

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

Навчально-науковий інститут навігації

Кафедра _____ «Морські перевезення» _____

ДИПЛОМНА РОБОТА МАГІСТРАНТА

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

Грінченка Вадима Михайловича

(прізвище, ім'я по-батькові)

Тема роботи: **Комплексне опрацювання та дослідження етапів переходу судна «Mineral Brussel» за маршрутом Енсенада – Йокогама**

Підпис магістранта _____

Завідувач кафедри _____

Керівник _____

Рецензент _____

Нормоконтроль _____

м. Одеса
2025 рік

НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «ОДЕСЬКА МОРСЬКА АКАДЕМІЯ»

Навчально-науковий інститут навігації

кафедра «Морські перевезення»

спеціалізація 271.01 Навігація і управління морськими суднами

"ЗАТВЕРДЖУЮ"

Завідувач кафедри

" 26 " 08 2025 p.

ЗАВДАННЯ

по дипломній роботі магістранта

Грінченка Вадима Михайловича

(прізвище, Ім'я, по батькові)

1. **Тема роботи:** **Комплексне опрацювання та дослідження етапів переходу судна «Mineral Brussel» за маршрутом Енсенада – Йокогама**
затверджена наказом по НУОМА від “ 01 ” __ грудня 2025 р. № 1455
2. Строк здачі курсантом закінченої роботи __ " 5 " __ грудня 2025 року
3. Вхідні дані до роботи:
 - Методичні вказівки для виконання магістерської роботи;
 - Суднова документація по контейнеровозу;
 - Міжнародні кодекси, конвенції та резолюції;
 - Нормативно-довідкова література, інформаційні бази даних з судноплавства;
 - Статистичні данні, їх аналіз і висновки в сфері морського транспорту
4. Зміст розрахунково-пояснювальної записки (перелік питань, що підлягають розробці):
 1. Характеристики судна
 2. Аналіз, оцінка та планування та розміщення вантажів
 3. Обробка та розміщення вантажів
 4. Оцінка морехідних якостей судна
 5. Технологічні аспекти морського ранспортування цукру
5. Перелік графічного матеріалу:
 1. Вантажна шкала судна
 2. Діаграми остійності судна
 3. Вантажний план
 4. Основні види цукру
 5. Навантаження цукру в трюм

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

Розділ	ПІБ консультанта	Підпис і дата
1. Характеристики судна	доц. Петріченко Є.А.	
2. Аналіз, оцінка та планування навігаційного переходу	доц. Петріченко Є.А.	
3. Обробка та розміщення вантажів	доц. Петріченко Є.А.	
4. Оцінка морехідних якостей судна	доц. Петріченко Є.А.	
5. Технологічні аспекти морського транспортування цукру	доц. Петріченко Є.А.	
6. Розрахунок економічних показників роботи судна в рейсі (кафедра «Менеджменту і економіки морського транспорту»)	доц. Петріченко Є.А.	
7. Охоронні заходи та цивільна оборона на судні (кафедра «Судноводіння»)	доц. Петріченко Є.А.	

7. Календарний план дипломної роботи магістранта

№ з/п	Назва етапів роботи	Строк виконання етапів роботи	Примітка
1.	Характеристики судна	15.09.2025	виконано
2.	Аналіз, оцінка та планування навігаційного переходу	26.09.2025	виконано
3.	Обробка та розміщення вантажів	14.10.2025	виконано
4.	Оцінка морехідних якостей судна	31.10.2025	виконано
5.	Технологічні аспекти морського транспортування цукру	27.11.2025	виконано
6.	Розрахунок економічних показників роботи судна в рейсі	01.12.2025	виконано
7.	Охоронні заходи та цивільна оборона на судні	04.12.2025	виконано

Дата видачі завдання 26.06.2025

Керівник _____ Завдання до виконання прийняв _____

Магістерська робота містить 120 стор., 20 рис., 45 табл. і 42 використаних джерела.

Проаналізовано транспортно-експлуатаційні характеристики і конструктивні особливості судна, виконано планування переходу, складено вантажний план і виконана перевірка остійності згідно вимогам ММО.

У магістерській роботі розглянуто особливості перевезення цукру навалом.

Розглянуто транспортну характеристику цукру та технологічні операції.

Виконано аналіз ринку експорту цукру.

Розроблені рекомендації по перевезенню цукру.

Виконано розрахунки з економічного обґрунтування рейсу і зроблений аналіз його кількісних і якісних показників.

У роботі розглянуті питання з безпеки життєдіяльності на морі, а також охоронні заходи та цивільної оборони на судні.

Ключові слова: балкер, цукор-сірець, технологія перевезення, тара, безпека, вантажні операції, рекомендації.

The master's thesis contains 120 p., 20 fig., 45 table. and 42 the sources used.

The transport and operational characteristics and design features of the vessel were analyzed, the transition planning was carried out, the cargo plan was drawn up and the stability checks were carried out in accordance with IMO requirements.

The master's work deals with the peculiarities of transportation of sugar in bulk.

Sugar transport characteristics and technological operations are considered.

Sugar export market analysis is done.

Sugar transportation recommendations have been developed.

The calculations on the economic justification of the flight were made and the analysis of its quantitative and qualitative indicators was made.

The paper addresses the issues of safety at sea, as well as security measures and civil defense on board ships.

Key words: bulk carrier, sugar, transportation technology, packaging, safety, cargo operations, recommendations.

ЗМІСТ

ВСТУП.....	7
1 ХАРАКТЕРИСТИКИ СУДНА.....	8
1.1 Загальні відомості і головні розміри судна	8
1.2 Транспортно-експлуатаційні характеристики судна.....	11
1.3 Маневрені характеристики.....	11
1.4 Навігаційне обладнання.....	11
1.5 Забезпечення непотоплюваності	16
2 АНАЛІЗ, ОЦІНКА ТА ПЛАНУВАННЯ НАВІГАЦІЙНОГО ПЕРЕХОДУ	18
2.1 Загальні вимоги до аналізу та плануванню навігаційного переходу.....	18
2.2 Оцінка запланованого переходу	20
2.2.1 Підготовка для прийому та обміну навігаційною інформацією на переході... ..	24
2.2.2 Збір та аналіз гідрометеорологічної інформації	26
2.2.3 Збір та аналіз навігаційної інформації при прибережному плаванні	28
2.3 Навігаційні розрахунки для забезпечення безпеки плавання.....	34
2.3.1 Розрахунок ортодромії.....	34
2.3.2 Складання маршрутних листів	37
2.3.3 Графічний план переходу.....	37
2.3.4 Розрахунок природної освітленості	37
2.3.5 Розрахунок висот приливів та побудова графіків приливів	41
2.4 Висновки	42
3 ОБРОБКА ТА РОЗМІЩЕННЯ ВАНТАЖІВ	44
3.1 Транспортні характеристики вантажів	44
3.1.1 Навалювальні вантажі.....	44
3.2 Підготовка вантажних приміщень до прийому вантажів та документальне оформлення морського перевезення	46
3.3 Розрахунок чистої вантажопідйомності судна.....	51

3.4	Складання вантажного плану.....	55
3.5	Характеристика експлуатаційних умов рейсу	57
4	ОЦІНКА МОРЕХІДНИХ ЯКОСТЕЙ СУДНА.....	59
4.1	Розрахунок водотоннажності і координат центра ваги судна.....	59
4.2	Розрахунки посадки і початкової остійності.....	63
4.3	Контроль остійності за матеріалами інформації.....	66
4.4	Розрахунок і побудова діаграм остійності.....	67
4.5	Розрахунки нормованих параметрів остійності	69
4.6	Перевірка виконання рекомендованих ІМО критеріїв остійності	74
4.7	Контроль загальної поздовжньої міцності судна.....	74
5	ТЕХНОЛОГІЧНІ АСПЕКТИ МОРСЬКОГО ТРАНСПОРТУВАННЯ ЦУКРУ.....	78
5.1	Транспортні характеристики цукру	78
5.2	Аналіз ринку експорту цукру.....	82
5.3	Технологія та особливості тари для перевезення цукру	85
5.4	Рекомендації по перевезенню цукру	88
5.5	Висновки за розділом.....	94
6	РОЗРАХУНОК ЕКОНОМІЧНИХ ПОКАЗНИКІВ РОБОТИ СУДНА В РЕЙСІ.....	97
7	ОХОРОННІ ЗАХОДИ І ЦИВІЛЬНА ОБОРОНА НА СУДНІ	106
	ВИСНОВКИ.....	116
	СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ.....	118

ВСТУП

Актуальність теми дослідження. Головним напрямком удосконалювання технології перевезень цукрових вантажів є їхнє транспортування на спеціалізованих судах. Однак ефективність експлуатації таких суден визначається різноманітними факторами (стійкістю вантажопотоку і його обсягом, наявністю зворотного завантаження, інтенсивністю виробництва вантажних операцій у портах і т.д.), і в деяких випадках може виявитися доцільним використання універсальних суховантажних суден або навіть балкерів для перевезення навалювальних вантажів.

Метою роботи є визначення особливостей перевезення цукру балкером та розробка заходів щодо забезпечення якості морського перевезення.

Завданнями дослідження є:

- розглянути технологічні процеси перевезення цукру;
- виявити особливості завантаження і зберігання цукру в трюм навалювального судна;
- надати рекомендації щодо перевезення цукру морем.

Об'єктом дослідження є процес безпечної експлуатації балкерів в сучасних умовах.

Предметом дослідження є збереження цукру під час морського перевезення на балкерному судні.

Методи дослідження: огляд інформаційних інтернет ресурсів пов'язаних з морським перевезенням цукру, аналіз наукових статей за тематикою як вітчизняної так і закордонної літератури.

Наукова новизна магістерської роботи полягає в виборі найбільш ефективних технологій перевезення цукру на балкерному судні в сучасних умовах та виявленні рекомендації. В рамках дослідження були отримані і виносяться на захист такі найбільш суттєві наукові результати:

- удосконалено рекомендації по перевезенню цукру на балкерному судні.

РОЗДІЛ 1

ХАРАКТЕРИСТИКИ СУДНА

1.1 Загальні відомості і головні розміри судна

Основні відомості про судно представлені у вигляді табл. 1.1 [1].

Таблиця 1.1 – Основні відомості про судно

1	2	3
1.	Назва судна	MINERAL BRUSSEL
2.	Тип судна	BULK CARRIER
3.	Позивний сигнал судна	V7A2148
4.	ІМО №	9476630
5.	ММСІ №	538008254
6.	Рік і місце будівництва	В 2011, проект – Dolphin 176, завод – New Times Shipbuilding Co. LTD, корпус - 0117617
7.	Клас Регістра	ABS + A1 (E), Bulk Carrier, NS (CSR, Bulk Carrier - Type A, BC-XII, Grab20) (ESP) (IWS) MNS M(0)
8.	Порт приписки	Majuro, Marshall Islands
9.	Судновласник:	World Star Shipping S.A
10.	Менеджмент:	Anglo-Eastern Antwerp NW, Sneeuwbeslaan 14, 2610 Wilrijk, Belgium
11.	Довжина найбільша (L), м:	291,8
12.	Довжина між перпендикулярами (L_{LL}), м:	282,2
13.	Ширина найбільша (B), м:	45,0
14.	Висота борту до верхньої	

Продовження табл. 1.1

1	2	3																															
	палуби (H), м:	24,75																															
15.	Найбільше осідання (T), м:	Tл = 18,25; Tт = 18,63; Tз = 17,87																															
16.	Осадка (T) в повному вантажу і	Tmax = 18,25;																															
	порожньом, м:	Tmin = 2,81																															
17.	Водотоннажність, т: в повному вантажу (Δ): порожньом (Δ0):	202616,8; 27397																															
18.	Повна вантажопідйомність (Δw), т:	175219,8																															
19.	Головний двигун: тип: потужність, кВт: частота обертання, об/хв.:	MAN-B&W; 6S70MC 6.1-TI, Hyundai, Korea; 16860; & 91 RPM																															
20.	Режими роботи головного двигуна	<table><tr><td colspan="2" rowspan="2">ENGINE ORDER</td><td rowspan="2">RPM/PITCH SETTING</td><td colspan="2">SPEED</td></tr><tr><td>BALLAST</td><td>LOADED (FULL)</td></tr><tr><td rowspan="5">AHEAD</td><td>NAV. FULL</td><td>91</td><td>16.03</td><td>15.6</td></tr><tr><td>FULL</td><td>75</td><td>14.28</td><td>13.1</td></tr><tr><td>HALF</td><td>61</td><td>12.22</td><td>11.35</td></tr><tr><td>SLOW</td><td>51</td><td>8.32</td><td>7.42</td></tr><tr><td>DEAD SLOW</td><td>36</td><td>5.81</td><td>5.17</td></tr></table>				ENGINE ORDER		RPM/PITCH SETTING	SPEED		BALLAST	LOADED (FULL)	AHEAD	NAV. FULL	91	16.03	15.6	FULL	75	14.28	13.1	HALF	61	12.22	11.35	SLOW	51	8.32	7.42	DEAD SLOW	36	5.81	5.17
ENGINE ORDER		RPM/PITCH SETTING	SPEED																														
			BALLAST	LOADED (FULL)																													
AHEAD	NAV. FULL	91	16.03	15.6																													
	FULL	75	14.28	13.1																													
	HALF	61	12.22	11.35																													
	SLOW	51	8.32	7.42																													
	DEAD SLOW	36	5.81	5.17																													
21.	Швидкість судна, вузл.: завантаженого: в баласті:	 15,6; 16,03																															
22.	Гребний гвинт: кількість лопастей, од.: діаметр та крок гвинта, мм.: дискове відношення: напрямок обертання:	Aerofoil section, fixed pitch 4; 8150 x 6007; 0,7; Clockwise																															
23.	Тип керма і площа його пера:	Semi-balanced spade type; 90,55 m²																															

Продовження табл. 1.1

1	2	3
24.	Тип стернової машини:	електрогідравлічна
25.	Судова електростанція: Склад суднової радіоапаратури відповідає вимогам районів А3 та включає в себе:	три УКВ стійки (JHS), ПБ / КВ стійки (MF/HF DSC Watch Receiver), НАВТЕКС (NAVTEX Receiver – NCR), три аварійні УКВ станції (VHF DSC), ІНМАРСАТ – С (Inmarsat-C – JUE), ІНМАРСАТ – А, один аварійний радіобуй ЕPIRB (EPIRB), два радіолокаційних відповідачі (SART), приймач EGC;
26.	Валова реєстрова місткість (GT):	92079
27.	Чиста реєстрова місткість (NT):	58596
28.	Добова витрата палива, т/добу: на ходу: важке паливо (HFO): дизельне паливо (DFO):	46; 0,2
	на стоянці: важке паливо (HFO): дизельне паливо (DFO):	- 6
29.	Координати центру мас порожнього судна, м:	Zg = 15,55; Xg = 135,14

Наведені характеристики використовуються в розрахунках в наступних розділах.

3. Вантажна шкала судна приведена на рис. 1.3 [2].

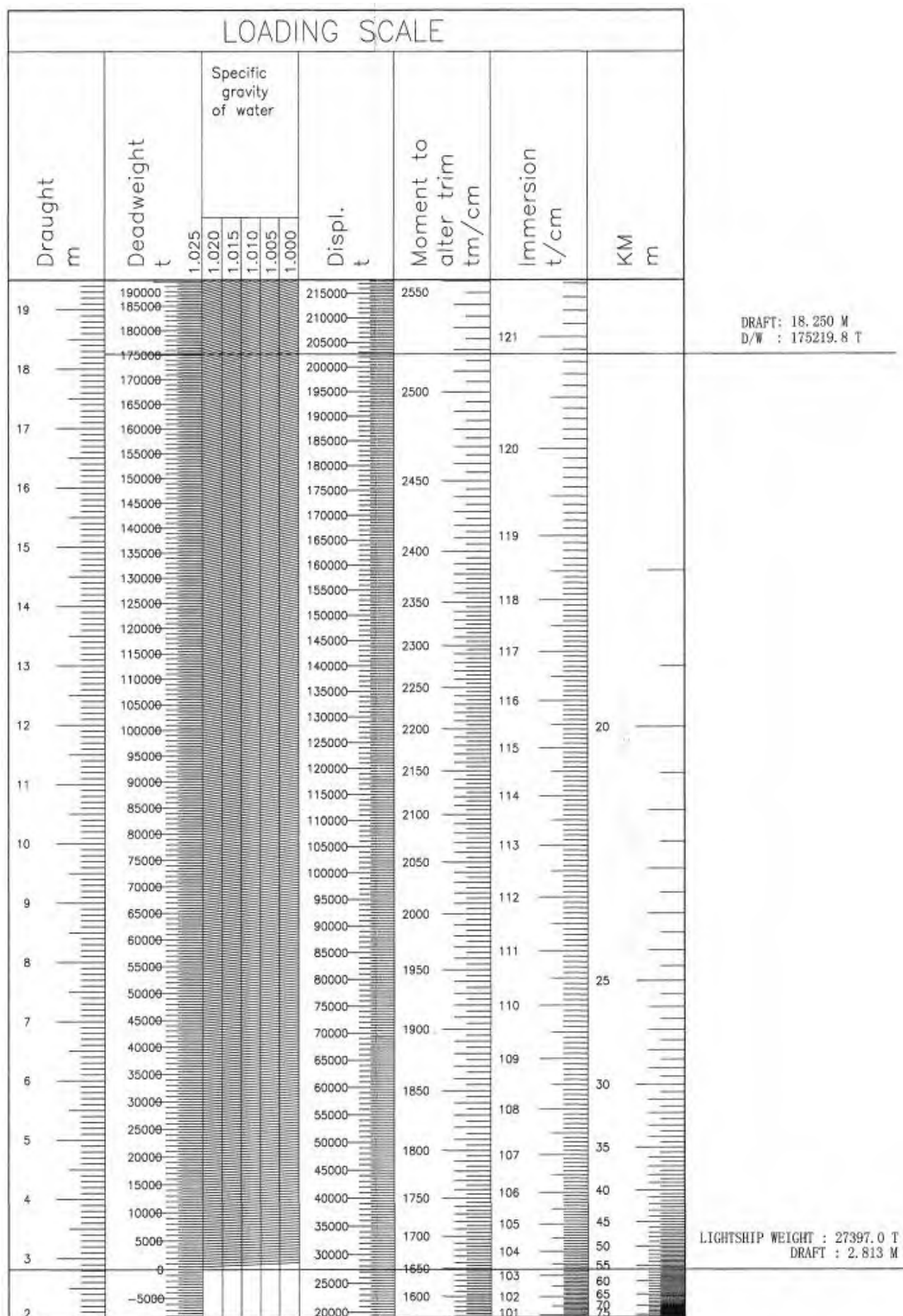
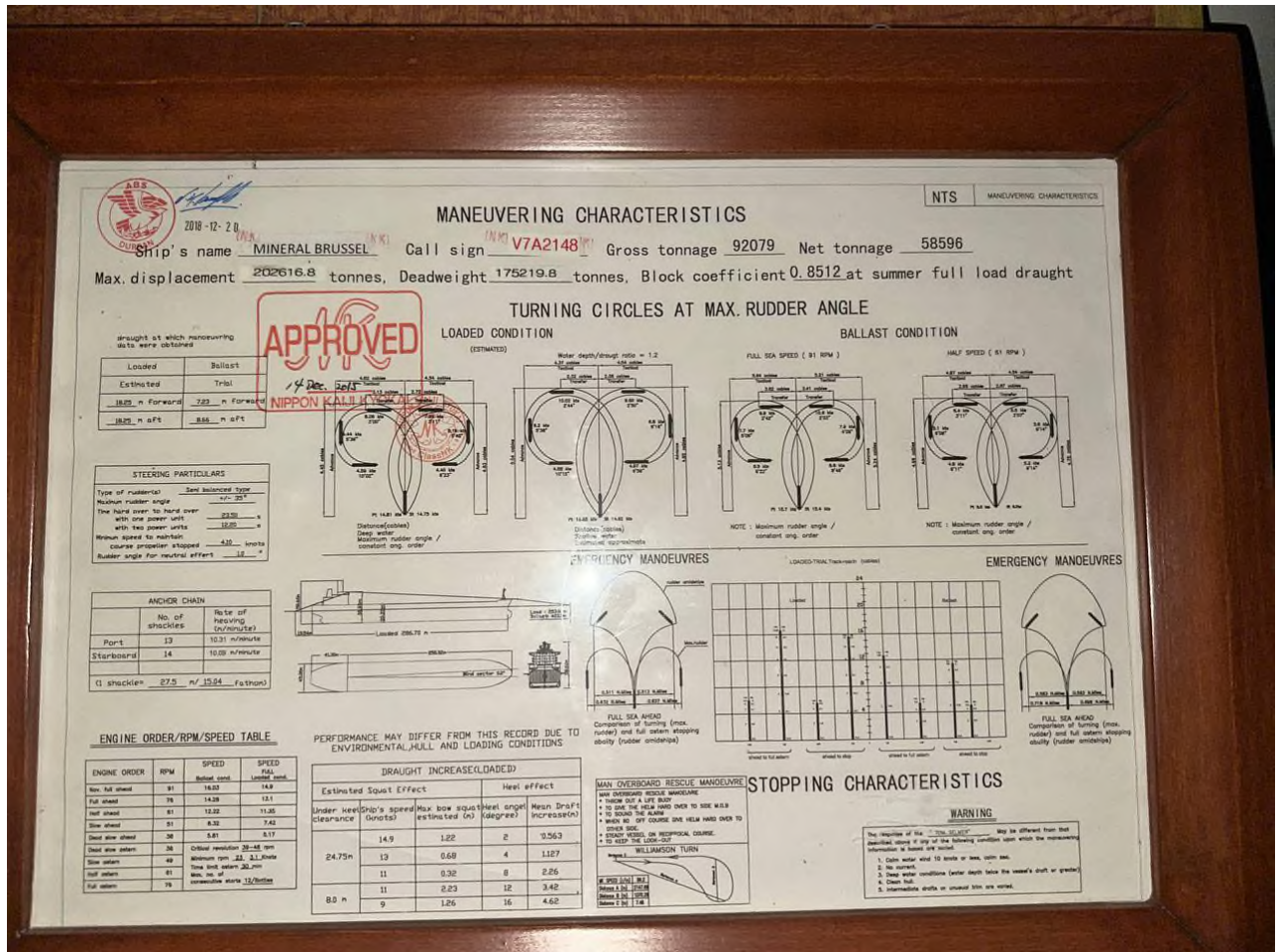


Рисунок 1.3 – Вантажна шкала балкера

1.3 Маневрені характеристики

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



1.4 Навігаційне обладнання

Навігаційне устаткування судна представлено у формі табл. 1.2.

