію та виконані розрахунки в розділі 2 магістерської роботи, на всьому маршруті рейсу буде дотримуватися безпека мореплавства. Наше судно вийшло з порту завантаження Сінгапур 23/08/2024 р. о 08.30 за UTC; прихід судна в порт призначення Нінбо (Китай) 28/08/2024 р. о 01.42 за UTC. Відстань маршруту склала 2088,74 морські милі. З урахуванням чартерної швидкості у 18 вузлів, та дотриманням швидкості, встановленої у СУРС та при плаванні на мілководді, час проходження шляху склав 4 доби і 17 годин.

Під час рейсу були перевезені такі вантажі, як контейнера. Для цього було розраховано кількість запасів і чистої вантажопідйомності, вироблено вивчення транспортних характеристик вантажів, розглянуті питання підготовки вантажних приміщень для прийому вантажу і порядок документування і збереженій перевезення цих вантажів на судні на всьому протязі рейсу.

Після цього буде проведено розміщення вантажів і запасів на судні, при цьому контролюючи і дотримуючись усіх вимог щодо посадки, остійності і міцності корпусу, про що свідчать наведені розрахунки і графіки діаграм остійності. Для наочного уявлення був складений вантажний план судна.

У науково-дослідницькому розділі досліджено сучасну систему перевезення рефрижераторних вантажів в контейнерах на морських судах. Як зазначено в розділі, дана проблема не нова, і стосувалася людини на всіх етапах життя. Тільки в XIX столітті люди винайшли новий спосіб перевезення вантажів. Як свідчить проведене дослідження, на сучасному етапі для морських перевезень вже не так, як раніше, активно використовуються рефрижераторні судна. На зміну їм приходять контейнери, обладнані холодильною установкою. Надано інформацію про новітні технології перевезення, зокрема використання технології “Blockchain”.

Розглянуто конкретніші питання, пов'язані з ринком перевезень режимних вантажів, а також математична модель, яка використовується для аналізу ефективності інновації. Вказані найбільш розвинені судноплавні компанії, які оперують в галузі перевезення режимних вантажів в контейнерах. Проводиться аналіз ринку галузі, і відзначається розвиток ринку на 5,67% щорічно, в період з 2018 по 2024 рр. Такий результат дозволяє досягти розвитку перевезень рефконтейнерів з країн Південної Америки, Близького Сходу, Азійського узбережжя Тихого океану, а також за рахунок активного розвитку інфраструктури в країнах, що розвиваються, і підтримкою діяльності морських портів з боку урядів. Описуються деякі види рефрижераторних вантажів, їх транспортні особливості. Приведено загальне поняття про рефрижераторні термінали, означено їх важливе місце в системі перевезення режимних вантажів, їх основні функції та роль в координації дій між учасниками морського перевезення. Побудовано моделі по управлінню рефрижераторними терміналами.

Також означена проблема некоректного зберігання контейнерів, оснащених рефрижераторною установкою. Через недбалість портових робітників, іноді зменшується відстань між контейнерами в штабелі, за рахунок чого зменшується продувність контейнерів, і, як слідство, збільшується температура самого контейнера і енерговитратність за рахунок підтримки необхідної атмосфери всередині контейнера. Показано, що контейнери, які не

мають великої площі контакту з сонячною радіацією є менш енерговитратними, ніж інші, наприклад, рівнем вище. Показано, що проблема зменшення відстані між контейнерами може бути вирішена шляхом використання додаткового обладнання в вигляді ущільнювачів, розставлених по периметру контейнера. Описано, як така пропозиція перевірена на практиці. Проведено аналіз ефективності пропозиції, який показав, що економія може скласти близько 35-40 %. Ефективність технології перевіряється шляхом порівняння розрахункових даних і експериментальних результатів. Експериментально було доведено, що використання ущільнювачів дійсно має позитивний вплив на енергозбереження, економія енергії складає близько 7,6 %, що також є вагомим результатом для забезпечення більшої енергоефективності. Запропоновано використання даної технології як на території терміналів, так і на борту суден.

Повертаючись до опрацьованого рейсу з вантажем контейнерів, слід зазначити, що виконаний рейс є прибутковим. Рівень дохідності вирівнює 2,46, прибуток склав 880.508 американських доларів за рейс, а за експлуатаційний період прибуток прогнозується в 36.690.768 доларів. Зроблено висновок, що судно “SEASPAN BREEZE” доцільно використовувати на даній лінії.

Підводячи підсумок, можна сказати, що даний рейс був ретельно опрацьований, завчасно і належним чином спланований, забезпечений всією необхідною документацією, посібниками та розрахунками. Вся викладена інформація, результати розрахунків, представлені рисунки і графіки виконані згідно основних вимог і відповідають їм. Даний рейс є безпечним і економічно вигідним. Також розглянуто охоронні заходи і зміст цивільної оборони на судні.