Таблиця 1.2 – Технічні засоби навігації

Прилад	Тип, марка
1	2
Magnetic compass	Anschutz

Продовження табл. 1.2

1	2
Gyrocompass	Yokogawa CMZ 700S
RADAR/ARPA	JRC JMA-9833-SA
RADAR/ARPA	JRC JMA-9823-7 XA
Echosounder	JRC JFE-582
Doppler log	JRC NQA-3012
DGPS receiver	JRC JLR-7700 Mk.2
Course recorder	Yokogawa KR-500S
NAVTEX receiver	JRC NCR-600
Autopilot	Yokogawa PT-500
AIS transponder	Leica MX 420
ECDIS	RD100 ML20

Характеристики ТЗН судна представлено в табл. 1.3.

Таблиця 1.3 – Точносні характеристики ТЗН на судні

Тип, марка приладу	Навігаційні параметри	СКП одного вимірювання
Magnetic compass Anschutz	Course/Bearing	1 degree
Gyrocompass Yokogawa CMZ 700S	Course/Bearing	0,1 degree
RADAR/ARPA JRC JMA-9833-SA	Distance / Bearing	10% of range scale / 0,1 degree
RADAR/ARPA JRC JMA-9823-7 XA	Distance/Bearing	10% of range scale/0,1 degree
Echosounder JRC JFE-582	Depth	0,5 meter
DGPS receiver JRC JLR-7700 Mk.2	Position	GPS 15 meters/ DGPS 5 metres
Doppler log JRC NQA-3012	Speed	0,5 knots

1.5 Забезпечення непотоплюваності

Інформація про непотоплюваність судна міститься в документі «Damage stability booklet». В ньому приведені аварійні випадки з різною кількістю затоплених відсіків.

Всі приміщення на судні, які нижче головної палуби і на головній оснащені водонепроникними дверима розстібного типу. Це всі приміщення в машинному відділенні, приміщення на баку, вхід у настрювання на головній палубі і насосна.

Судно обладнане подвійним дном і бортом які використовують для прийому баласту, з однієї сторони це конструкційна особливість значно підвищує ціну на будівлю такого судна, а з іншої сторони є його сильним місцем. Судно має 5 бортових баластових танків з кожного борта, форпик танк. В табл. 1.4 наведені характеристики баластового обладнання.

Таблиця 1.4 – Баластові насоси

Particular	No.	Type	Capacity (m ³ /h)	Location/ Remark
Ballast pump	2	M.D.V.C.	2500	Engine Room Self priming
Ballast stripping eductor	2		120	Engine Room

Осушна система судна налічує два пожежно-баластних насоси, продуктивність яких складає 2500 т/год кожного та ежекторів продуктивністю 140 т/год. Баластно-осушувальна система задовольняє вимогам СОЛАС-74 правило 21 п. 1.1, 1.2, 1.4.

РОЗДІЛ 2

АНАЛІЗ, ОЦІНКА ТА ПЛАНУВАННЯ НАВІГАЦІЙНОГО ПЕРЕХОДУ

2.1 Загальні вимоги до аналізу та плануванню навігаційного переходу

Загальні вимоги до планування рейсу визначені Кодексом по підготовці і дипломуванню моряків і несенню ваhti у розділі А-VIII/2, частини 2, які формулюються в такий спосіб [3]:

- майбутній рейс повинен плануватися заздалегідь, беручи до уваги всю наявну до цього інформацію, а будь-який прокладений курс повинен бути перевірений до початку рейсу;

- старший механік повинен, проконсультувавшись із капітаном, визначити заздалегідь потреби майбутнього рейсу, беручи до уваги потреби в паливі, воді, мастильних матеріалах, хімікатах, видаткових і інших запасних частинах, інструментах, запасах та інші вимоги;

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

- по завершенні перевірки запланованого шляху, беручи до уваги всю стосовну до нього інформацію, запланований шлях повинен бути прокладений на відповідних картах і бути постійно доступним для вахтового помічника капітана, який перше ніж лягти на відповідний курс, зобов'язаний перевірити його;

- якщо в ході рейсу ухвалене рішення про зміну наступного порту заходу або якщо необхідно відхилитися істотно від запланованого шляху з інших

причин, змінений шлях повинен пророблятися заздалегідь, перше ніж він буде істотно змінений.

Планування переходу і його виконання містить у собі чотири послідовних фази: Оцінка (Appraisal); Планування (Planning); Виконання (Execution); Управління (Monitoring) [4].

Оцінка майбутнього плавання виконується на основі зібраної інформації, що судноводій може зібрати з наступних джерел [5]:

- каталог карт і книг (Catalogue of Admiralty Carts and Publications NP131);
- навігаційних карт (Charts) – необхідно з'ясувати, на якій картографічній основі складені карти, щоб підвищити вірогідність прокладки на ній обсервацій, отриманої по навігаційних супутниках;
- океанські шляхи світу (Ocean Passage For the World) – містить відомості про кліматичні особливості районів світу, про системи океанських течій;
- маршрутні й лоцманські довідкові карти;
- лоції (Pilot Books, Sailing Directions);
- перелік вогнів і маячних сигналів (Admiralty List of Lights and Fog Signals);
- таблиці приливів (Tide Tables);
- повідомлення мореплавцям (Notices to Mariners);
- інформація про радіосигнали (Radio Signal Information);
- радіонавігаційні й місцеві попередження (Radio and Local Warnings);
- посадка і остійність судна (Draft and Stability of Ship).
- планування переходу складається із трьох етапів:
- трансокеанський перехід і відкриті морські води;
- прибережні води і вузькості;
- ділянки лоцманської проводки.

При плануванні трансокеанського переходу вибирають шлях з урахуванням оцінки майбутніх метеорологічних умов (клімату, погоди) за багаторічними даними, а також з урахуванням фактичної погоди і її прогнозу. Необхідно враховувати також океанські течії. Визначають відстань між

портами, розраховують на перехід з урахуванням штормового запасу необхідну кількість бункеру, мастил, води, провізії.

Плавання вздовж берегу і плавання в стислих водах вимагає значно більшої уваги. Шлях обирають осторонь від небезпек з урахуванням систем поділу руху. Беруть до уваги національні вимоги та обмеження при проходженні територіальних вод. Враховують час проходження найбільш складних ділянок, освітленість на цей час, дії приливних течій і т.п. [6-7].

При плануванні плавання на ділянках з лоцманською проводкою необхідно враховувати маневрені елементи свого судна, співвідношення осадки і глибин під кілем, збільшення осадки від швидкості та від крену на повороті, зміна швидкості, яка необхідна для встановлення часу проходження, коли можуть виникнути обмеження при підході вночі або залежно від висоти приливу.

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

2.2 Оцінка запланованого переходу

Відомості про підібрані карти зведені в табл. 2.1 [8].

Таблиця 2.1 – Перелік карт на перехід

Тип карти	Chart No.	Назва карти	Дата випуску
1	2	3	4
The World General Charts of the Oceans			
Паперова	4050	North Pacific Ocean - North Eastern Part	June 2011

Продовження табл. 2.1

1	2	3	4
Паперова	4053	North Pacific Ocean – North Western Part	Dec. 2011
Navigational Charts			
Паперова	1938	Ensenada and Approaches A Bahia de Todos Santos	May 2012
Паперова	3056	Bahia Rosarioto San Diego Bay	Aug. 1984
Паперова	1029	Punta Abreojos to San Diego Bay	Apr. 2008
Паперова	2530	San Diego Bay to Cape Mendocino	July 2015
Паперова	4802	West Coast of North America United States and Mexico	Feb. 2011
Паперова	4807	San Francisco to Hawaii	Feb. 2011
Паперова	4806	San Francisco and Vancouver Island to Mendocino Fracture Zone	Dec. 2015
Паперова	4805	Hawaiian Islands to the Aleutian Trench	Mar.2011
Паперова	4522	Mys Lopatka to the Chinook Trough	Feb.2016
Паперова	4511	Northern Portion of Japan	June 2013
Паперова	4510	Eastern Portion of Japan	Feb.2011
Паперова	2347	Southern Japan and Adjacent Sea	Dec.2007
Паперова	996	Shiono Misaki to Inubo Saki	-
Паперова	JP87	Tokyo Wan to Inubo Saki	Aug.2008
Паперова	JP90	Tokyo Wan	July 2010
Паперова	JP1062	Middle Part of Tokyo Wan	July 2010
Паперова	JP1081	Uaraga Suido	July 2012
Паперова	JP1085	Negishi	July 2010
Паперова	JP66	Yokohama	July 2015

Список публікацій на перехід представлено у табл. 2.2 [8-20].

Таблиця 2.2 – Перелік публікацій на перехід

Номер	Назва посібника
1	2
Admiralty List of Radio Signals	
281(2)	Part 2, Maritime Radio Stations: The Americas, Far East and Oceania
282	ALRS Volume 2, Radio Position Fixing and Time Sign
283(2)	Part 2, Maritime Safety Information Services: The Americas, Far East and Oceania
284	Meteorological Observation Stations
285	Global Maritime Distress and Safety System (GMDSS)
286(5)	ALRS Volume 6, part 5, Pilot Services, Vessel Traffic Services and Port Operations: North America, Canada and Greenland
286(6)	ALRS Volume 6, part 6, Pilot Services, Vessel Traffic Services and Port Operations: North East Asia and Russia (Pacific coast)
286(7)	Admiralty list of radio signals Vol.6(7). Pilot services, vessel traffic services and port operations. Central and South America and aribbean
288	Satellite Navigation Systems
Admiralty Sailing Directions (Pilots) (ASD)	
42A	Japan Pilot, vol.II
62	Pacific Islands Pilot, vol.III
8	Pacific Coasts of Central America and United States Pilot
Admiralty Tide Tables (ATT)	
206	Admiralty Tide Tables vol.6
Miscellaneous Tidal Publications	
120	Admiralty Manual of Tides
List of Lights and Fog Signals	
80	Western Side of South Atlantic Ocean and East Pacific Ocean

Продовження табл. 2.2

1	2
85	Western Side of North Pacific Ocean; excluding Western parts of Philippine, East China and Yellow Seas
Admiralty Distance Tables	
350	Admiralty Distance Tables
Astronomical Publications	
313-00	The Nautical Almanac 2019
303(4)	Sight Reduction Forms (H.494)
323	Star Finder and Identifier
Miscellaneous Publications	
100	The Mariners Handbook
136	Ocean Passages for the World (4 th Edition, 1987)
131	Catalogue of Admiralty Charts and Publications - 2015
133A	Chart Correction Log and Folio index – Second Edition 1999
294	How to Correct your Charts the Admiralty Way
735	IALA Maritime Buoyage System, Edition 5, 1994
5011	Symbols and Abbreviations used on Admiralty Charts, Edition 2. 1998
5127	North Pacific Ocean Routeing Charts
Software	
	Fairplay 2016 – World Shipping Encyclopedia
	Ports Guide 2016

Підібрані матеріали охоплюють весь район плавання.

2.2.1 Підготовка до прийому та обміну навігаційною інформацією на переході

З посібника ALRS 283 вибираємо інформацію, необхідну для одержання факсимільних карт погоди на маршруті переходу, яку зводимо в табл. 2.3 [9].

Таблиця 2.3 – Радіостанції факсимільних гідрометеорологічних передач

N п/п	Радіостан- ція	Позначення і межі карти	Зміст передачі	Час передачі
1	2	3	4	5
1	Honolulu (KVM70)	H 1:20 000 000 40°N.120°E 40°N.105°W 40°S.120°E 40°S.105°W	H: Tropical Surface Analysis	0148(18), 0800(00); 1350(06), 1956(12)
2	Comspac NMS	70° N,135° E- 70° N,115° W 20° N,135° E- 20° N,115° W	48h Sea State Prog.	0858(00), 2058(00)
3	Comspac NMS	70° N,175° W- 70° N,115° W 20° N,175° W- 20° N,115° W	Surface Analysis 1	0320(00),0355(00) 0919(06),0955(06)1 520(12), 555(12), 2119(18),2154(15)
4	Comspac NMS	70° N,135° E- 70° N,175° W 20° N,135° E- 20° N,175° W	Surface Analysis 2	0333(00),0408(00) 0932(06),1008(06) 1533(12),1608(12) 2132(18),2207(18)
5	Comspac NMS	70° N,135° E- 70° N,115° W 20° N,135° E-	48h Surfase Prog.	0848(00), 2048(00)

Продовження табл. 2.3

1	2	3	4	5
		20° N, 115° W		
6	New Orleans (NMG)	3 (a) 50°N.125°W 50°N.65°W 15°N.125°W 15°N.65°W	Surface Analysis	0135(18), 0735(00); 1335(06), 1935(12)
7	Kodiak NOJ	70° N, 135° E - 70° N, 115° W 20° N, 135° E - 20° N, 115° W	Surface Analysis	0404(00), 1804(12)
8	Taipei BMF	43° N, 38° E - 38° N, 157° E 6° S, 84° E - 8° S, 158° E	24h Surface Prog.	0425(00)

З посібника ALRS 285 вибираємо інформацію про райони NAVAREA і станціях NAVTEX по маршруту переходу. Данні зводимо в табл. 2.4 [9-10].

Таблиця 2.4 – Райони NAVAREA, станції NAVTEX на переході

№	Ділянка переходу	Район NAVAREA	Станції NAVTEX	Коорд. NAVTEX
1	Західне узбережжя Північної Америки	XII	Long Beach [Q]	United States
2	Узбережжя Японії	XI	Yokohama [I]	Japan

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

формі та способах подачі інформації. З'ясовують деталі зв'язку з лоцманськими станціями і операторами терміналів у портах. Отримані відомості зводять у табл. 2.5.

Таблиця 2.5 – Зв'язок на переході

№	Станція	Спосіб зв'язку	Канали, частоти	Примітки
1	Ensenada Pilots and Ports	VHF	16, 09, 14	Telephone Pilots +52(01)646 1772067
2	Yokohama Pilots and Ports	VHF	11; 12; 14;18; 20; 22; 16	Approach, berthing, unberthing. Cargo Operations Call: Yokohama Port Radio

Зв'язок забезпечено на всьому переході.

2.2.2 Збір та аналіз гідрометеорологічної інформації

Узагальнюючи основні погодні умови складемо табл. 2.6 і табл. 2.7 в яких наведено гідрометеорологічні характеристики на переході [11-13].

Таблиця 2.6 – Атмосферний тиск і розшифровка «роз вітрів»

Характеристики за ділянками	Порт Енсенада	Тихий океан	Порт Йокогама
1	2	3	4
Атмосферний тиск, мм. р. ст.	761	765	764
Направлення	Повторюваність вітру,	Повторюваність вітру,	Повторюваність вітру,

Продовження табл. 2.6

1	2		3		4	
вітру	%		%		%	
N	5		7		13	
NE	2		30		14	
E	2		23		13	
SE	2		6		7	
S	14		13		16	
SW	24		13		20	
W	28		4		5	
NW	21		3		9	
Результуючий вітер	Направл., румб	SW	Направл., румб	NE	Направл., румб	SW
	швидк., м/с	12	швидк., м/с	18	швидк., м/с	11
Максим. швидкість вітру, м/с	Спост.	3,2	Спост.	5,1	Спост.	4,5
	Розрах.	14	Розрах.	15	Розрах.	13
Повторюваність штилів, %	2		1		3	
Схема «Рози вітрів»	Відображено на графічному плані		Відображено на графічному плані		Відображено на графічному плані	

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

Характеристики за ділянками	Порт Енсенада	Тихий океан	Порт Йокогама
1	2	3	4
Температура повітря, °C	17,9	20,3	20,6
Температура води, °C	28	28	28,5
Відносна вологість, %	77	89	82
Повторюваність туманів, %	6	-	19
Видимість менше 2 миль	13	-	1

Продовження табл. 2.7

1		2	3	4
Хмарність, бали		4	6	8
Солоність води, ‰		35,0	34,0	33,0
Щільність води, г/см ³		1,025	1,027	1,000
Постійні течії	назва	Перуанська	Пів і пів Пасатна	Куросіо
	напрявлення	S	E / W	SW
	швидкість, вузл	0,5	0,5	1
	стійкість	≥50	≥50	≥50
Швидкість приливних течії, вузл		≥1	≥1	≥1
Висота	середня	≥1	≥1	≥1
хвиль, м	максимальна	2	10	5
Період хвиль, с		5	5	10

Описані метрологічні умови охоплюють весь район плавання.

2.2.3 Збір та аналіз навігаційної інформації при прибережному плаванні

Порт відходу Енсенада [14]

Порт Енсенада (Ensenada) займає акваторію невеликої бухти, розташованої до Е від мису Енсенада (Ensenada) (31°52'N, 116°38'W). Цей мис висотою 120 м може служити орієнтиром при підході до порту. На схилі мису Енсенада добре видно білий будинок із щоглою, у якому розміщується спостережливий пост.

З W акваторія порту захищена молем, що виступає на 7 кбт до SSE від мису Енсенада. Основні причальні спорудження розташовані на західній і північній сторонах порту. Довжина причальної лінії більше 1000 м; причому загальна довжина причалів, глибини в яких 8-15 м, близько 600 м.

Всі причали залізобетонними, обладнані пристосуваннями для швартування, а також кранами, транспортерами і іншими вантажно-розвантажувальними засобами. На східній стороні порту розташовані причали, склади і відкриті складські площадки, що належать компанії по виробництву цементу; глибини біля причалів цієї компанії близько 14 м.

Крім перерахованих причальних споруджень, у порту Енсенада є багато пірсів для малих рибальських і прогулянкових суден.

У порту є якірні місця як для великих, так і для малих суден.

До входу в порт веде фарватер шириною близько 200 м, глибини на якому при середньому рівні малих вод перевищують 10 м. При сприятливих метеорологічних умовах по цьому фарватері можуть проходити судна з осадкою до 14 м.

Лоцманська служба. Лоцманська проводка в порт обов'язкова. Заявку на лоцмана необхідно подати завчасно. Виклик його провадиться звуковим сигналом (один короткий і два тривалих звуки). Лоцмана проводять судна як удень, так і вночі.

Звичайно лоцман прибуває до судна на буксирі і піднімається на борт в 1-3 милях до SW від знака, що світить, установленого на краю молу.

Портові засоби і устаткування. У порту Енсенада є плавучий кран вантажопідйомністю 50 т, що знаходиться в приватному володінні. Є буксир, обладнаний протипожежними засобами.

Митниця і санітарно-карантинна служба. У порту Енсенада оформляються всі необхідні документи для суден, що ідуть у будь-який порт, розташований біля західного узбережжя Мексики до N від паралелі 28°N.

Чиновники митної і санітарно-карантинної служб, а також представники адміністрації порту прибувають на судно, як правило, після того як воно ошвартується. В окремих випадках вони можуть піднятися на борт судна разом з лоцманом.

Якірні місця. Гарне якірне місце знаходиться приблизно в 4 милях до ESE від мису Банда. Глибини на ньому 5-18 м; ґрунт – пісок і іл.

Під час південних штормів це якірне місце являється кращим у бухті Тодос-Сантос. Пануючі північно-західні вітри відчуються тут слабко.

Ставати на якір можна також на якірному місці Енсенада (Ensenada), що знаходиться в північно-східній частині бухти Тодос-Сантос приблизно в 1 милі від входу в порт Енсенада, де глибини 15-18 м. Малі судна на якірному місці Енсенада можуть віддавати якір ближче до берега на глибинах 5-9 м, де вони будуть краще укриті від пануючих північно-західних вітрів.

При помітному посиленні південного вітру необхідно покинути якірне місце Енсенада і перейти в південну частину бухти Тодос-Сантос на перше якірне місце.

План порту Енсенада показано на рис. 2.1.

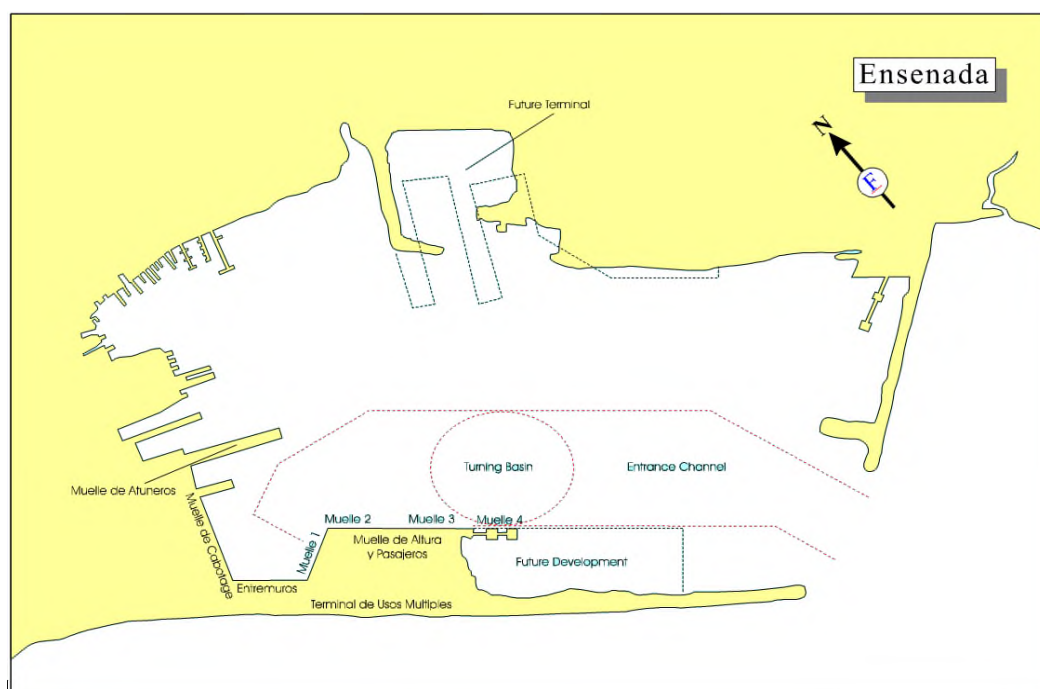


Рисунок 2.1 – Загальний план терміналу порту відходу Енсенада

Портові влади приходять на судно до того як судно стане до причалу. До їх приходу потрібно підготувати наступні документи:

1. Crew List – 5 прим.;
2. Passenger List, if passengers onboard – 1 прим.;
3. Stores List (with Master's original signature) – 1 прим.;

4. Crew Baggage List (with each member's signature) – 1 прим.;

5. Voyage Memo (list of ports of call) – 1 прим..

Усі суднові документи і посвідчення членів екіпажу повинні бути готові до огляду.

Порт приходу Йокогама [14]

Порт Йокогама – найбільший торговельний порт Японії, доступний для океанських суден, – розташований до N від порту Йокосука та займає бухти Негісі і Йокогама, розділені півостровом Хоммоку. Важливий промисловий центр Японії, що розкинувся біля порту – місто Йокогама прорізана численними вузькими каналами, берега яких укріплені набережними. Акваторія порту розбита на п'ять районів: райони 1, 2 і 3 знаходяться у бухті Йокогама, район № 4 у південно-західній частині каналу Кейхін і район № 5 – у бухті Негісі.

У бухту Йокогама веде фарватер Йокогама, а в канал Кейхін – фарватер Цурумі. Зовнішня частина фарватеру Йокогама називається Східним фарватером, а внутрішня – Західним фарватером.

Довжина причалів порту, глибини біля яких від 5 до 17,5 м, становить близько 20000 м. До деяких причалів можуть підходити судна водотоннажністю до 150000 т. Рейдові нафтові причали допускають стоянку танкерів водотоннажністю до 200000 т.

Порт укритий від всіх вітрів, крім сильних східних, які розводять велике хвилювання, що викликає припинення вантажно-розвантажувальних робіт. На якірних місцях у порту ґрунт – пісок, іл, гравій і черепашка, якорі тримає добре.

Гідрометеорологічні відомості. Приливо-відливні течії в порту Йокогама звичайно мають незначну швидкість. На напрямок течій істотний вплив надають портові спорудження, особливо Зовнішній хвилелом. На фарватері Йокогама від входу на нього і до Зовнішнього хвилелому приливна течія направлена на NNW, а відливна – на SSO; найбільша швидкість течій спостерігається через 3 год після моментів повної й малої води й становить близько 0,6 вуз. Пройшовши через проходи в Зовнішньому хвилеломі,

приливна течія відхиляється до WNW. Увійшовши в район № 1 між Східним і Північним хвилеломами, приливна течія поширюється веєроподібно. У ряді місць порту утворюються слабкі протитечії. Із внутрішньої сторони Зовнішнього хвилелому виникають слабкі вири в результаті зустрічі течії, що йде з каналу Кейхін, із приливною течією, що проникає через проходи в Зовнішньому хвилеломі.

Сильні вітри можуть значно змінити напрямок і швидкість течій.

Навігаційне огороження. Порт Йокогама доступний для входу суден у будь-який час доби. На молах, хвилеломах і портових спорудженнях установлені знаки, що світять, і вогні. Фарватери в порту і небезпеки огорожені буями, що світять і не світять.

До деяких причалів підхід здійснюється по створах знаків що світять і не світять.

Лоцманська служба. Лоцманська проводка для входу в порт Йокогама, виходу з нього і пересування в порту обов'язкова для всіх суден. Управління лоцманської служби району Токійської затоки розташовано у кварталі Ямасіта міста Йокогама. Лоцмана зустрічають судна в 4,5 милі до SSE від мису Каннон або поблизу східного входу на фарватер Йокогама. Виклик лоцмана здійснюється через управління порту Йокогама.

Якірні місця. Карантинне якірне місце знаходиться в районі № 3 порту Йокогама з північної сторони фарватеру Йокогама й до Е від Зовнішнього хвилелому. На якірному місці може одночасно стояти 20-25 великих судев. Суднам водотоннажністю понад 500 т, що стоять на карантинному якірному місці більше 72 год, капітан порту дає вказівку про перехід на спеціальні якірні місця.

Такі якірні місця розташовані між точками, що знаходяться в 2 милях до Е і в 1,4 милі до SE від південно-західного краю острова Огі.

Якірні місця для суден, завантажених небезпечними вантажами, знаходяться у районах № 3-5 порту Йокогама.

План порту Йокогама показано на рис. 2.2.

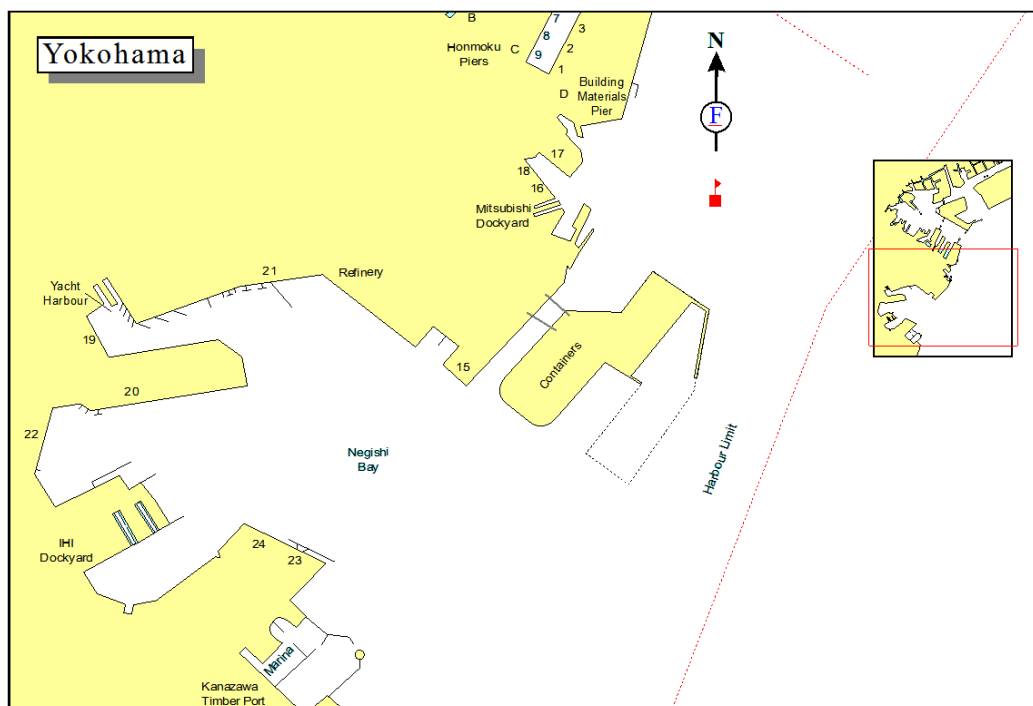


Рисунок 2.2 – Загальний план порту приходу Йокогама

До приходу судна потрібно підготувати наступні документи:

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

Усі судові документи і посвідчення, документи і посвідчення членів екіпажу повинні бути готові до огляду.

Список ЗНО, які зустрінуться на переході показаний у табл. 2.8 [15].

Таблиця 2.8 – ЗНО використовувані на переході

№	Назва	Координати	Характеристика	Траверз	
				Пеленг	Відстань
1	2	3	4	5	6
1	Morro	31°52'N 116°40'W	Fl (1) 6s	337°	2,91
2	Islas de Todos Santos	31°48'N 116°47'W	Fl (3) 12s	334°	1,64
3	Masonry	31°49'N 116°48'W	Fl (1) 7s	334°	3,16

Продовження табл. 2.8

1	2	3	4	5	6
4	Nojima Saki	34°54'N 139°53'E	Fl (1) 15s	11°	3,97
5	Sunosaki	34°58'N 139°45'E	Fl Al (1) 30s	117°	2,82
6	Tsurugi Saki	35°08'N 139°41'E	Fl Al (2+1) 30s	274°	4,95
7	Kannon Saki	35°15'N 139°45'E	Fl (2) 15s	231°	1,45
8	Futtsu Misakiu	35°19'N 139°44'E	Fl (1) 5s	50°	0,26

Описані ЗНО охоплюють весь район плавання.

2.3 Навігаційні розрахунки для забезпечення безпеки плавання

2.3.1 Розрахунок ортодромії

При виборі трансокеанського шляху необхідно використовувати рекомендації викладені в посібниках «Океанські шляхи світу», «The Mariners Handbook». «Ocean Passages for the World».

Найвигіднішим шляхом можна вважати той шлях, що був завершений у можливо найкоротший час, не був зв'язаний з необґрунтованим ризиком посадки на мілину або небезпеку зіткнення з іншими суднами, що відповідав рекомендованому маршруту і був обраний з урахуванням гідрометеорологічних факторів, що забезпечують схоронність вантажу. Основною, для вибору найвигіднішого шляху, як правило, є найкоротша відстань між двома точками. На поверхні сфероїда найкоротшою лінією між двома точками є геодезична лінія, на сфері – дуга великого кола. При виборі трансокеанського шляху необхідно розраховувати плавання по ортодромії [16-18].

Ортодромія є найкоротшою відстанню між двома крапками на земній сфері.

Щоб вирішити питання про доцільність плавання по дузі великого кола, користуються таблицею 23-б МТ-75, у якій приведені різниця між довжиною локсодромії (S) і ортодромії (D) для двох точок, або по формулах.

Для переходу Енсенада – Йокогама виконаємо розрахунки для плавання через Тихий океан між точками:

$$(\varphi_1 = 30^{\circ}30,0'N \quad \lambda_1 = 121^{\circ}27,0'W ; \varphi_2 = 34^{\circ}49,7'N \quad \lambda_2 = 139^{\circ}56,1'E)$$

1. Знаходимо різницю широт:

2. Знаходимо різницю довгот:

φ_K	$34^{\circ}49,7'$	λ_K	$139^{\circ}56,1'$
$- \varphi_H$	$30^{\circ}30'$	$- \lambda_H$	$- 121^{\circ}27'$
РШ	$4^{\circ}19,7' \text{ (к N)}$	РД	$098^{\circ}36,9' \text{ (к W)}$

3. Знаходимо різницю меридіональних частин (m):

$$m = 3437,75 \cdot \ln \left[\operatorname{tg} \left(45^{\circ} + \frac{\varphi_K}{2} \right) / \operatorname{tg} \left(45^{\circ} + \frac{\varphi_H}{2} \right) \right]; \quad (2.1)$$

$$m = 307,156.$$

4. Визначаємо локсодромічний курс по формулі:

$$K_L = \arccos \left(\operatorname{PMЧ} / \sqrt{\operatorname{PMЧ}^2 + \operatorname{РД}^2} \right); \quad (2.2)$$

$$K_L = 267,03^{\circ}.$$

5. Розраховуємо локсодромічну відстань:

$$S_L = \operatorname{РШ} / \cos K_L = 5009,5 \text{ миль}. \quad (2.3)$$

6. Розраховуємо довжину ортодромії по формулі:

$$D = \arccos(\sin \varphi_H \sin \varphi_K + \cos \varphi_H \cos \varphi_K \cos \operatorname{РД}); \quad (2.4)$$

$$D = 4764,1 \text{ миль}.$$

7. Визначаємо доцільність плавання по ортодромії:

$$\Delta D = S_L - D; \quad (2.5)$$

$$\Delta D = 5009,5 - 4764,1 = 245,4 \text{ миля}.$$

Загальна довжина шляху по ДВК: 4764,1 миль.

Загальна довжина шляху по локсодромії: 5009,5 миль.

Менше локсодромії на: 245,4 миль.

Виграш у часі ($V = 18,5$ вуз.): 13,3 години.

8. Розраховуємо початковий курс при плаванні по ортодромії:

$$K'_n = \arctg(\sin |PD| / (tg \varphi_2 \cos \varphi_1 - \sin \varphi_1 \cos PD)) = 57,9^\circ; \quad (2.6)$$

т.як. $PD < 0$, то $K'_n = 360 - K_n$. Тодя $K_n = 302,1^\circ$.

9. Для знаходження проміжних точок приймемо крок по довготі в 10° . Таким чином, нам будуть відомі довготи проміжних точок, і залишається знайти тільки широти. Формула для розрахунку широти проміжних точок:

$$\varphi_i = \arctg((\sin PD_i / tg K_n + \sin \varphi_1 \cos PD_i) / \cos \varphi_1) \quad (2.7)$$

10. Розрахунок ділянок ортодромії зведемо в табл. 2.9.

Таблиця 2.9 – Курси і відстані при плаванні по ортодромії

№ точки	Широта	Довгота	Курс	Відстань
1	30° 30,0 N	121° 27,0 W	302,1	509,0
2	35° 00,4 N	130° 00,0 W	296,8	536,3
3	39° 01,9 N	140° 00,0 W	290,5	478,2
4	41° 52,3 N	150° 00,0 W	283,8	453,5
5	43° 40,6 N	160° 00,0 W	276,9	433,9
6	44° 32,7 N	170° 00,0 W	269,9	427,4
7	44° 31,9 N	180° 00,0 W	262,9	434,3
8	43° 38,0 N	170° 00,0 E	256,0	454,3
9	41° 48,0 N	160° 00,0 E	249,3	488,5
10	38° 55,4 N	150° 00,0 E	243,0	538,1
11	34° 51,5 N	140° 00,0 E	240,1	3,7
12	34° 49,7 N	139° 56,1 E	-	-

Оскільки цей рейс фактичний, то курси плавання відрізняються від розрахованих

2.3.2 Складання маршрутних листів

Табличний план переходу (Маршрутний лист) є обов'язкової складової планування переходу [16-17]. Його готують одночасно з розрахунками для графічного плану переходу.

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

В табл. 2.10 представлений маршрутний лист судна.

2.3.3 Графічний план переходу

Графічний план переходу представлений на рис. 2.3.

2.3.4 Розрахунок природної освітленості

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

У момент навігаційних сутінків проводяться виміри висот зірок і планет для визначення місця судна астронавігаційними способами, у момент заходу Сонця спускають Державний прапор, прапори і вимпели. Для проходу небезпечних ділянок, вузькостей, каналів, проток, входу або виходу в портах слід

Таблица 2.10 – Маршрутный лист

Ship MINERAL BRUSSEL	From ENSENADA	To YOKOHAMA
Voyage № 016/244	Date 05/06/25	
Cargo CEMENT		

№ WP	Date	Time	Latitude, N	Longitude, E	Bearing	Distance	Name	Ground speed	Time to WP	DTW	DTD
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
0	05/06	20:00	31°51,2'N	116°37,7'W	-	-	Berth	-	00:00	-	5093
1	05/06	20:08	31°50,8'N	116°37,4'W	206	0,15	Buoy No.7	4,0	00:08	0,5	5092,5
2	05/06	20:18	31°49,5'N	116°37,5'W	315	3,10	Morro	8,0	00:10	1,3	5091,2
3	05/06	20:28	31°48,8'N	116°39,4'W	347	2,96	Morro	10,0	00:10	1,7	5089,5
4	05/06	21:00	31°46,6'N	116°45,1'W	296	2,04	Islas de Todos Santos	10,0	00:32	5,4	5084,1
5	06/06	03:56	31°01,0'N	118°34,0'W	-	-	GPS	15,0	06:56	104,0	4980,1
6	06/06	15:14	30°30,0'N	121°47,0'W	-	-	GPS	15,0	11:18	169,5	4810,6
7	08/06	02:40	35°09,1'N	130°43,1'W	-	-	GPS	15,0	35:26	531,5	4279,1
8	09/06	10:45	38°45,2'N	139°39,1'W	-	-	GPS	15,0	32:05	481,3	3797,8
9	10/06	16:10	41°23,7'N	148°35,3'W	-	-	GPS	15,0	29:25	441,3	3356,5
10	11/06	19:39	43°11,7'N	157°31,3'W	-	-	GPS	15,0	27:29	412,3	2944,2
11	12/06	21:54	44°13,8'N	166°27,4'W	-	-	GPS	15,0	26:15	393,8	2550,4
12	13/06	23:33	44°33,1'N	175°23,6'W	-	-	GPS	15,0	25:39	384,9	2165,5
13	15/06	00:13	44°10,4'N	175°40,4'E	-	-	GPS	15,0	25:40	385,2	1780,3
14	16/06	02:32	43°04,8'N	166°44,3'E	-	-	GPS	15,0	26:19	394,9	1385,4
15	17/06	06:08	41°12,9'N	157°48,3'E	-	-	GPS	15,0	27:36	414,2	971,2
16	18/06	11:43	38°30,1'N	148°52,2'E	-	-	GPS	15,0	29:35	443,9	527,3
17	19/06	20:02	34°49,7'N	139°56,1'E	332	4,98	Nojima Saki	15,0	32:19	484,8	42,5

Продовження табл. 2.10

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
18	19/06	20:38	34°51,2'N	139°45,2'E	66	7,2	Nojima Saki	15,0	00:36	9,1	33,4
19	19/06	21:06	34°57,1'N	139°40,5'E	70	4,31	Sunosaki	15,0	00:28	7,0	26,4
20	19/06	21:46	35°06,0'N	139°46,6'E	298	5,5	Tsurugi Saki	15,0	00:40	10,2	16,2
21	19/06	22:12	35°10,4'N	139°46,9'E	250	5,4	Tsurugi Saki	10,0	00:26	4,4	11,8
22	19/06	22:37	35°15,4'N	139°46,9'E	269	1,77	Kannon Saki	10,0	00:25	4,2	7,6
23	19/06	22:50	35°19,8'N	139°43,1'E	133	1,57	Futtsu Misakiu	10,0	00:13	5,2	5,4
24	19/06	23:08	35°22,3'N	139°42,8'E	334	0,64	BeaconNo.1	8,0	00:18	2,5	2,9
25	19/06	23:42	35°23,5'N	139°40,5'E	350	0,31	M-6390	4,0	00:34	2,3	0,6
26	19/06	23:51	35°24,1'N	139°40,7'E	-	-	Berth	4,0	00:09	0,6	-

завчасно знати світлий час доби. Виробнича діяльність судна також іноді залежить від світлого часу.