Основні результати виконаного дослідження можливі для упровадження в навчальний процес студентів та курсантів морських навчальних закладів, а також для використання компаніями судноплавної та портової сфери діяльності.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Методичні вказівки для виконання магістерської роботи / Укл. І.І. Ворохобін та ін. – Одеса: НУ «ОМА», 2019. – 104 с.
2. Рекомендации по организации штурманской службы на морских судах Украины (РШСУ-98). – Одесса: ЮжНИИМФ, 1998. – 111с.
3. Resolution A.893(21). Guidelines for Voyage Planning. – London: IMO, 2007. – 68 p.
4. International Convention on Standards of Training, Certification and Watch keeping for Seafarers, 1978/95 (STCW-78/95) / Манильские поправки. – Одесса: Негоциант, 2010. – 96 с.
5. Bridge Procedures Guide (BPG). – London: IMO, 2002. – 248 p.
6. Bridge Team Management, IMO, 2000 (BTM).
7. NP 131. Catalogue of Admiralty Charts and Publications – 2017 Edition
8. NP 285. Admiralty List of Radio Signals / Global Maritime Distress and Safety System (GMDSS). – Vol. 5. – London: IMO, 2011. – 92 p.
9. Lloyd's Register Fairplay / Ports & Terminals Guide. – London: IMO, 2007. – 64 p.
10. NP 314 The Nautical Almanac. – London: IMO, 2002. – 248 p.
11. Norie's Nautical Tables. – London: IMO, 2005. – 312 p.
12. Admiralty Distance Tables. – London: IMO, 2007. – 184 p. Brown's Nautical Almanach. – London: IMO, 2006. – 228 p.
13. Резолюция ИМО А.953(23) /Стандарты точности судовождения. – Одесса: УкрНИИМФ, 2011. – 148 с.
14. Сизов В.Г. Теория корабля: Учебное пособие – 2е изд., с испр./ В.Г. Сизов. – Одесса: Феникс, 2005. – 284с.
15. Ермолаев Г.Г. Судовождение в морях с приливами. – 2-е изд., перераб. и доп./ Г.Г. Ермолаев. – М.: Транспорт, 1986. – 160 с.
16. Кондрашихин В.Т. Определение места судна. – 2-е изд. перераб. и доп. / В.Т. Кондрашихин. – М.: Транспорт, 1989. – 230 с.

17. Красавцев Б.И. Мореходная астрономия. – 3-е изд. перераб. и доп. / Б.И. Красавцев. – М.: Транспорт, 1986. – 255 с.
18. Мельник В.Н. Эксплуатационные расчеты мореходных характеристик судна / В.Н. Мельник. – М.: Транспорт, 1990. – 142 с.
19. Code on Intact Stability for All Types of Ships Covered by IMO Instruments (ISC).
20. Международная Конвенция МАРПОЛ-73/78. М.: Транспорт, 1986. – 312 с.
21. Снопков В.Н. Перевозка грузов морем / В.Н. Снопков. – М.: Транспорт, 1986. – 312 с.
22. Таблицы морских расстояний. – М.: ЦРИА «Морфлот», 3 кн. – 1981.
23. Соглашение об организации обработки и обслуживанию судов в морских портах [Методические указания 3.15]. – Одесса: УМА ОГМА, 1999. – 26 с.
24. Справочник капитана дальнего плавания. М.: Транспорт, 1988. – 241 с.
25. Вагущенко Л.Л. Электронные системы отображения навигационной информации / Л.Л. Вагущенко, В.А. Данцевич, В.М. Кошевой. – Одесса: Система сервис, 2000. – 120 с.
26. Борьба с пожарами на судах. Т.2. Средства борьбы с пожарами на судах: под ред. М.Г. Ставицкого. – Л., «Судостроение», 1976. – 320 с.
27. Перевозка опасных грузов водным транспортом в вопросах и ответах: [учебн. пособ.] / С.Я. Незавитин, А.Н. Пипченко, В.В. Демидов, В.В. Пономаренко. – Одесса: ОМТЦ, 1998. – 126 стр.
28. Топалов В.П. Международная конвенция о грузовой марке / В.П. Топалов, В.Г. Торский. – Одесса: Феникс, 1996. – 204 с.
29. International Convention SOLAS. – London: IMO, 2011. – 186 p.
30. Кучер Ю.П. Устройство судна / Ю.П. Кучер, В.К. Рябченко В.К. – Одесса: Феникс, 2004. – 126 с.