На перехід була розрахована таблиця освітленості (табл. 2.11) [19].

Таблиця 2.11 – Елементи освітленості

Дата	Поч. нав. сутін.	Сонце				Кін. нав. сутінок	Місяць		
		Захід		Схід			Захід, Тс	Вік, дні	Схід, Тс
		Тс	А	Тс	А				
06/06	03.52	04.55	63,3	19.21	296,7	20.25	07.59	1,4	22.42
07/06	03.15	04.19	62,5	19.02	297,5	20.11	08.35	2,5	22.59
08/06	03.32	04.41	60,9	19.47	299,1	2101	10.13	3,5	-
09/06	02.51	04.06	59,4	19.33	300,6	20.53	10.56	4,6	-
10/06	03.16	04.36	58,3	20.20	301,7	21.44	12.44	5,5	00.10
11/06	02.46	04.11	57,0	20.05	303,0	21.32	13.34	6,5	00.16
12/06	02.23	03.50	56,9	19.48	303,1	21.14	14.26	7,4	00.11
14/06	03.07	04.33	56,7	20.26	303,3	21.50	16.14	9,2	01.15
15/06	02.56	04.19	57,8	19.59	302,2	21.18	16.56	10,1	01.23
16/06	02.47	04.06	58,8	19.27	301,2	20.40	17.29	11,0	01.39
17/06	03.38	04.51	60,2	19.51	299,8	20.59	18.52	11,9	03.03

Освітленість виконана на дати рейсу.

2.3.5 Розрахунок висот приливів та побудова графіків приливів

Характер і величина приливів у Світовому океані відрізняється більшою різноманітністю і складністю. Безпека плавання в морях із приливами вимагає попередніх розрахунків для пророкування рівня моря в заданому районі.

Результати розрахунків приливів повинні бути такими, щоб надалі, під час плавання судна в даному районі потреби в складних розрахунках не було.

Інформацію про приливо-відливні потоки представляють спеціальні таблиці елементів таких потоків, що містяться безпосередньо на полях навігаційної морської карти морські райони, що зображують, підданих діям приливо-відливних явищ.

Характер припливів в портах Енсенада і Йокогама півдобові. Для цих портів обчислюємо коливання рівня моря на час відходу судна з порту і приходу судна в порт. Час настання повних і малих вод і їх висоти визначаємо по таблицях приливів. Результати розрахунків представлені в табл. 2.12 [20].

Таблиця 2.12 – Час і висоти настання повних і малих вод

Енсенада				Йокогама			
05/06/25		05/06/25		19/06/25		19/06/25	
Тп	hп	Тп	hп	Тп	hп	Тп	hп
15:28	1,00	18:40	1,00	07:40	1,70	21:40	1,70
Тм	hм	Тм	hм	Тм	hм	Тм	hм
07:20	0,10	-		02:20	1,10	14:40	0,30

На рис. 2.4 і рис. 2.5 представлені графіки приливів в портах Енсенада і Йокогама.

2.4 Висновки

Виконана оцінка навігаційного переходу Енсенада – Йокогама показала, що на всьому переході забезпечена безпека мореплавання. Судно рухається через Тихий океан в червні в досить помірних кліматичних умовах. Загальна відстань складала 5093 морські милі. Початок рейсу був 05.06.25 і закінчився 19.06.25, швидкість руху судна на переході складала 15 вузлів, за винятком районів портів, де швидкість зменшувалась.

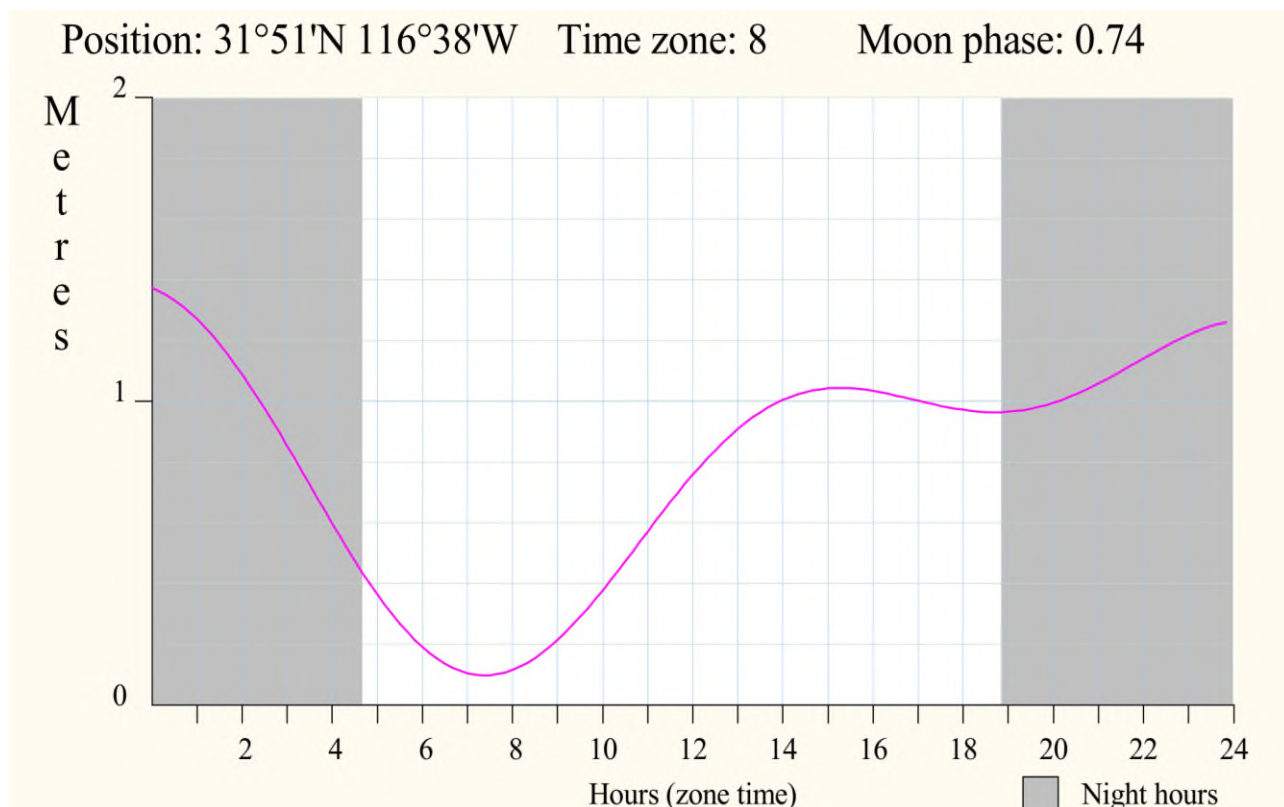


Рисунок 2.4 – Графік приливів в порту Енсенาดา

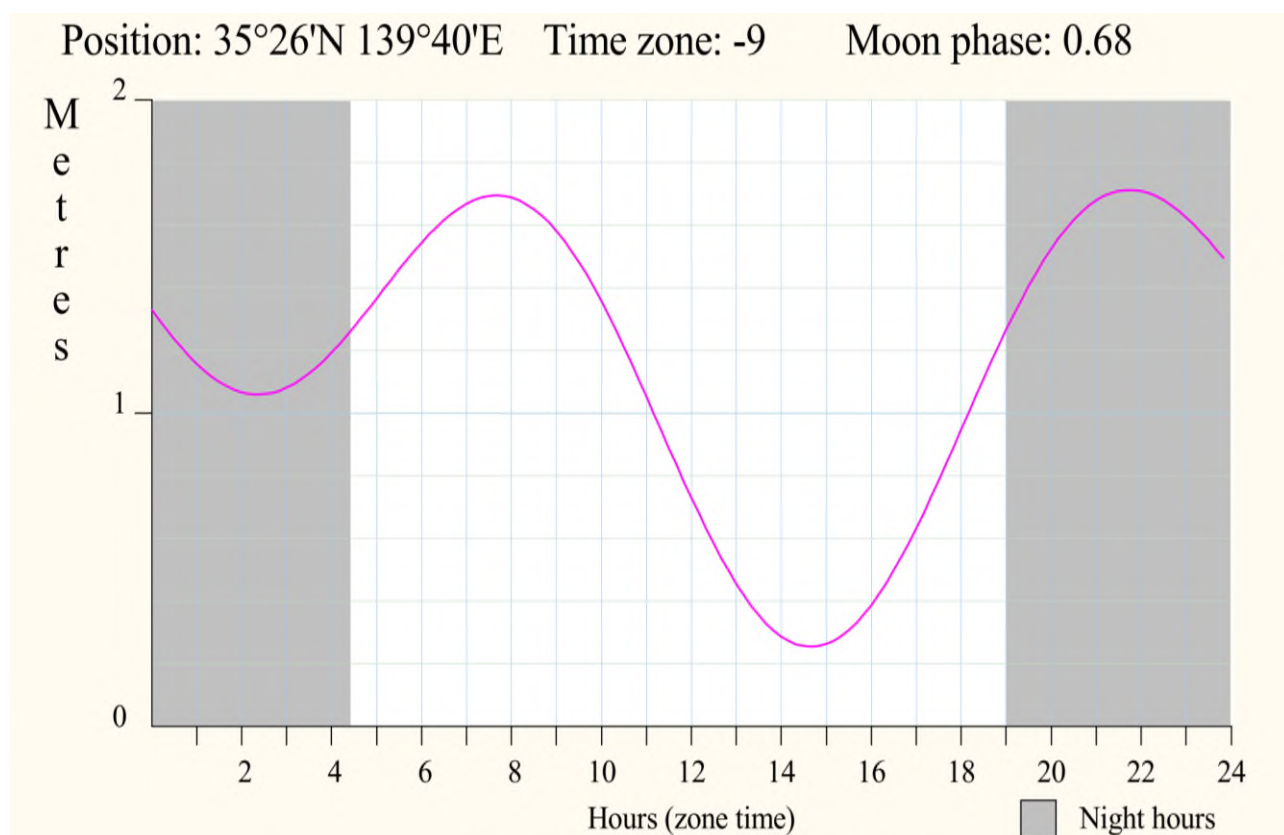


Рисунок 2.5 – Графік приливів в порту Йокогама

РОЗДІЛ 3

ОБРОБКА ТА РОЗМІЩЕННЯ ВАНТАЖІВ

3.1 Транспортні характеристики вантажів

3.1.1 Навалювальні вантажі

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

До перевезення прийнятий вантаж – цемент.

Цемент – це дрібно подрібнений порошок, який стає майже рідким за своєю природою під час аерації або значно порушується, створюючи таким чином дуже мінімальний кут природного укусу. Після завантаження є майже відразу відбувається повна деаерація, і продукт осідає в стабільну масу [21].

Цементний пил може викликати серйозне занепокоєння під час завантаження та розвантаження, якщо судно не є спеціально призначеним для перевезення даного вантажу, як судно типу цементовоз або берегове обладнання не оснащене спеціальним пилоутримувачем.

Цемент є негорючим або малопожежним. При провітрюванні може зміщуватися. Формування штабелю і сегрегація немає особливих вимог. Особливих вимог до вантажних приміщень немає, вони мають бути чисті та сухі відповідно до небезпеки вантажу.

Під час завантаження цементу, він повинен зберігатися настільки сухим, наскільки це можливо. Під час дощу (сильного вологого повітря) цемент не підлягає обробці протягом. При перевантаженні цементу всі непрацюючі люки вантажних приміщень закриваються, або такі, які мають бути завантаженими, закриваються.

Виконуючи завантаження судна цим вантажем, корпус повинен триматися вертикально. Цемент повинен бути таким чином укладений, щоб межі вантажного приміщення, тобто кут поверхні вантажу до горизонтальної площини не перевищував 25 градусів.

Як питома вага, так і характеристики потоку цей вантаж залежить від об'єму повітря у вантажі. Об'єм повітря в цьому вантажі може становити до 12%. Цемент демонструє текучий стан до осідання. Вантаж цемент класифікується в IMSBC Code як вантаж групи С. Цемент не схильний до зрідження та не має хімічних небезпек, характерних для груп А чи В. Кут *natural repose* перевищує 30°, що дозволяє стандартне розміщення без додаткових обмежень для зернових вантажів [22].

Після закінчення завантаження цього вантажу люки вантажних приміщень опечатуються, в міру необхідності. Судно не відправляється у рейс, доки вантаж не осяде. Після перевірки розрахунку відбувається перекладка вантажу, не повинно статися так, що кут поверхні з горизонтальною площиною не перевищує 30°.

Під час рейсу всі вентиляційні отвори та шляхи доступу до вантажних приміщень повинні бути закриті.

Необхідно вжити відповідних запобіжних заходів для захисту машин і житлових приміщень від пилу вантажу.

Трюмні колодязі вантажних приміщень повинні бути захищені від проникнення вантажу. Необхідно приділити належну увагу захисту обладнання від пилу вантажу.

Особи, які можуть піддаватися впливу пилу вантажу, повинні носити захисний одяг, окуляри або інші еквівалентні засоби захисту очей від пилу та маски з пиловим фільтром, якщо необхідно. Трюмні колодязі повинні бути чистим, сухим і накритим належним чином, щоб запобігти проникненню вантажу.

Вантажні приміщення, в яких перевозиться цей вантаж, не повинні вентилюватися під час рейсу.

Трюмні води у вантажних приміщеннях, де перевозиться цей вантаж, не повинні перекачуватися, якщо не вжито спеціальних запобіжних заходів.

На підставі наведеної інформації по вантажу представимо в табл. 3.1 його транспортні характеристики.

Таблиця 3.1 – Транспортні характеристики

Назва вантажу	IMSBC Code			IMDG Code	Норми вантажних робіт, т/добу	
	Група	Питомий навантажувальний об'єм, м ³ /т	Кут природного укоосу, °			
Цемент	С	0,835	>40	-	25000	32000

Документи, які були використані в процесі збору інформації що до транспортних властивостей вантажу і правил їх перевезки:

1. Декларація про вантаж.
2. Сертифікат о характеристиці вантажу на момент завантаження.
3. Міжнародний кодекс морського перевезення навалювальних вантажів.

При описанні транспортних характеристик вантажу і правил їх перевезення використовують наступні документи:

- Сертифікат характеристик вантажу на момент завантаження (Certificate of Transport Characteristics of cargo at the Moment of Loading);

- Довідка про відбір проб для визначення сертифікуємих параметрів (Certificate about sampling procedure to define certified parameters);

- Декларація транспортних характеристик і умов безпечного морського перевезення навалювального вантажу (Declaration of the Transportation Characteristics and Conditions for the Safe Carriage of Bulk Cargo).

3.2 Підготовка вантажних приміщень до прийому вантажу

Номенклатура, властивості вантажів, характеристики вантажних приміщень і умови майбутнього рейсу зумовлюють підготовку судна. Всі вантажні пристрої судна повинні бути повністю підготовлені до прийому вантажу, обумовленого в договорі морського перевезення. Взаємна інформація судна і порту призначення про час прибуття і про вантаж дозволить скоротити стоянку судна в порту і своєчасно підготувати вантажні пристрої судна і причал порту до вантажних операцій [23].

У попередній інформації Капітан повинен повідомити відомості про осадку судна, кількість вантажу і розподіл його по трюмах або танках, наявності палубного вантажу, найменування вантажоодержувачів, справність суднових перевантажувальних засобів, а також про всі потреби судна в паливі, воді, продуктах, необхідному ремонті та інших потребах судна, задоволення яких входить в обов'язки порту.

Приведення трюмів, у відповідне для даного вантажу стану починається з очищення залишків раніше перевезеного вантажу, прибирання сміття. Далі підготовка ведеться залежно від особливостей вантажу, підготовленого до перевезення. До завантаження вантаж повинен надаватися сухим, л'яла повинні бути висушені і захищені від розсипу вантажу. Попадання вантажу в стічні колодязі приводить їх в непридатність. Що стосується підготовки до завантаження трюмів описуваного судна, то вона проводилася наперед на баластному переході з порту вивантаження.

Всі електричні кабелі і їх компоненти, розташовані в вантажних приміщеннях і прилеглого до них простору мають бути перевірені на наявність дефектів. Такі кабелі та електричні компоненти повинні бути безпечними для використання в вибухонебезпечній атмосфері або ізольовані. Положення цього пункту не повинні застосовуватися до машинного відділення, де машинне відділення відокремлене від вантажного простору газонепроникним перебиранням без прямого доступу.

У випадку, якщо залишки цього вантажу необхідно вимити, вантажні приміщення та ін. конструкції та обладнання, які могли контактувати з цим вантажем або його пилом, повинні бути перед промиванням ретельно вимити. Особливу увагу слід приділяти трюмним колодязям і каркасу у вантажних приміщеннях. Стаціонарні осушувальні насоси не повинні використовуватися для перекачування вантажу, оскільки цей вантаж може вивести з ладу трюмні системи.

Слід зазначити особливості завантаження і вивантаження. Під час завантаження вахтовий помічник зобов'язаний стежити за рівномірністю вантаження. Особливо важливий цей момент на кінець вантаження, оскільки крен повинен бути рівний нулю. У разі випадання осадків необхідно припиняти вантажні роботи, оскільки підмочка вантажу черевата наслідками в порту розвантаження. Перед початком вантажних операцій верхня палуба повинна бути звільнена від всяких сторонніх предметів, перешкоджаючих вантажним роботам або розміщенню вантажу на палубі; крани повинні бути перевірені і приведені в робоче положення; вантажні люки відкривають, якщо немає атмосферних опадів; верхня палуба, трюми і місця вантажних робіт повинні бути добре освітлені палубними і переносними вогнями (люстрами). Готовність судна до прийому вантажу перевіряють відповідні організації, а частіше за весь сюрвейєр найняті вантажовідправником. Враховуючи особливості приймається в даному рейсі вантажу, слід зазначити, що для забезпечення якісної доставки товару необхідно ретельно прибрати, осушити і провітрити вантажні приміщення. Після миття трюми повинні бути добре просушені. Сушка здійснюється включенням вентиляції або відкриттям всіх кришок трюмів [24].

Судно повинне бути належним чином обладнане і мати на борту відповідні прилади для вимірювання такі, що не потребують входу в вантажне простір:

- 1) концентрація метану в атмосфері;
- 2) концентрація кисню в атмосфері;
- 3) концентрація оксиду вуглецю в атмосфері;

4) значення рН зразків трюму вантажного простору.

Ці прилади повинні регулярно обслуговуватися і калібрувати. Судновий персонал повинен бути навчений використовувати такі інструменти.

Після закінчення підготовки судна до вантажних робіт, капітан подає на ім'я начальника порту або на адресу вантажовідправника «Сповіднення капітана», яким він формально фіксує фактичну готовність судна до вантаження. В Сповідненні капітана повідомляють про дату, часу готовності судна до прийому (здачі) вантажу через відповідні люки трюмів, вантажопідйомності суднових вантажних засобів, часу прийому палива і води і інших потребах судна. До початку вантаження факт готовності вантажних приміщень оформляють актом [25].

Завантаження і розвантаження вантажів на судні супроводжується оформленням ряду документів, що проходять через судно і візованих капітаном, старшим помічником і судовими тальманами. Вони включають:

- Загальні документи вантажного звіту;
- Документи про кількість і приналежність вантажу;
- Документи, що засвідчують якісне полягання вантажу;
- Документи про час поведження з вантажем на судні.

Документи про кількість і приналежність вантаже [26]:

1. Вантажний ордер (Shipping Order) – первинний транспортний документ, що містить всі необхідні дані про вантаж і служить підставою для його приймання на судно або виписки коносаменту на цей вантаж; підписується вантажовідправником. У разі передачі вантажу на судно на підставі вантажного ордеру, старший помічник ставить свій підпис на копіях, які з цієї миті називаються штурманською розпискою.

2. Тальманська розписка (Tally Sheet) – підписується лічильником вантажу від судна і від порту і використовується при оформленні документів на передану кількість вантажів, а також при розгляді претензій по вантажу.

3. Списки на вантажі, дозволені митницею – підписуються представниками порту, повинні звірятися з даними тальманських розписок.

Якщо при здачі вантажу вантажоодержувач робить зауваження по зміні якості вантажу, що відбулася не з вини судна, старший помічник зобов'язаний зробити запис в графі зауважень про те, що судно не несе відповідальності за вказані одержувачем дефекти.

4. Маніфест (Manifest Cargo) – список коносаментів і основних відомостей про вантажі (відправник, одержувач, маркіровка, рід упаковки, кількість, маса, номери коносаментів, нарядів і фрахт) що пред'являється судновою адміністрацією митним органам, агентам і стивидорною компанією в портах призначення. Число екземплярів визначається звичаями портів. Використовується для обліку перевезених вантажів і стягнення фрахту; контролю над якістю і підлягаючим зберігання перевезенням вантажів.

Документи про час робіт з вантажем на судні

1. Нотіс про готовність (Notice Readiness) – документ, що засвідчує готовність судна до виробництва вантажних операцій. Нотіс про готовність вважається документом, що визначає початок часу стоянки, якщо він поданий в терміни, встановлені договором про морське перевезення. Підписується капітаном.

2. Таймшит (Time Sheet) – акт обліку часу стоянки – складають в кожному порту вантаження і вивантаження. Його підписує капітан і представник фрахтувальника.

3. Гарантійний лист (Letter Indemnity) – лист про відшкодування збитку вантажовідправником по загальній аварії і іншим витратам по вантажах, що відправляються. Його складає агент вантажовідправника на підставі штурманських розписок для видачі чистого коносамента.

4. Список обмовок на невідповідність розмірів або маси вантажних місць з додатком листа агента судновласника на адресу фрахтувальника про захист інтересів судновласника, на випадок пред'явлення претензій по доставленому вантажу в порт призначення.

5. Акт по сталійному часу – складають при виникненні суперечок по численню періоду часу завантажувально-розвантажувальних робіт.

3.3 Розрахунок чистої вантажопідйомності судна

Повна розрахункова водотоннажність судна Δ_p , яка служить початковою величиною при визначенні її чистої вантажопідйомності Δ_q на рейс, залежить від вантажних марок в портах вантаження і вивантаження і вантажних марок і обмежень осадки на трасі переходу.

Для визначення Δ_p необхідно по карті зон і сезонних районів визначити діючі вантажні марки відповідно до пори року. Перехід Енсенада – Йокогама починається в зоні дії тропічної вантажної марки і закінчується в зоні дії літньої вантажної марки без обмежень по осіданню [27].

За розрахункову водотоннажність приймаємо, установлене для зони дії літньої вантажної марки.

Повна водотоннажність:

$$\Delta_p = \Delta_{\text{л}} + P_T \leq \Delta_T; \quad (3.1)$$

$$\Delta_T = \Delta_{\text{л}} + (1/48) \cdot T_{\text{л}} \cdot 100 \cdot m; \quad (3.2)$$

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

$T_{\text{л}}$ – осадка судна по літню вантажну марку, м;

m – приріст водотоннажності, т;

З Ship particular обираємо значення водотоннажності:

$$\Delta_T = 207213,1 \text{ т}$$

$$P_T = (L_T / V \cdot 24) \cdot q_{\text{зап. ходу}}$$

$$P_T = 1000 \cdot 46 / 15 \cdot 24 = 128 \text{ т};$$

$$\Delta_p = 202616,8 + 128 = 202744,8 \leq 207213,1 \text{ т}$$

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

$$\Delta_W = \Delta_p - \Delta_0, \quad (3.3)$$

де Δ_0 – водотоннажність судна порожньому, т.

$$\Delta_W = 202744,8 - 27397 = 175347,8 \text{ т.}$$

Ходовий час визначається по формулі:

$$t_x = S / (V_s \cdot 24) + t_{зт} \quad (3.4)$$

де: V_s – швидкість судна;

S – протяжність траси переходу, милі;

$t_{зт}$ – час затримок судна в дорозі, діб.

$$t_x = 5093 / (15 \cdot 24) + 0,1 = 14,2 \text{ діб.}$$

Нормативна тривалість часу стоянки розраховується по формулі:

$$t_{ст} = \frac{\sum_{i=1}^n Q_i}{M} + t_{дод} \quad (3.5)$$

де: Q_i – маса вантажу одного найменування, т;

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

M – валова норма вантажних робіт, т/діб;

$t_{дод}$ – додатковий час затримки в порту.

Час стоянки розраховують в два наближення, але оскільки в рейсі фактично перевозився один вантаж – цемент в кількості (125720 т), то розрахунки виглядатимуть так:

$$t_{ст} = 125720 / 32000 + 0,05 = 3,97 \text{ діб}$$

Для порту відходу час стоянки не враховуємо, адже запаси на момент відбуття в рейс вже будуть враховані, як витрачені.

Кількість вантажу, яка може прийняти судно, залежить від величини запасів.

Звичайно немає необхідності враховувати запаси стоянок, що витрачаються в порту завантаження, оскільки до моменту закінчення вантаження запаси стоянок, передбачені на якийсь час вантаження будуть витрачені. Тому загальна кількість рейсових запасів $P_{\text{зап}}$ розраховується як сума ходових запасів $P_{\text{зап}}^x$ і необхідних для порту вивантаження стояночних запасів $P_{\text{зап}}^{\text{ст}}$:

$$P_{\text{зап}} = P_{\text{зап}}^x + P_{\text{зап}}^{\text{ст}}; \quad (3.6)$$

Кількість ходових запасів складає суму:

$$P_{\text{зап}}^x = P_T^x + P_B^x + P_{\text{см}}^x; \quad (3.7)$$

де: P_T^x , P_B^x , $P_{\text{см}}^x$ – відповідно кількість палива, води і змащувального масла необхідне на перехід від порту вантаження до порту вивантаження з урахуванням коефіцієнта штормового запасу $k_{\text{шт}}$, який залежить від району і пори року плавання, в нашому випадку він рівний $k_{\text{шт}}=1,2$.

$$P_T^x = q_T^x \cdot t_x \cdot k_{\text{шт}}; \quad (3.8)$$

$$P_B^x = q_B^x \cdot t_x \cdot k_{\text{шт}}; \quad (3.9)$$

$$P_{\text{см}}^x = 0,05 \cdot P_T^x. \quad (3.10)$$

де: q_T^x , $q_{\text{д}}^x$, q_B^x , $q_{\text{м}}^x$ – добова норма витрачання палива, води і змащувального масла на ходу судна відповідно, т/діб.

$$P_T^x = 46 \cdot 14,2 = 653,2 \text{ т};$$

$$P_{\text{д}}^x = 0,2 \cdot 14,2 = 2,8 \text{ т};$$

$$P_B^x = 5 \cdot 14,2 = 71 \text{ т};$$

$$P_{\text{см}}^x = 0,26 \cdot 14,2 = 3,7 \text{ т};$$

$$P_{\text{зап}}^x = (653,2 + 2,8 + 71 + 3,7) = 730,7 \text{ т};$$

Аналогічно знаходять кількість запасів стоянок:

$$P_{\text{зап}}^{\text{ст}} = P_{\text{т}}^{\text{ст}} + P_{\text{в}}^{\text{ст}} + P_{\text{см}}^{\text{ст}}; \quad (3.11)$$

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

$$P_{\text{в}}^{\text{ст}} = q_{\text{в}}^{\text{ст}} \cdot t_{\text{ст}}; \quad (3.13)$$

$$P_{\text{см}}^{\text{ст}} = 0,05 \cdot P_{\text{т}}^{\text{ст}}. \quad (3.14)$$

де $q_{\text{т}}^{\text{ст}}$, $q_{\text{в}}^{\text{ст}}$, $q_{\text{см}}^{\text{ст}}$ – добова норма витрачання палива, води і змащувального масла на стоянці судна відповідно, т/діб.

$$P_{\text{т}}^{\text{ст}} = 6 \cdot 3,97 = 23,8 \text{ т};$$

$$P_{\text{в}}^{\text{ст}} = 3,2 \cdot 3,97 = 12,7 \text{ т};$$

$$P_{\text{см}}^{\text{ст}} = 0,05 \cdot 3,97 = 0,2 \text{ т};$$

$$P_{\text{зап}}^{\text{ст}} = 23,8 + 12,7 + 0,2 = 36,7 \text{ т};$$

$$P_{\text{зап}} = 730,7 + 36,7 = 767,4 \text{ т}.$$

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

$$\Delta_{\text{ч}} = \Delta_{\text{W}} - P_{\text{зап}} - \text{const}; \quad (3.15)$$

де const – константа, яка включає всі невраховані в розрахунках вагові навантаження.

Константа const = 364 т.

$$\Delta_{\text{ч}} = 175347,8 - 767,4 - 364 = 174216,4 \text{ т}.$$

Через те, що рейс виконувався за реальними даними, то кількість запасів прийнято більше за розраховану кількість.

Значення чистої вантажопідйомності судна визначає максимальну кількість вантажу, яке судно може прийняти до перевезення на даний рейс. Фактична ж кількість вантажу, що приймається, залежить від вантажомісткості і питомої вантажомісткості судна, а також від питомого вантажного об'єму судна u [21].

Відомості про масу і обсяг завантаженого вантажу представлене в табл. 3.2.

Таблиця 3.2 – Відомості про маси і об'єм партій вантажу, який приймається

Найменування вантажу	Маса вантажу, Q_i , т	Питомий вантажний об'єм вантажу, U_i , м ³ /т	Об'єм займаний вантажем, V_i , м ³
Цемент	125720	0,835	104976,2

$$Q \leq \Delta_{\text{ч}}, \quad (3.16)$$

$$125720 \leq 174216,4 \text{ т};$$

$$V \leq W_{\text{с}}, \quad (3.17)$$

$$104976,2 \leq 197132,1 \text{ м}^3.$$

Фактична маса та об'єм вантажів не перевищують розраховану чисту вантажопідйомність судна на рейс, та об'єм суднових вантажних приміщень. Отримані данні з табл. 3.2 використовуються в наступному розділі при розрахунку остійності.

3.4 Складання вантажного плану

Перевізник несе відповідальність за неправильне розміщення вантажів на судні. Неправильне або невдале розміщення вантажів, перевантаження окремих відсіків неминуче приводить до перенапружень корпусу, а в окремих випадках до пошкоджень і навіть аварії судна. Тому судно повинне бути завантажено так, щоб не з'явився крен, були належний диферент і достатня остійність, не були порушені умови місцевої і загальної міцності. Це досягається відповідним розподілом вагового навантаження по вантажних приміщеннях судна.

При перевезенні різнорідних вантажів в практиці використовується принцип розподілу вагового навантаження по довжині судна пропорційно кубатурі вантажних приміщень за допомогою коефіцієнта співвідношення вантажомісткості кожного вантажного приміщення (K_i):

$$K_i = \frac{W_i}{W_c}, \quad (i = 1, 2, \dots, n); \quad (3.18)$$

де: W_i – вантажомісткість i -го вантажного приміщення, m^3 ;

W_c – вантажомісткість судна, m^3 ;

n – кількість вантажних приміщень.

Значення розподіленої маси для i -го вантажного приміщення (Q_i) визначається як добуток коефіцієнта співвідношення вантажомісткості i -го вантажного приміщення на розраховану загальну масу вантажів ($Q_{\text{полн}}$):

$$Q_i = K_i \cdot Q_{\text{полн}} \quad (3.19)$$

Результати розрахунків представляємо в табл. 3.3.

Таблиця 3.3 – Розподіл вагового навантаження по вантажних приміщеннях судна

Найменування вантаж. приміщення	Вантажомісткість вантаж. приміщення, W_i (m^3)	Коеф. співвідношення, K_i	Максимально доп. вагове навантаження вантажного прим., Q_i , т
1	2	3	4
Трюм №1	18783,8	0,0953	11979,3
Трюм №2	22528,6	0,1143	14367,5
Трюм №3	23373,2	0,1186	14906,1
Трюм №4	22556,8	0,1144	14385,5
Трюм №5	22556,8	0,1144	14385,5
Трюм №6	22556,8	0,1144	14385,5
Трюм №7	22541,4	0,1143	14375,7

Продовження табл. 3.3

1	2	3	4
Трюм №8	22734,9	0,1153	14499,1
Трюм №9	19499,9	0,0989	12436,0
Разом	197132,1	1,0	125720

За наслідками розподілу вантажів складемо зведену табл. 3.4 .

Таблиця 3.4 – Розміщення вантажів на судні

Наймен. вантажного приміщення	Назва вантажів		Всього	
	Цемент			
	Маса, т	Об'єм, м ³	Маса, т	Об'єм, м ³
Трюм 1	12090,8	14480	12090,8	14480
Трюм 2	12434,8	14892	12434,8	14892
Трюм 3	12503,3	14974	12503,3	14974
Трюм 4	12487,4	14955	12487,4	14955
Трюм 5	11900,4	14252	11900,4	14252
Трюм 6	11520,5	13797	11520,5	13797
Трюм 7	11153,9	13358	11153,9	13358
Трюм 8	11025,3	13204	11025,3	13204
Трюм 9	9859,7	11808	9859,7	11808
Разом	104976,1	125720	104976,1	125720

Прийняті данні використовуються в розрахунках наступного розділу.

3.5 Характеристика експлуатаційних умов рейсу

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

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

Порт відходу: Ensenada [14].

У порту Ensenada діє тропічна вантажна марка.

Державні свята: 1 січня, 5 лютого, 21 березня, 14 квітня, 1 травня, 5 травня, 16 вересня, 12 жовтня, 20 листопада, 1 грудня й 25 грудня.

Час роботи: За нормою 0800-1200 і 1300-1700 год. Понаднормова робота надається по запиту.

Порт приходу: Yokohama.

У порту Yokohama діє літня вантажна марка.

Державні свята: 1 січня, 2 січня, 3 січня, 15 січня, 11 лютого 20 березня, 29 квітня, 3 травня, 4 травня, 5 травня, 20 липня, 15 вересня, 23 вересня, 10 жовтня, 3 листопада, 23 листопада, 21 грудня, 23 грудня, 29 грудня, 30 грудня, 31 грудня.

Час роботи: Протягом 24 годин.

Години роботи стивідорів в: з понеділка по п'ятницю: вдень, 0830-1200, 1300-1730 год., вночі 1900-0001, 0100-0400 год., субота: 0830-1200 год. Неділя, 31 грудня, 1-3 січня, 20 липня (День моря): не працюють.

Відстань між портами: $S = 5093$ милі.

РОЗДІЛ 4

ОЦІНКА МОРЕХІДНИХ ЯКОСТЕЙ СУДНА

В даному розділі виконується оцінка морехідних якостей судна, яка визначає його здатність безпечно експлуатуватися в різних умовах моря, включаючи хвилювання, вітер та пошкодження. Ці якості охоплюють плавучість, остійність, непотоплюваність, ходовість, керованість та міцність корпусу.

4.1 Розрахунок водотоннажності й координат центра ваги судна

Для оцінки морехідних якостей використовувались Інформація про остійність (SC4481-050-07JS – Final Loading Manual). Абсциси відраховуються від кормового перпендикуляру. Диферент на корму має знак «–», а на ніс «+».

Розподіл запасів на судні на відхід представлений в табл. 4.1 [1, 2].

Таблиця 4.1 – Розподіл запасів на відхід

Найменування цистерн	Місткі- сть, т	Маса, т	Плечі, м		Моменти, тм	
			x	z	M _x	M _z
1	2	3	4	5	6	7
Моторне паливо $\rho = 0,990 \text{ т/м}^3$						
NO.1 FUEL OIL TK(P)	985,2	485,5	75,762	21,23	36782	10307
NO.1 FUEL OIL TK(S)	985,2	477,9	75,762	21,22	36207	10141
NO.2 FUEL OIL TK(P)	976,6	492,4	50,419	21,59	24826	10631
NO.2 FUEL OIL TK(S)	976,6	511,7	50,405	21,65	25792	11078
H.F.O. SERV.TK NO.1(S)	61,8	60,8	32,40	21,30	1970	1295
H.F.O. SERV.TK NO.2(S)	57,3	56,3	25,20	21,30	1419	1199
H.F.O. SETT.TK NO.1(S)	61,8	60,5	32,40	21,30	1960	1289
H.F.O. SETT.TK NO.2(S)	57,3	55,9	25,20	21,30	1409	1191

Продовження табл. 4.1

1	2	3	4	5	6	7
Всього моторного палива		2201,0	59,23	21,41	130365	47131
Дизельне паливо $\rho = 0,850 \text{ т/м}^3$						
M.D.O.TK(P)	125,2	88,4	35,15	21,99	3107	1944
M.D.O.SERV.TK(P)	33,2	30,8	30,40	21,80	936	671
M.G.O.SERV.TK(P)	33,2	31,1	30,40	21,80	945	678
M.G.O.TK(P)	137,7	105,4	30,08	22,02	3170	2321
Всього дизельного палива		255,7	31,9	21,96	8158	5614
Мастило $\rho = 0,900 \text{ т/м}^3$						
A/E LO SETT. TK(S)	13,7	5,8	14,40	19,90	84	115
A/E LO STORE TK(S)	13,8	4,9	14,40	19,70	71	97
CYL OIL STORE	52,8	24,3	26,41	20,43	642	496
CYL O.STOR.LOW SUL	46,1	18,6	24,43	20,24	454	376
M/E LO SETT. TK(S)	39,9	15,8	18,85	19,83	298	313
M/E LO STORE TK(S)	47,0	19,5	15,80	19,85	308	387
M/E LO SUMP. TK	34,8	11,7	24,40	1,11	285	13
Всього мастила		100,6	21,29	17,86	2142	1797
Вода $\rho = 1,000 \text{ т/м}^3$						
FRESH WATER TK(P)	275,8	200,0	8,215	21,37	1643	4274
FRESH WATER TK(S)	197,2	150,0	7,329	21,38	1099	3207
DISTILL WATER TK(S)	78,6	70,0	10,411	21,87	729	1531
Всього води		420,0	8,26	21,46	3471	9012
Інші танки						
COOLING WATER TK	44,4	44,4	9,63	4,10	428	182
BILGE HOLDING TK	60,2	10,8	14,87	0,47	161	5
Всього		55,2	10,67	3,39	589	187
ВСЬОГО ЗАПАСІВ:		3032,5	47,72	21,02	144725	63741

Розподіл запасів на судні на прихід представлений в табл. 4.2.

Таблиця 4.2 – Розподіл запасів на прихід

Найменування цистерн	Місткість, т	Маса, т	Плечі, м		Моменти, тм	
			x	z	M _x	M _z
1	2	3	4	5	6	7
Моторне паливо $\rho = 0,990 \text{ т/м}^3$						
NO.1 FUEL OIL TK(P)	985,2	155,5	75,755	19,91	11780	3096
NO.1 FUEL OIL TK(S)	985,2	154,7	75,755	19,91	11719	3080
NO.2 FUEL OIL TK(P)	976,6	492,4	50,419	21,59	24826	10631
NO.2 FUEL OIL TK(S)	976,6	511,7	50,405	21,65	25792	11078
H.F.O. SERV.TK NO.1(S)	61,8	60,8	32,40	21,30	1970	1295
H.F.O. SERV.TK NO.2(S)	57,3	56,3	25,20	21,30	1419	1199
H.F.O. SETT.TK NO.1(S)	61,8	60,5	32,40	21,30	1960	1289
H.F.O. SETT.TK NO.2(S)	57,3	55,9	25,20	21,30	1409	1191
Всього моторного палива		1547,8	52,25	21,23	80875	32859
Дизельне паливо $\rho = 0,850 \text{ т/м}^3$						
M.D.O.TK(P)	125,2	85,6	35,15	21,95	3009	1879
M.D.O.SERV.TK(P)	33,2	30,8	30,40	21,80	936	671
M.G.O.SERV.TK(P)	33,2	31,1	30,40	21,80	945	678
M.G.O.TK(P)	137,7	105,4	30,08	22,02	3170	2321
Всього дизельного палива		252,9	31,87	21,94	8060	5549
Мастило $\rho = 0,900 \text{ т/м}^3$						
A/E LO SETT. TK(S)	13,7	5,8	14,40	19,90	84	115
A/E LO STORE TK(S)	13,8	4,9	14,40	19,70	71	97
CYL OIL STORE	52,8	22,3	26,41	20,22	589	451
CYL O.STOR.LOW SUL	46,1	18,6	24,43	20,24	454	376
M/E LO SETT. TK(S)	39,9	15,8	18,85	19,83	298	313
M/E LO STORE TK(S)	47,0	17,8	15,80	19,78	281	352

Продовження табл. 4.2

1	2	3	4	5	6	7
M/E LO SUMP. ТК	34,8	11,7	24,40	1,11	285	13
Всього мастила		96,9	21,28	17,72	2062	1717
Вода $\rho = 1,000 \text{ т/м}^3$						
FRESH WATER ТК(P)	275,8	160,0	8,219	20,85	1315	3336
FRESH WATER ТК(S)	197,2	119,0	7,332	20,96	873	2494
DISTILL WATER ТК(S)	78,6	70,0	10,411	21,87	729	1531
Всього води		349,0	8,36	21,09	2917	7361
Інші танки						
COOLING WATER ТК	44,4	44,4	9,63	4,10	428	182
BILGE HOLDING ТК	60,2	10,8	14,87	0,47	161	5
Всього		55,2	10,67	3,39	589	187
ВСЬОГО ЗАПАСІВ:		2301,8	41,06	20,71	94503	47673

Розподіл вантажів представлений у табл. 4.3.