31. Справочник по теории корабля. В 3-х томах: [под ред. Войкутинского Я.И.]. М.: Транспорт, 1985. – 440 с.
32. Аксютин Л.Р. Грузовой план судна / Л.Р. Аксютин. – Одесса, Феникс, 1996. – 144 с.
33. Ніколаєва Л.Л. Комерційна експлуатація судна / Л.Л. Ніколаєва. – Одеса: Екологія, 2024. – 754 стор.
34. Алексишин В.Г. Практическое судовождение / В.Г.Алексишин, В.Т. Долгочуб. Одесса: Феникс, 2006. – 202 с.
35. Nautical Publication. The Mariner's Handbook. – London: IMO, 2011. – 186 p.
36. Савчук В.Д. Технологія перевезення вантажів / В.Д. Савчук. – Одеса: ВидатІнформ, 2008. – 335 с.
37. Сотниченко Л.Л. Економіка водного транспорту: методичні вказівки розрахункової роботи / Л.Л. Сотниченко, М.В. Бабаченко. – Одеса: НУ «ОМА», 2017. – 172 с.
38. History of Refrigerated Shipment with Reuben Goossens [Електроний ресурс] / Режим доступу: <https://ssmaritime.com/MS-Circassia-Cilicia-Caledonia.htm>
39. Everything You Should Know About Reefer Shipping[Електроний ресурс] / Режим доступу: https://www.porttechnology.org/news/everything_you_need_to_know_about_reefer_shipping
40. ICO Analysis: Smart Containers ICO Review[Електроний ресурс] / Режим доступу: <https://masterthecrypto.com/smartcontainers-ico-review-smartcontainers-ico-analysis/>
41. Refrigerating Equipment, Energy Efficiency and Refrigerants[Електроний ресурс] / François Billiard Режим доступу: https://lms.i-know.com/pluginfile.php/28905/mod_resource/content/141/Refrigerant%20Equipment,%20Energy%20Efficiency%20%20Refrigerants.pdf

42. ПРАВИЛА КЛАСИФІКАЦІЇ І ПОБУДОВИ МОРСЬКИХ СУДЕН. Частина XII ХОЛОДИЛЬНІ УСТАНОВИ [Електронний ресурс] / Режим доступу: <http://rs-class.org/upload/iblock/0c6/0c6d73fd1ae98469cae50c3b324404ab.pdf>

43. Refrigerated Transport Market by Application (Chilled, Frozen), Mode of Transportation (Road, Sea, Rail, Air), Vehicle Type (LCV, MHCV, HCV), Temperature (Single Temperature, Multi Temperature), Technology, and Region - Global Forecast to 2023 [Електронний ресурс] / Режим доступу: <https://www.marketsandmarkets.com/Market-Reports/refrigerated-transport-market-779494.html>

44. М. Бальва Демонтаж та хімічна характеристика використаних термоелектричних пристроїв Пельтье для вилучення сурми, вісмуту та телуру. Екологічні технології / М. Бальва, С. Легей, Л. Гару, Н. Леклерк, Е. Меус – Кренфілд, 2017, 38 (7), 791-797.

45. Barbieri, N., Mapping energy-efficient technological advances in home appliances. Energy Efficiency / N. Barbieri, A. Palma, - Cranfield : Cranfield University, 2017, 10(3), 693–716.

46. Chen, L. Distribution and value added logistics in the cold chain product market with application to the role of seaports / L. Chen, & T. Notteboom, - University of British Columbia (UBC), Vancouver, 14–15 June, 2012.

47. European Commission, Joint Research Centre. Trends in global CO2 emissions[Електронний ресурс] / PBL Netherlands Environmental Assessment Agency. The Hague. Режим доступу: http://edgar.jrc.ec.europa.eu/news_docs/jrc-2016-trends-in-globalco2emissions-2016-report-103425.pdf.

48. Filina-Dawidowicz, L. Examination of importance and range of comprehensive service for refrigerated containers in seaports. / L. Filina-Dawidowicz, T. Gajewska, - International Journal of Applied Management Science (IJAMS), 10(1), 26 –43, 2018.

49. Filina-Dawidowicz, L. The directions of services development of European seaports specializing in handling perishable goods / L. Filina-Dawidowicz, & M. Y.

Postan, - Zeszyty naukowe Uniwersytetu Szczecińskiego seria Ekonomiczne problemy usług, 119 , 85–98, 2015. <https://doi.org/10.18276/epu.2015.119-06>.

50. Fitzgerald, W. B. Energy use of integral refrigerated containers in maritime transportation[Електронний ресурс] / W. B. Fitzgerald, O. J. Howitt, I. J. Smith, & A. Hume, - Energy Policy, 39(4), 1885–1896, 2015. Режим доступу: <https://doi.org/10.1016/j.enpol.2010.12.015>.

51. He J. Integrated internal truck, yard crane and quay crane scheduling in a container terminal considering energy consumption[Електронний ресурс] / He, J., Y. Huang, W. Yan, & S. Wang, - Expert Systems with Applications, 42(5), 2464–2487, 2015. Режим доступу: <https://doi.org/10.1016/j.eswa.2014.11.016>.

52. Корнійко Я.Р. Формування механізму інтегрованого логістичного управління контейнерними вантажопотоками / Я.Р. Корнійко, О.О. Філоненко – Науковий вісник Ужгородського національного університету. – 2017. – No 11. – 134 с.

53. Методичні вказівки щодо виконання розділу дипломної роботи «Охоронні заходи і цивільна оборона на судні». Спеціальність 7.07010402 (8.07010402) «Судноводіння» / В.Б. Терновський – Одеса: ОНМА, 2015. – 69 с.