Таблиця 4.3 – Розподіл вантажів

Найменування приміщень	Об'єм прим., м^3	Об'єм вантажу, м^3	Маса вантажу, т	Плечі, м		Моменти, тм	
				x	z	M_x	M_z
1	2	3	4	5	6	7	8
Трюм №1	18783,8	12090,8	14480	256,85	10,41	3719188	150737
Трюм №2	22528,6	12434,8	14892	232,42	8,95	3461199	133283
Трюм №3	23373,2	12503,3	14974	206,22	8,78	3087938	131472
Трюм №4	22556,8	12487,4	14955	180,01	8,92	2692050	133399
Трюм №5	22556,8	11900,4	14252	154,23	8,69	2198086	123850
Трюм №6	22556,8	11520,5	13797	128,49	8,51	1772777	117412
Трюм №7	22541,4	11153,9	13358	102,73	8,38	1372267	111940

Продовження табл. 4.3

1	2	3	4	5	6	7	8
Трюм №8	22734,9	11025,3	13204	76,67	8,46	1012351	111706
Трюм №9	19499,9	9859,7	11808	50,33	9,65	594297	113947
ВСЬОГО ВАНТАЖУ	104976,1	125720	158,37	8,97	19910153	1127746	

На прихід необхідно прийняти баласт для забезпечення посадки без носового диференту.

Розподіл баласту представлено в табл. 4.4.

Таблиця 4.4 – Розподіл баласту

Найменування цистерн	Міст- кість, т	Маса т	Плечі, м		Моменти, тм	
			x	z	M _x	M _z
AFT W.B.T.	1399,4	400	6,79	13,52	2716	5408
ВСЬОГО БАЛАСТУ:		400	6,79	13,52	2716	5408

На основі виконаних розподілів вантажу, запасів і баласту складемо таблицю зведених даних і розрахунку водотоннажності з указівкою координат центру ваги судна на відхід в табл. 4.5.

Таблиця 4.5 – Зведені дані і розрахунок водотоннажності на відхід

Найменування статей навантаження	Маса, т	Плечі, м		Моменти, тм	
		x	z	M _x	M _z
Судно порожнє	27397	135,14	15,55	3702431	426023
Константа	364,0	86,80	20,50	31595	7462
Суднові запаси	3032,5	47,72	21,02	144725	63741
Вантаж	125720	158,37	8,97	19910153	1127746
РАЗОМ ВОДОТОННАЖНІСТЬ:	156513,5	151,99	10,38	23788904	1624972

На прихід зведені дані і розрахунок водотоннажності в табл. 4.6.

Таблиця 4.6 – Зведені дані і розрахунок водотоннажності на прихід

Найменування статей навантаження	Маса, т	Плечі, м		Моменти, тм	
		x	z	M _x	M _z
Судно порожнє	27397	135,14	15,55	3702431	426023
Константа	364,0	86,80	20,50	31595	7462
Суднові запаси	2301,8	41,06	20,71	94503	47673
Вантаж	125720	158,37	8,97	19910153	1127746
Баласт	400,0	6,79	13,52	2716	5408
РАЗОМ ВОДОТОННАЖНІСТЬ:	156182,8	152,01	10,34	23741398	1614312

Схематично вантажний план представлений на рис. 4.1.

4.2 Розрахунки посадки і початкової остійності

Розрахунок посадки судна на відхід на прихід виконується з використанням вантажної шкали і гідростатичних кривих [1, 2]

Таблиця 4.7 – Розрахунки посадки судна на відхід і на прихід

Найменування величин	Позначення і формули	Значення величин	
		відхід	прихід
1	2	3	4
Водотоннажність масова, т	D	156513,5	156182,8
Абсциса центра ваги судна, м	x _g	151,99	152,01
Водотоннажність об'ємна, м ³	V = D / ρ	152696	152373
Густина забортної води, т/м ³	ρ	1,025	1,025
Осадка судна, м	T	14,40	14,37

m/v MINERAL BRUSSEL

Stowage Plan

LOAD PORT: Ensenada, Mexico

Cargo Loaded: CEMENT

DISCH. PORT: Yokohama, Japan

Grade A : CEMENT

Quantity (Grade A) loaded: 125 720 mts

Total C.O.B : 125 720 mts

Grade B :

Quantity (Grade B) loaded:

Date : 5-Jun-2025

Grade C :

Quantity(Grade C) loaded:

GRAND TOTAL

125 720 mts

	9 11808 mts 50,6%	8 13204 mts 48,5%	7 13358 mts 49,5%	6 13797 mts 51,1%	5 14252 mts 52,8%	4 14955 mts 55,4%	3 14974 mts 53,5%	2 14892 mts 55,2%	1 14480 mts 64,4%	
	CEMENT	CEMENT	CEMENT	CEMENT	CEMENT	CEMENT	CEMENT	CEMENT	CEMENT	

Ensenada

Departure Drafts

Forward : 14,40 mtrs

Mid : 14,40 mtrs

Aft : 14,40 mtrs

Density 1,025

Store

Displ	156514	
HFO	2201,0	mt
MDO	255,7	mt
LO	100,6	mt
FW	420,0	mt
BW	0	mt
Const	364	mt
Difflection	55,2	mt
Cargo	125720	mt

Master

Рисунок 4.1 – Схема вантажного плану судна

Продовження табл. 4.7

1	2	3	4
Момент диферентуючий на 1 см, тм/см	M_{cm}	2371,0	2369,2
Абсциса центра величини судна, м	x_c	151,99	152,01
Абсциса Ц.В. площі ватерлінії, м	x_f	144,66	144,70
Апліката поперечного метацентра, м	z_m	19,05	19,05
Коефіцієнт загальної повноти	δ	0,833	0,833
Диферент судна, м	$d = D(x_g - x_c) / (100 M_{cm})$	0,00	0,00
Осадка судна носом, м	$T_H = T + (L - x_f) d / L$	14,40	14,37
Осадка судна кормою, м	$T_K = T_H - d$	14,40	14,37

Для виконання розрахунків та контролю остійності судна необхідно визначити поправки на вплив вільної поверхні рідких вантажів (запасів) до метацентричної висоти і плечам статичної остійності (табл. 4.8).

Таблиця 4.8 – Виправлення на вплив вільної поверхні рідких вантажів

Найменування цистерн	Δm_h , тм
NO.1 FUEL OIL TK(P)	1314
NO.1 FUEL OIL TK(S)	1314
NO.2 FUEL OIL TK(P)	2732
NO.2 FUEL OIL TK(S)	2732
M.D.O.TK(P)	96
M.G.O.TK(P)	89
FRESH WATER TK(P)	192
FRESH WATER TK(S)	123
DISTILL WATER TK(S)	66
BILGE HOLDING TK	54
AFT W.B.T.	12575
Сума: $\Sigma \Delta m_h$	21287

При визначенні виправлення на вільні поверхні в розрахунок приймаються цистерни запасів з найбільшим виправленням Δm_h незалежно від

ступеня їхнього заповнення. Поправочні моменти Δm_h вибираються з таблиці даних по суднових цистернах, що приводиться в Інформації по судну.

Розрахунок параметрів початкової остійності виконаний у табл. 4.9.

Таблиця 4.9 – Розрахунок параметрів початкової остійності

Найменування величин	Позначення і формули	Значення величин	
		відхід	прихід
Водотоннажність масова, т	D	156513,5	156182,8
Невиправлена апліката центра ваги судна, м	z_{g0}	10,38	10,34
Апліката поперечного метацентра, м	z_m	19,05	19,05
Невиправлена метацентрична висота, м	$h_0 = z_m - z_{g0}$	8,67	8,71
Виправлення на вільні поверхні, м	$\Delta h = \Sigma \Delta m_h / D$	0,14	0,14
Виправлена апліката центра ваги судна, м	$z_g = z_{g0} + \Delta h$	10,52	10,48
Виправлена метацентрична висота, м	$h = h_0 - \Delta h$	8,53	8,57

4.3 Контроль остійності за матеріалами Інформації

Перевірку остійності за матеріалами Інформації виконаємо по критичній аплікаті центра ваги судна (табл. 4.10) [1, 2, 28].

Таблиця 4.10 – Перевірка остійності по критичній аплікаті центра ваги судна

Найменування величин	Позначення і формули	Значення величин	
		відхід	прихід
Водотоннажність масова, т	D	156513,5	156182,8
Виправлена апліката Ц.В. судна, м	z_g	10,52	10,48
Максимальна гранична апліката Ц.В., м	$z_g^{\max}$	18,90	18,90

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

4.4 Розрахунок і побудова діаграм остійності

Плечі статичної остійності розраховані з використанням таблиці плечей остійності форми. Плечі остійності форми l_ϕ вибираються по осадці для тих кутів крену, які приведені в таблиці. Ці плечі відлічуються від точки К, що відповідає кильовій лінії, то плечі остійності ваги необхідно розраховувати по формулі [29]:

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

а виправлені плечі статичної остійності будуть рівні:

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

Розрахунок плечей діаграми статичної остійності виконано в табл. 4.11. У таблиці також представлений розрахунок площ під діаграмою статичної остійності до 30° , до 40° і від 30° до 40° з використанням коефіцієнтів Сімпсона за формулами

$$a_{0-40} = 1/3 \Delta\theta \cdot \sum_{40}; \quad a_{0-30} = 3/8 \Delta\theta \cdot \sum_{30}; \quad a_{30-40} = a_{0-40} - a_{0-30}.$$

Таблиця 4.11 – Розрахунок плечей статичної остійності на відхід

Водотоннажність D, т								156513,5
Апліката центра ваги судна z_{g0} , м								10,38
Апліката умовного центра мас z_m , м (поліус – точка «О»)								0,00
Виправлена апліката центра ваги судна, $z_g = z_{g0} + \Delta h$, м								10,52
$\Delta\theta = 0,1745 \approx 10^\circ/57,3$								
Кут крену θ°	Плеche форми, l_ϕ , м	$\sin \theta^\circ$	$z_g \cdot \sin \theta^\circ$	Плеche статичної остійності $l = l_\phi - z_g \cdot \sin \theta^\circ$, м	Множ-ник	Добу-ток	Множ-ник	Добуток
1	2	3	4	5	6	7	8	9
0	0,00	0,000	0,000	0,000	1	0,000	1	0,000
10	3,330	0,174	1,830	1,500	4	6,000	3	4,500
20	6,760	0,342	3,598	3,162	2	6,324	3	9,486
30	10,176	0,500	5,260	4,916	4	19,664	1	4,916

Продовження табл. 4.11

1	2	3	4	5	6	7	8	9
40	12,663	0,643	6,764	5,899	1	5,899	$\sum_{30}$	18,902
50	14,175	0,766	8,058	6,117	$\sum_{40}$	37,887		
60	14,931	0,866	9,110	5,821	$a_{0-40} = 2,204$		$a_{0-30} = 1,237$	
70	15,042	0,940	9,889	5,153	$a_{30-40} = 2,204-1,237 = 0,967$			

Розрахунок плечей статичної остійності на прихід виконано в табл. 4.12.

Таблиця 4.12 – Розрахунок плечей статичної остійності на прихід

Водотоннажність D, т							156182,8	
Апліката центра ваги судна z_{g0} , м							10,34	
Апліката умовного центра мас z_m , м (полюс – точка «O»)							0,00	
Виправлена апліката центра ваги судна, $z_g = z_{g0} + \Delta h$, м							10,48	
$\Delta\theta = 0,1745 \approx 10^\circ/57,3$								
Кут крену θ°	Плече форми, l_ϕ , м	$\sin \theta^\circ$	$z_g \cdot \sin \theta^\circ$	Плече статичної остійності $l = l_\phi - z_g \cdot \sin \theta^\circ$, м	Множ-ник	Добу-ток	Множ-ник	Добуток
0	0,00	0,000	0,000	0,000	1	0,000	1	0,000
10	3,331	0,174	1,824	1,507	4	6,028	3	4,521
20	6,764	0,342	3,584	3,180	2	6,360	3	9,540
30	10,183	0,500	5,240	4,943	4	19,772	1	4,943
40	12,672	0,643	6,739	5,933	1	5,933	$\sum_{30}$	19,004
50	14,183	0,766	8,028	6,155	$\sum_{40}$	38,093		
60	14,937	0,866	9,076	5,861	$a_{0-40} = 2,216$		$a_{0-30} = 1,244$	
70	15,046	0,940	9,851	5,195	$a_{30-40} = 2,216-1,244 = 0,972$			

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

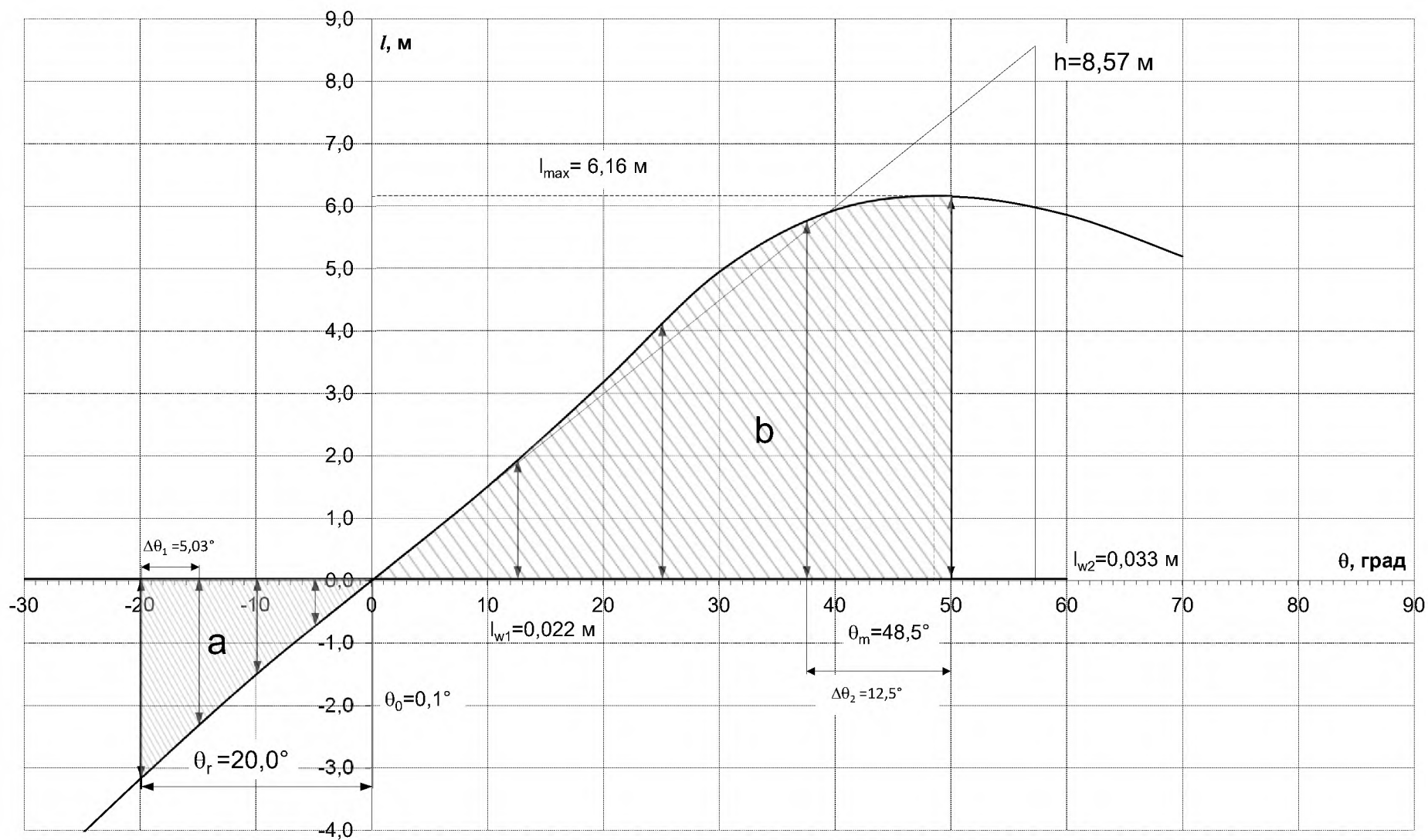


Рисунок 4.3 - Діаграма статичної остійності на прихід і визначення критерію погоди

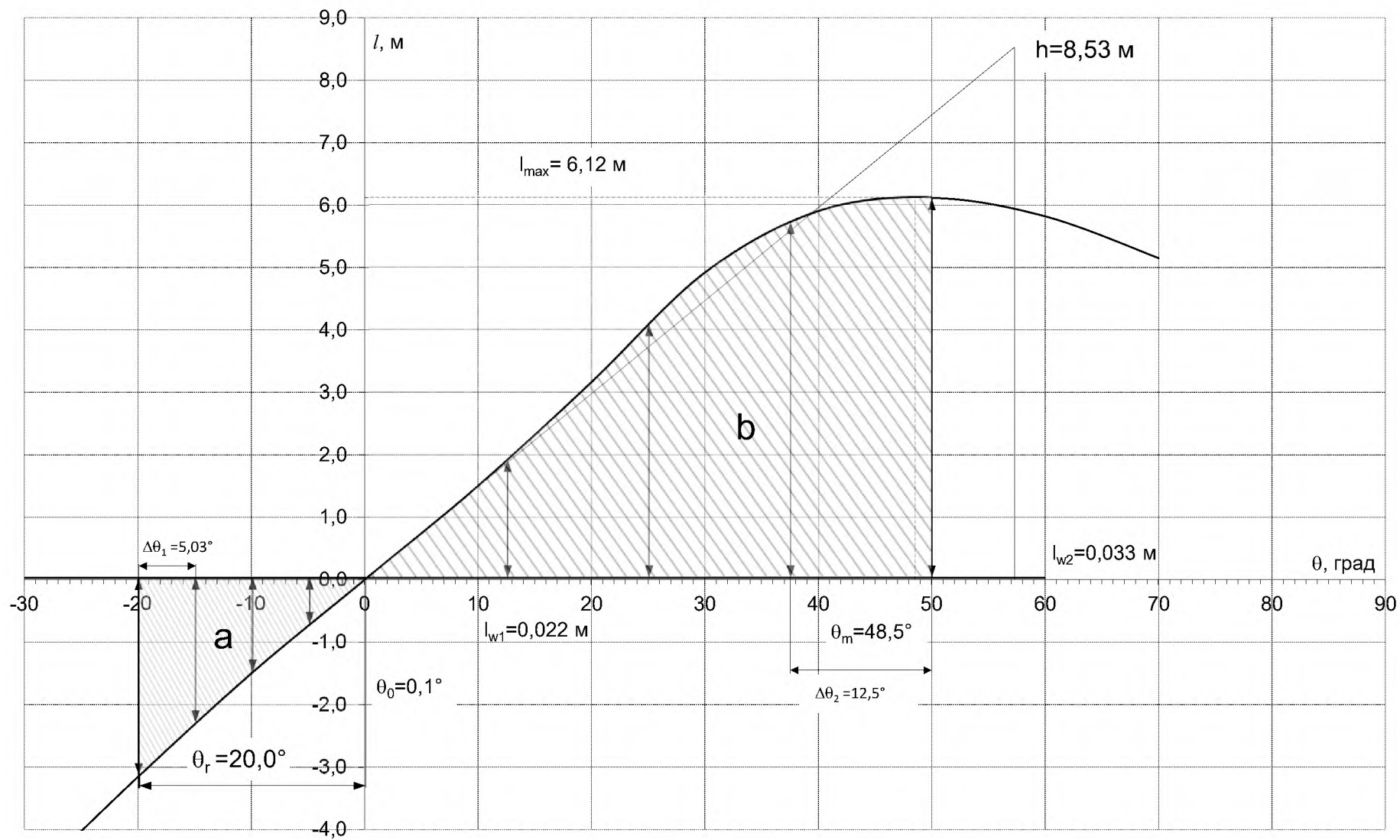


Рисунок 4.2 - Діаграма статичної остійності на відхід і визначення критерію погоди

4.5 Розрахунки нормованих параметрів остійності

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

Остійність судна вважається достатньою, якщо задовольняються загальні для всіх суден вимоги до критерія погоди, кута крену від дії постійного вітру й діаграми статичної остійності (ДСО) [30].

Розрахунок нормованих параметрів остійності виконаний у табл. 4.13.

Таблиця 4.13 – Розрахунок нормованих параметрів остійності

Найменування величин	Позначення і формули	Значення величин	
		відхід	прихід
1	2	3	4
Водотоннажність масова, т	D	156513,5	156182,8
Осадка судна, м	T	14,40	14,37
Виправлена метацентрична висота, м	h	8,53	8,57
Площа парусності, м ²	A _v	4196	4205
Апліката центра парусності (ЦП), м	z	8,50	8,51
Плече парусності при постійному вітрі, м	$z_v = z + T/2$	15,70	15,70
Плече кренувального моменту від тиску вітру, м	$l_{w1} = 0,504 A_v z_v / (gD)$	0,022	0,022
Кренувальне плече від пориву вітру, м	$l_{w2} = 1,5 l_{w1}$	0,033	0,033
Відносна площа скулових кілей, %	$100 A_k / (L B)$	0,414	
Коефіцієнт	k	0,992	
Відносна ширина	B/T	3,13	3,13
Безрозмірний множник	X ₁	0,874	0,874
Коефіцієнт загальної повноти	δ	0,833	0,833
Безрозмірний множник	X ₂	1,000	1,000
Інерційний коефіцієнт	$c = 0,373 + 0,023 B/T - 0,043 L/100$	0,324	0,324
Період хитавиці, с	$T_\theta = 2 c B / \sqrt{h}$	10,0	10,0
Коефіцієнт	S	0,0790	0,0790
Коефіцієнт	$r = 0,73 + 0,6(z_g - T)/T$	0,568	0,568

Продовження табл. 4.13

1	2	3	4
Амплітуда хитаவிці, °	$\theta_r = 109 k X_1 X_2 \sqrt{r S}$	20,0	20,0
Кут заливання, °	θ_f	>60	>60
Кут входу палуби у воду, °	$\theta_d = \arctg(2(H-T)/B)$	24,7	24,8
Кут крену від постійного вітру, °	θ_0	0,1	0,1
Кут крену при хитаவிці назустріч вітру, °	$\theta_1 = \theta_r - \theta_0$	19,9	19,9
Границя площ. «b» діаграми праворуч, °	θ_b	50	50
Площа «a» діаграми, м-рад	a	0,540	0,544
Площа «b» діаграми, м-рад	b	3,231	3,248
Критерій погоди	$K = b / a$	5,98	5,97

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

Для розрахунку величини площ «a» і «b» використаємо правило Сімпсона. Для цього площі «a» і «b» діляться на чотири ділянки однакової довжини по куту крену. Розрахунок площ виконується в табличній формі аналогічно розрахунку площі a_{0-40} . При цьому, замість множника 0,1745, приймаємо довжини ділянок $\Delta\theta_1$ і $\Delta\theta_2$ у радіанах.

Таблиця 4.14 – Визначення площ «a» і «b» на відхід за правилом Сімпсона

$\Delta\theta_1 = (\theta_1 + 1,5\theta_0)/4 = (19,9 + 1,5 \cdot 0,1)/4 = 5,03^\circ$					
$\Delta\theta_1^{\text{рад}} = 5,03^\circ / 57,3 = 0,0877 \text{ рад}$					
$\Delta\theta_2 = (\theta_b - 1,5\theta_0)/4 = (50 - 1,5 \cdot 0,1)/4 = 12,48^\circ$					
$\Delta\theta_2^{\text{рад}} = 12,48^\circ / 57,3 = 0,2177 \text{ рад}$					
a_i	k_i	$a_i \cdot k_i$	b_i	k_i	$b_i \cdot k_i$
1	2	3	4	5	6
$a_1 = 3,170$	1	3,170	$b_1 = 0$	1	0
$a_2 = 2,320$	4	9,280	$b_2 = 1,890$	4	7,560
$a_3 = 1,510$	2	3,020	$b_3 = 4,060$	2	8,120
$a_4 = 0,750$	4	3,000	$b_4 = 5,690$	4	22,760

Продовження табл. 4.14

1	2	3	4	5	6
$a_5 = 0$	1	0	$b_5 = 6,084$	1	6,084
		$\Sigma_a = 18,47$			$\Sigma_b = 44,524$
$a = \frac{1}{3} \Sigma_a \cdot \Delta\theta_1^{\text{рад}} = \frac{1}{3} 18,47 \times 0,0877$ $= 0,540$			$b = \frac{1}{3} \Sigma_b \cdot \Delta\theta_2^{\text{рад}} = \frac{1}{3} 44,524 \times 0,2177$ $= 3,231$		

Визначення площ «a» і «b» на прихід за правилом Сімпсона виконано в табл. 4.15.

Таблиця 4.15 – Визначення площ «a» і «b» на прихід за правилом Сімпсона

$\Delta\theta_1 = (\theta_1 + 1,5\theta_0)/4 = (19,9 + 1,5 \cdot 0,1)/4 = 5,03^\circ$ $\Delta\theta_1^{\text{рад}} = 5,03^\circ/57,3 = 0,0877$ рад					
$\Delta\theta_2 = (\theta_b - 1,5\theta_0)/4 = (50 - 1,5 \cdot 0,1)/4 = 12,48^\circ$ $\Delta\theta_2^{\text{рад}} = 12,48^\circ/57,3 = 0,2177$ рад					
a_i	k_i	$a_i \cdot k_i$	b_i	k_i	$b_i \cdot k_i$
$a_1 = 3,200$	1	3,200	$b_1 = 0$	1	0
$a_2 = 2,340$	4	9,360	$b_2 = 1,900$	4	7,600
$a_3 = 1,520$	2	3,040	$b_3 = 4,080$	2	8,160
$a_4 = 0,750$	4	3,000	$b_4 = 5,720$	4	22,880
$a_5 = 0$	1	0	$b_5 = 6,122$	1	6,122
		$\Sigma_a = 18,60$			$\Sigma_b = 44,762$
$a = \frac{1}{3} \Sigma_a \cdot \Delta\theta_1^{\text{рад}} = \frac{1}{3} 18,60 \times 0,0877$ $= 0,544$			$b = \frac{1}{3} \Sigma_b \cdot \Delta\theta_2^{\text{рад}} = \frac{1}{3} 44,762 \times 0,2177$ $= 3,248$		

Зазначений метод перевершує правило трапецій за точністю для параболічних кривих, типових для суднових форм, і використовується в буклетах остійності для оцінки запасу плавучості чи диференту.

4.6 Перевірка виконання рекомендованих ІМО критеріїв остійності

Виконаємо перевірку остійності за вимогами ІМО порівнюючи розраховані значення з нормативними (табл. 4.16) [1, 30].

Таблиця 4.16 – Перевірка виконання вимог ІМО

Найменування величин	Позна-чення	Значення величин			Викон. (ТАК/НІ)
		норма-тивне	відхід	прихід	
Загальні вимоги					
Площа під ДСО до кута крену 30 ⁰ , м·рад	A ₃₀	≥ 0,055	1,237	1,244	ТАК
Площа під ДСО до кута крену 40 ⁰ , м·рад	A ₄₀	≥ 0,09	2,204	2,216	ТАК
Площа під ДСО між 30 ° і 40 °, м рад	A ₃₀₋₄₀	≥ 0,03	0,967	0,972	ТАК
Плеche ДСО при куті крену 30° або більше, м	l ₃₀	≥ 0,20	4,916	4,943	ТАК
Кут крену, що відповідає максимуму ДСО, °	θ _м	≥ 25	48,5	48,5	ТАК
Виправлена метацентрична висота, м	h	> 0,15	8,53	8,57	ТАК
Критерій погоди	K	≥ 1	5,98	5,97	ТАК
Кут крену від постійного вітру, °	θ ₀	≤ 16	0,1	0,1	ТАК

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

4.7 Перевірка загальної подовжньої міцності корпусу

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

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

Розрахунок міцності виконаємо використовуючи судову програму схвалену класифікаційним товариством.

Результати розрахунку по судовій програмі перерізуючої сили, SF і згинального моменту BM на відхід судна представлені в табл. 4.17 [30].

Таблиця 4.17. – Перевірка подовжньої міцності на відхід

Пере-різ	X, м	SF, т	SFsea, %	Доп.SF, т	BM, тм	BMsea,%	Доп.BM,тм
1	2	3	4	5	6	7	8
46	36,80	-4363	37,3	-11684	-46182	18,4	-251116
60	49,56	-3328	29,9	-11120	-96368	26,8	-358999
74	62,43	-1730	9,0	-19240	-128116	27,4	-467818
74	62,45	-1251	7,7	-16254	-128143	27,4	-467973
89	76,24	-1290	11,5	-11198	-152219	26,0	-584571
103	89,11	602	4,1	14544	-156740	22,9	-685522
103	89,13	1162	8,0	14545	-156729	22,9	-685586
117	102,00	124	0,9	13720	-157013	21,5	-730329
131	114,87	422	2,5	16630	-151435	19,5	-775072
131	114,89	1226	7,4	16630	-151420	19,5	-775136
145	127,76	207	2,1	9833	-150688	19,4	-776703
159	140,63	565	3,8	14952	-143859	18,5	-776703
159	140,65	1336	8,9	14952	-143844	18,5	-776703
173	153,52	354	3,1	11539	-141250	18,2	-776703
187	166,39	676	4,2	15975	-132571	17,1	-776703
187	166,41	1417	8,9	15975	-132554	17,1	-776703
201	179,28	415	4,0	10288	-129211	16,6	-776703
215	192,15	767	4,3	17786	-119731	16,0	-747758

Продовження табл. 4.17

1	2	3	4	5	6	7	8
215	192,17	1480	8,3	17786	-119712	16,0	-747685
230	205,96	566	4,1	13852	-114604	17,4	-657101
244	218,83	1045	6,6	15889	-110423	18,9	-541889
244	218,85	1732	13,9	12487	-110400	18,9	-541725
258	231,72	835	8,1	10336	-94258	22,1	-426513
272	244,59	1492	9,0	16527	-77877	25,0	-311303
272	244,61	2012	10,3	19518	-77845	25,0	-311136
286	257,48	2531	24,9	10160	-55144	27,4	-200909
299	269,44	3301	30,6	10797	-19519	17,3	-113140

Максимальна перерізуюча сила -4363 т на 46 шпангоуті.

Максимальний згинальний момент -157013 тм на 117 шпангоуті.

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

Протягом усього рейсу загальна поздовжня міцність забезпечена.

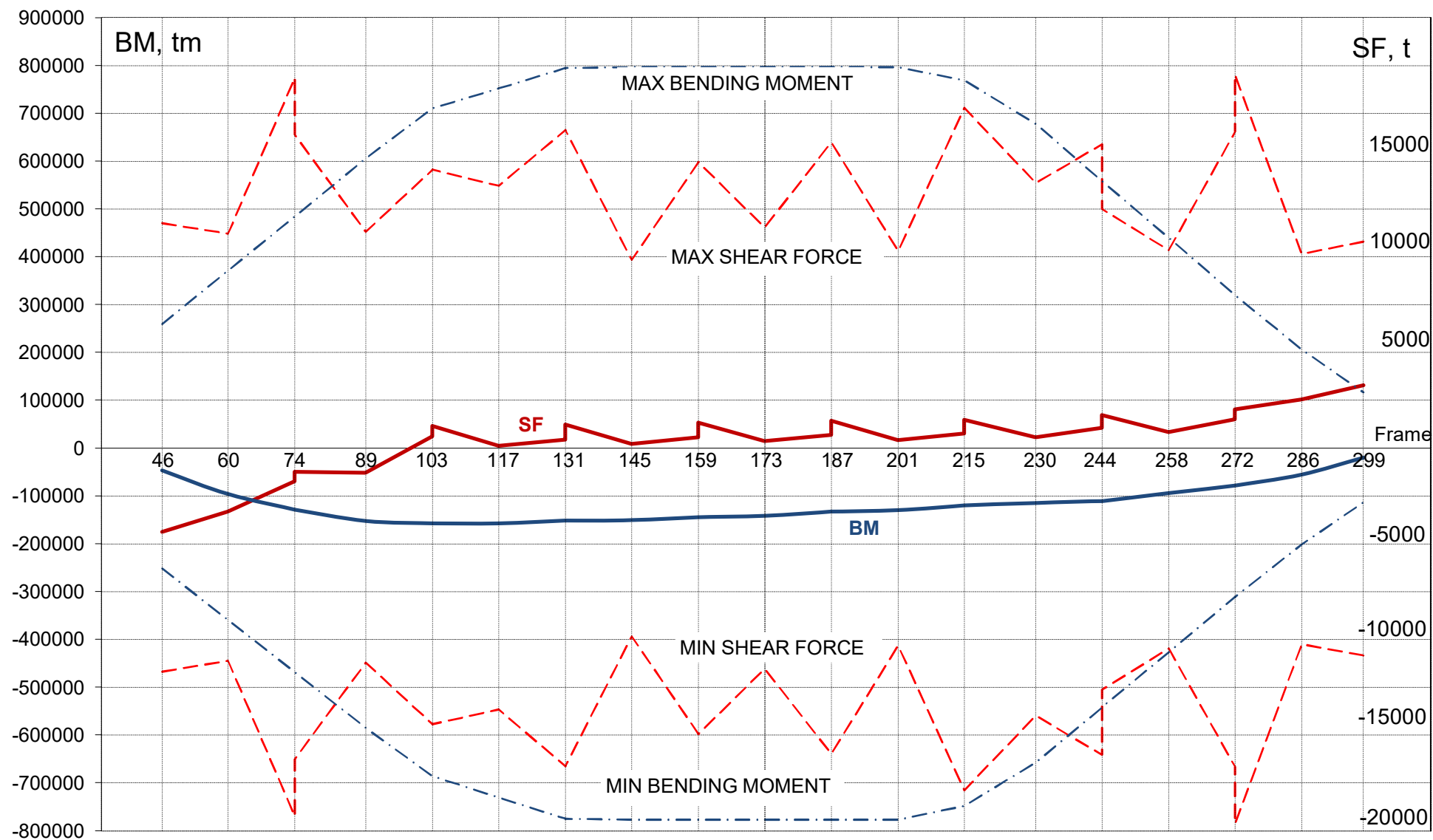


Рисунок 4.4. - Епюра перерізуючих сил і згинальних моментів на відхід

РОЗДІЛ 5

ТЕХНОЛОГІЧНІ АСПЕКТИ МОРСЬКОГО ТРАНСПОРТУВАННЯ ЦУКРУ

5.1 Транспортні характеристики цукру

Цукор – солодкий на смак харчовий продукт. Завдяки цінним харчовим, смаковим і фізичним властивостям якого віднесений до продуктів першої необхідності. Всі інші речовини, які використовуються для підсолоджування, вважаються замінниками цукру – речовинами, які мають близьку до солодкості цукру солодкість і виконують в продукті роль наповнювача маси [31].

У повсякденній мові слово «цукор» переважно застосовують до цукрози ($C_{12}H_{22}O_{11}$), яка виробляється промисловим способом з цукрового буряка, що складає 31 % світового виробництва та цукрової тростини, яка займає 69 % світового виробництва або, значно рідше, з цукрового клена, соку пальми чи сорго. Приклад зображення білого цукру відображений на рис 5.1 [32]



Рисунок 5.1 – Загальний вигляд білого цукру

Батьківщина цукру – Індія, де він відомий 2300 років та їхньою мовою іменувався «сак-кара». Перша згадка в історичних документах про появу в Стародавній Русі кристалічного цукру, ввезеного «із заморськими товарами», з'явилося в 1273 році, але для населення він ще тривалий час був недоступним продуктом. Ширше цукор почав надходити на ринки Російської імперії починаючи з XVII століття – через порти Чорного та Балтійського морів.

Цукрова пудра і дрібнозернистий цукор зазвичай використовуються у виробництві продуктів харчування. Часто дрібнозернистий цукор використовують для виробництва безалкогольних напоїв, таких як сухі суміші і газовані напої. Цей тип цукру також використовується для приготування безе.

Цукровий пісок – найбільш поширений вид рафінованого цукру, який більшість людей щодня вживають в їжу. Він ідеально підходить для вживання в їжу, цукор швидко розчиняється в гарячих напоях, його часто додають в гарячу каву і чай. Багато рецептів ґрунтуються на використанні дрібного білого цукру, в тому числі рецепти випічки, тортів, пирогів і хліба. Цукровий пісок також часто використовується для приготування глазури для хлібобулочних виробів.

Білий цукор – це основний сорт, найдешевший для споживання цукор. Найчистішим видом цукру є цукор-рафінад. Його отримують з отека, що залишився після першого очищення утфелю. Під час другого процесу уварювання виходить жовта кристалічна маса. Її знову розчиняють у воді, щоб очистити від барвників і домішок, і отримують чисту, прозору рідину, яка називається клера. Після її випарювання і центрифугування виходить білий цукор-рафінад і кормова патока – меляса. Цукор-рафінад висушують, охолоджують, сортують і складують [33].

Шліфований цукор – ще один приклад рафінованого цукру, призначений для приготування певних виробів. Він крупнозернистий в порівнянні з цукровим піском, і ідеально підходить для приготування декорованого печива, так як такий цукор не розчиниться при випіканні. Цей тип цукру також підходить для холодних десертів, оскільки він допомагає підсолодити десерт, зберігаючи додаткову текстуру.

Рафінований цукор-пісок виробляють з наступними розмірами кристалів, м: від 0,2 до 0,8 – дрібний; від 0,5 до 1,2 – середній; від 1,0 до 2,5 – великий. Під час виробництва цукру можливі дефекти які характеризуються: сіруватий відтінок, темні вкраплення та інше, що є результатом недостатнього освітлення сиропів, засмічення кашки, недотримання режимів пресування і сушки [34].

З 100 кг цукрових буряків виробляють цукру від 12 до 15 кг, 3-4 кг меляси і близько 45 кг сирого жому.

Кондиційна вологість цукрового піску 0,15%. Сахароза не утворює кристалогідратів, тому волога в цукрі-піску знаходиться тільки на поверхні кристалів. Значний вплив на гігроскопічність цукру-піску надає його зольність. При відносній вологості повітря менше 70% – цукор пісок незначно сорбує вологу з повітря. При відносній вологості повітря більше 80% поглинання води цукром-піском призводить до втрати його кристалічної структури і зміни стану від теоретично безводного до розчиненого. Надмірна волога прилипає до поверхні кристалів цукру, розчиняючи їх, і утворює сиропної плівку, під впливом якої відбувається зближення кристалів між собою. Цукор-пісок стає менш рухливий, при затвердінні плівки утворюються грудки цукру-піску [35].

Підвищена вологість повітря, крім зволоження, призводить до накопичення в цукрі-піску редукуючи речовин, зміни кольоровості, розвитку мікрофлори. Інтенсивність цих процесів зростає з підвищенням температури, причому при підвищеній температурі і вологості процес мікробного псування носить циклічний характер, в результаті чого цукор-пісок втрачає сипкість і блиск.

Цукор-пісок упаковують [36]:

- в паперові або поліетиленові пакети масою нетто 0,5 і 1,0 кг;
- у пакетики з комбінованого матеріалу масою нетто 5-20 г;
- у коробки і термоусадочну плівку;
- у тканинні мішки масою нетто 50 кг;
- в м'які контейнери масою нетто 1,0 т;

- в паперові мішки масою нетто 40 кг.

Упакований в мішки по 50 кг цукор-пісок зберігається на складах, які повинні представляти собою сухі, бажано опалювальні приміщення. Головну небезпеку при зберіганні цукру представляє можливість його відсирівання. В цьому відношенні особливо страшна відлига після морозу, коли волога з теплого вологого повітря, що надходить в склад, конденсується на кристалах холодного цукру. В опалюваних складах цукор менш схильний до небезпеки відсирівання, так як там немає різких коливань температур. В останні роки на деяких цукрових заводах почали застосовувати дуже перспективний метод безтарного зберігання цукру – в силосах, подібних башт-елеваторів для зберігання зерна. Призначений для безтарного зберігання цукор повинен бути висушений до вологості не більше 0,05%, інакше може статися його злежування [37].

Коричневий цукор – це тростинний нерафінований цукор, який складається з кристалів цукру, що покритий тростинною мелясою з природним ароматом і кольором. Він виготовляється шляхом виварювання цукрового сиропу за спеціальною технологією.

Існує велика кількість видів коричневого цукру, які відрізняються між собою в основному кількістю патоки меляси. Темний тростинний цукор має інтенсивніший колір і сильніший аромат патоки, ніж світлий. Виробниками коричневий цукор позиціюється як елітний екологічно чистий делікатесний продукт. Приклад загального вигляду коричневого цукру відображений на рис 5.2 [38].

Деякі види тростинного цукру також можуть бути використані для виробництва цукру-рафінаду. Після розчинення у воді вони проходять складний технологічний процес очищення, адсорбції, відбілювання діоксидом сірки та фарбування різними, в тому числі і небезпечними для здоров'я барвниками.



Рисунок 5.2 – Загальний вигляд цукру сирцю

Середнє річне споживання цукру на людину в Європі: середина XIX століття – 2 кг, 1920 рік – 17 кг, 2000-і – 37 кг.

5.2 Аналіз ринку експорту цукру

Частота та кількість перевезення цукру залежить напряду від кількості видобутку на спроти на ринку. Ситуація на світового ринку та у країнах, які являються на сьогоднішній час лідерами серед країн експортерів цукру впливає на вантажопотік цукру. З 2016 році відбулося погіршення щодо видобутку та попиту цукру.

Неврожай у Бразилії і Індії скоротив пропозицію цукру на міжнародному ринку. Також варто взяти до уваги скорочення виробництва в Таїланді із-за посухи. Але регіон Індійського океану відчував значну потребу в цукрі, яку змогли використати у свою користь українські цукровари.

Світові ціни на цукор досягли чотирирічного максимуму у вересні - індекс цін на цукор склав 285,6 пункту. При цьому він на 75% перевищує показник аналогічного періоду минулого року. Різкий сплеск цін на цукор обумовлений зміцненням бразильського реала, який в серпні подорожчав на 2% відносно долара США. Також світові котирування цукру формувалися під впливом очікуваного значного дефіциту на світових ринках в 2016/2017 роках і скорочення товарних запасів Азії [38]. Аналогічно відбувався спад і наступні 5 років аж до 2022 р, але вартість цукру зростала.

Після такого зростання ціна на цукор трохи просіла, але з початком 2021 року почала відновлюватися. За станом на 6 січня 2023 маркетингового року ціна складає 583,4 дол.США/т на цукор у Лондоні і 477,45 дол.США/т на цукор сирець у Нью Йорку.

Із-за глобального дефіциту виробництва, світові запаси цукру, за прогнозами, скоротяться до найнижчого рівня у більш ніж за 20 років у сезоні 2023/24 років.

Світові ціни на цукор-сирець збільшилися після чотирирічного скорочення. За прогнозом, в 2024 році ціни на цукор залишаться високими у сезоні 2022/23 років.

Зниження китайського імпорту зв'язують з високими світовими цінами на цукор. У жовтні 2022 р. Китай імпортував 1100 тис. тон цукру, а у вересні – лише 500 тис. тон.

Уряд Китаю нещодавно продав більше 300 тисяч тон цукру з держрезервів (уперше за п'ять років), тим самим підтримавши постачання на внутрішньому ринку.

Ситуація на ринку в даний момент дає можливість для розвитку інших країн в цукровій промисловості, і в 2022 році серед країн експортерів можемо побачити Гвінею, М'янму, ПАР, Сомалі, Ліван, ОАЕ, Джибуті, Бенін, Сінгапур, Македонію, Боснію і Герцеговину. Так само ця ситуація добре б вплинула на розвиток цукрової промисловості в Україні, але з початком військових подій у 2022 р., нажаль експортна складова цукру значно знизилась [38].

Щодо ситуації в Україні: сама знаковість серед років до військової агресії росії, що до України була у 2016 р., коли країна почала масовий експорт цукру. В 2014 році експорт складав 6,2 тис. т, в 2015 – 114,8 тис. т, то всього за 2016 р. українські виробники експортували рекордні для незалежної України 442,7 тис т. цукру на суму 215,9 млн. дол.США, без урахування 23,6 тис. т цукру, виробленого з тростинного цукру-сирцю, ввезеного в Україну на давальницьких умовах, які експортувала ТОВ «Юкрейніан Шугар Компані» і відвантаження тривали аж до середини 2022 р. На початок січня 2017 р. цукровими заводами заготовлено 45,9 млн т цукрових буряків в заліковій вазі (34,6 млн т рік тому), перероблено – 44 млн т (33,8 млн т). Залишок сировини на свеклопунках заводів, за оцінкою, становив 1,2 млн т (0,2 млн т роком раніше). Вироблено 5,78 млн т цукру (5,1 млн т на той же період в сезоні – 2015/16). Добове виробництво цукру ще залишилось вище середньорічного споживання (16 тис т) – 17,4 тис. т. На початку 2017 р. переробку вели 32 із 75 заводів, в той час як в 2016 році в цей же час працювало всього шість заводів з 72.

Морськими портами України за 12 місяців 2016 р. здійснено було перевалку 90 тис. т цукру. Про це повідомила прес-служба Адміністрації морських портів України. Відзначається, що весь зазначений обсяг цукру був спрямований на експорт.

Перевалка цукру здійснювалася в Одеському та Чорноморському морських портах, і склала 69,19 тис. і 20,83 тис. т відповідно.

Десять найбільших заводів-експортерів цукру України до 2022 року:

1. Глобинський цукровий завод – 81 тис.т
2. Вінницький КХП №2 – 74,3 тис.т;
3. Радехівський цукор – 39 тис.т
4. Хмельницьке» ВП Жданівський цукровий завод – 31,6 тис.т
5. Новооржицькому цукровий завод – 27,9 тис.т
6. Продовольча компанія Поділля – 22,1 тис.т;
7. Агрофірма Ім. Довженка ОП Яреськівський цукровий завод – 19,9 тис.т

8. Агроекстара – 11,2 тис.т;
9. Теофіпольський цукровий завод – 11,1 тис.т;
10. Транс-груп – 9,3 тис.т;

Цікавий не лише об'єм, але і географія експорту. Раніше лєвова частка продажів доводилася на країни ближнього зарубіжжя – Киргизія і Молдова, Румунія, Казахстан, то в 2016 г. – Шрі-Ланка і М'янма – 44,9 тис. т і 10,99 тис. т.

Оцінивши аналіз ситуації на світовому ринку цукру, та природні катаклізми на території країн, що є найбільшими експортерами цукру у світі ми можемо зробити висновки, що 2016 і 2017 роки є сприятливими для розвитку країн, які тільки починають займати свої міста серед країн експортерів цукру у світі, серед яких нажалі немає України. Є надія, що після закінчення війни в державі будуть процеси відбудови, що дозволить залучити інвестиції і в цукровий сектор сільськогосподарського виробництва України.

5.3 Технологія та особливості тари для перевезення цукру

Багато країн націлені на активне виробництво цукру з ціллю його продажу та основним шляхом перевезення цукру є перевезення морем в різних упаковках, як перевезення навалом, так і у мішках, пакетах, тарах, як генеральний груз.

Цукор-рафінад і цукор-пісок перевозяться тільки в затареному виді, цукор-сирець – в мішках і насипом. Упаковують цукор-пісок по 50 кг в чисті нові та вживані тканинні мішки I і II категорій; в тканинні мішки з поліетиленовими і паперовими вкладишами; мішки з матеріалу з віскозною основою, поліпропіленові.

Основною тарою для нефасованого цукру-піску все ще залишаються тканинні мішки. Мішки повинні бути щільними, щоб не прокидалися кристали цукру. Однак мішківина не захищає цукор від проникнення пилу та інших

забруднень. З матеріалу мішка в цукор потрапляють багаття і ворс. Мішковина має характерний запах, пов'язаний з її обробкою.

Мішки – найзначніший вогнище інфекції цукру. Крім того, тканина легко намокає. Підвищення вимог до якості продукції призводить до необхідності раціонального вирішення питання з упаковкою цукру. Приклад тканого мішку для перевезення цукру сирцю зображений на рис 5.3 [39].



Рисунок 5.3 – Мішки, які використовується для перевезення цукру

При перевезенні цукру-сирцю насипом, вантаж приймається судном по масі згідно із заявою вантажовідправника, про що робиться відповідний запис в коносаменті.

Завантаження цукру сирцю навалом на т/х «Sunrise» у порту Беліз зображено на рис. 5.4.



Рисунок 5.4 – Навантаження цукром-сирцем третій трюм т/х «Sunrise»

У порту Беліз навантаження цукру-сирцю було проведено з барж у кількості 267 одиниць. Прикладом пришвартування барж до т/х «Sunrise» представлено на рис. 5.5.

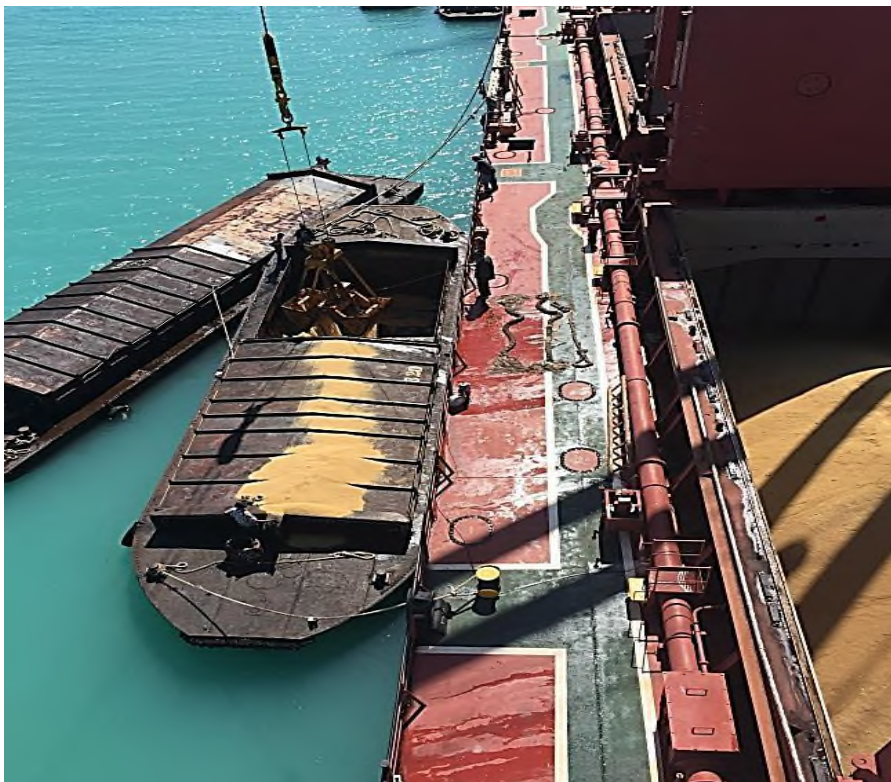


Рисунок 5.5 – Пришвартовані баржи з цукром-сирцем до т/х «Sunrise»
в порту Беліз

5.4 Рекомендації по перевезенню цукру

Остійність судна, яке перевозить цукор навалом повинна бути такою щоб при впливі умовного моменту, що кренить від вантажу який є сипучим, кут статичного крену судна не перевищував 12° , залишкова площа діаграми статичної остійності, обчислена від кута статичного крену до кута 40° або кута заливання Θ_f (дивлячись по тому, що менше), була не меншою $0,12 \text{ м} \cdot \text{рад.}$, метацентрична висота h при найгірших умовах плавання була не меншою за $0,7 \text{ м}$ [40].

При визначенні MSC можуть враховуватись поздовжні перебирання (постійні і тимчасові), якщо їх висота достатня для того, щоб при зсуві вантажу на 25° він не пересипався через ці перебирання. У трюмах перебирання повинні простягтися від настилу другого дна до висоти, що обмежує пересипання вантажу.

Обов'язки вахтового помічника в порту завантаження:

- вивчити і розібратись в програмах завантаження / дебаластування;
- забезпечити, щоб усі кришки люків були закріплені в потрібному положенні (відкритому або закритому) і не могли випадково бути зрушені;
- контролювати положення рукава завантажувача, послідовність і швидкість завантаження судна;
- переконатися, що на судні приймається відповідний вантаж, і він у гарному стані;
- стежити, щоб крен був у припустимих межах;
- контролювати осадку, щоб не допустити перевантаження судна;
- стежити за процесом дебаластування, щоб забезпечити підтримку найкращої швидкості дебаластування, визначати і розв'язувати виникаючі проблеми і забезпечувати відкачування максимальної кількості баластової води;
- координувати і контролювати роботу екіпажу при перетяжках судна, підготовці баластових трюмів до завантаження; переконатися в тому, що

суднові вантажні пристрої використовуються належним чином і підтримуються у доброму стані, а трюми після завершення завантаження закриті і закріплені як необхідно;

- інформувати бригадира, що керує завантаженням, про всі пов'язані з цим подіях, особливо про питання, які можуть вплинути на завантаження судна;

- установлювати будь-які можливі причини ушкоджень судна або вантажу і вживати необхідних заходів до їхнього запобігання;

- відзначати і фіксувати будь-які ушкодження нанесені судну або вантажу, і негайно повідомляти з усіма подробицями про них старшому помічникові, який повинен покласти відповідальність за це на стивідорну компанію;

- забезпечити, щоб швартові і засобу проходу на судно (трапи, сходи) утримувалися належним чином;

- запобігати забрудненню середовища баластовою і льяльною водою, бункером, сміттям, залишками вантажу, димом із труби і пилом, утвореним вантажем;

- записувати в журнал повні відомості про погоду принаймні три рази 3 на добу;

- вести всі записи в портовому вахтовому (таймшит) і / або судновому журналі про всі події і обставинах, що мають відношення до судна.

Обов'язки старшого помічника в порту завантаження:

- ознайомитися із сертифікатом на вантаж, його фізико-хімічними властивостями і транспортними характеристиками;

- постійно інформувати капітана про хід завантаження і виникаючих проблемах;

- передати копії, плану завантаження / дебаластування стивідору, що керує завантаженням, і вахтовому помічникові і переконатися, що він ними зрозумілий;

- дати вахтовому помічникові додаткові письмові вказівки щодо завантаження, якщо цього вимагають обставини;

- інформувати відповідального, зайнятого на завантаженні, щодо вимог до штивки і про можливі причини затримок;

- систематично контролювати осадку судна або робити це з незалежним сюрвейером, якщо він призначений;

- бути присутнім на початку завантаження і діяти відповідно, щоб розв'язати виникаючі проблеми;

- контролювати кількість прийнятого на судно вантажу розрахунковим шляхом: по швидкості подачі вантажу і по зміні осадки;

- спостерігати за остаточним зачищенням баластових танків і переконатися, що в них залишилася мінімальна кількість води;

- розрахувати і контролювати диферент під час завантаження;

- спостерігати за розрівнюванням вантажу в трюмах, що вони завантажені повністю, у них не залишене порожнеч;

- спостерігати за розрівнюванням вантажу в трюмах, при частковій штивці, коли передбачений певний рівень «шапки»;

- розрахувати порожні простори в частково завантажених трюмах для обчислення питомого навантажувального обсягу вантажу;

- забезпечити, щоб була звернена увага на відповідні аспекти безпеки при завантаженні певних видів вантажів (хімікатів, зернових і ін.);

- робити усне попередження і слідом за ним письмове повідомлення стивідорам у випадку ушкодження корпусу або встаткування судна або вантажу;

- переконатися що вантажні роботи проводяться безпечним методом.

Обов'язки вахтового помічника в порту вивантаження:

- вивчити і зрозуміти програму вивантаження / баластування;

- спостерігати за вивантаженням і визначати осадку, щоб забезпечити відповідність програмі вивантаження/баластування;

- взаємодіяти з стивідорами відносно ушкоджень судна при вивантаженні, роботи із зачищення трюмів і можливих причин затримок;

- попереджати стивідорів, якщо вантаж прилип до перебирань трюму і необхідні робітники, щоб зчистити його;

- переконатися, що вивантажується належний вантаж, і він у гарному стані;

- стежити, щоб крен був у припустимих межах;

- контролювати баластування, щоб не допускати переливів з танків;

- координувати і організовувати роботу екіпажу по перетяжці судна, підготовці баластових трюмів до баластування, підготовки трюмів до мийки, ефективного використання суднових пристроїв, закріпленню кришок трюмів після закінчення вивантаження;

- інформувати капітана про всі події, особливо про потенційні проблеми, які можуть вплинути на вивантаження;

- зауважувати всі можливі причини ушкоджень судна або вантажу і вживати заходів по їхнім запобіганню;

- зауважувати і фіксувати в журналі будь-які ушкодження, нанесені судну або вантажу, і негайно доповідати про них старшому помічникові, який повинен покласти відповідальність за них на стивідорну компанію;

- переконатися, що швартові кінці і засобу проходу на судно в нормальному стані;

- записувати відомості про погоду в журнал принаймні, тричі за добу;

- вносити необхідні записи в судновий журнал про всі події, що відбуваються на судні;

- забезпечити, щоб увесь час дотримувалися заходи безпеки.

Обов'язки старшого помічника в порту вивантаження:

- забезпечити копіями плану вивантаження / баластування стивідора і вахтового помічника і переконатися, що він ними правильно зрозумілий;

- дати вахтовому помічникові додаткові письмові інструкції щодо вивантаження, якщо обставини цього вимагають;

- взаємодіяти з стивідором у випадку ушкоджень судна під час стивідорних робіт, робіт із завантаження трюмів і можливих причин затримки;

- проводити виміри осадки або виконувати це разом з незалежним сюрвейєром, якщо він призначений;

- спостерігати за початком вивантаження і діяти відповідно, щоб розв'язати виникаючі проблеми;

- проводити періодичні виміри осадки, щоб визначати кількість вивантаженого вантажу. Звичайно дані про це представляють стивідори наприкінці зміни, тому доцільно вимірювати осідання в цей час, щоб зрівняти берегові і суднові результати;

- спостерігати за зачищенням трюмів, щоб переконатися, що вони належним чином очищені стивідорною бригадою і для екіпажу залишається незначна робота;

- усно попереджати стивідора, а потім вручити йому письмове повідомлення, коли судно або вантаж ушкоджені;

- забезпечити, щоб судно було належним чином підготовлене для виходу в море;

- забезпечити, щоб необхідні заходи щодо безпеки виконувалися протягом усього часу вивантаження.

Для отримання інформації щодо вантажу, його особливих характеристик та вимог по перевезення, вивантаження та завантаження, особливих якостей, або особливим умов ми використовуємо Міжнародний Кодекс по перевезенню вантажів навалом.

В залежності від типу цукор може бути або білий, або коричневий, з дуже низьким влаго-змістом, який дорівнює від 0% до 0.05%.

Характеристики цукру: кут укоосу відсутній; густина вантажу навалом дорівнює від 625 до 1000 кг/м³; питомо навантажувальний об'єм дорівнює від 1,0 до 1,6 м³/т; розмір гранул досягає до 3 мм; не є небезпечним вантажем; відноситься до групи Вантажів С – вантажі, яку не відносяться ні до групи А, ні до групи В.

Ризик: Попадання води ймовірно приведе до створення повітряних ям в тілі вантажу, який перетвориться на рідину. У разі попадання води існує ризик до порушення стабільності судна. Вантаж сильно схильний до розчинення. Має сильно виявлені гігроскопічні характеристики.

Погодні попередження: Вантаж повинен бути сухий настільки наскільки це практично можливо. Під час вантажних робіт, усі вантажні приміщення, які не беруть участь у процесі повинні бути зачинені. Будь які попередження, необхідності або особливі умови щодо вентиляції, вивантаження та чистки трюма не має.

Після закінчення вантажних робіт із вантажним приміщенням, воно повинно бути запломбовано для попередження потрапляння води.

Під час завантаження, перевезення, вивантаження цукру необхідно виконувати вказані нижче вимоги:

- вантажні приміщення судна, призначених для перевезення цукру, мають бути чистими, сухими, без сторонніх запахів;

- при підготовці вантажних приміщень до завантаження цукру має бути забезпечена герметичність трубопроводів, горловини і цистерн подвійного дна, лазів і люкового закриття трюмів; льяла і стічні колодязі в подвійному дні мають бути надійно захищені від попадання в них цукру і солі;

- періодичне використання системи трюмного вентилявання в режимі рециркуляції для забезпечення рівномірності температурного режиму вологості у вантажному приміщенні;

- для усунення можливого скупчення вуглекислого газу, що виділяється в масі цукру при перевезенні, перед початком вивантаження вантажні приміщення мають бути ретельно провентильовані впродовж 1-2 год. У вантажних приміщеннях з цукром-сирцем має бути виконаний вимір змісту CO₂;

- для попередження втрати цукру при вантажних роботах перед початком вивантаження між судном і причалом силами порту мають бути підвішені спеціальні пологи.

- для вивантаження повинні відкриватися тільки ті вантажні приміщення, з яких безпосередньо робитиметься вивантаження;

- на час тривалих перерв вантажних робіт трюми мають бути закриті, оскільки перепади параметрів зовнішнього повітря можуть привести до грудкування або затвердінню цукру;

Ці вимоги необхідно виконувати для того, щоб уникнути пошкодження системи судна у зв'язку з мілко зернистістю цукру.

5.5 Висновки за розділом

Головним напрямком удосконалювання технології перевезень цукрових вантажів є їхнє транспортування на спеціалізованих судах. Однак ефективність експлуатації таких суден визначається різноманітними факторами (стійкістю вантажопотоку і його обсягом, наявністю зворотного завантаження, інтенсивністю виробництва вантажних операцій у портах і т.д.), і в деяких випадках може виявитися доцільним використання універсальних суховантажних суден або навіть танкерів для перевезення зернових вантажів.

Іншим важливим напрямком поліпшення існуючої технології перевезення цукрових вантажів можна вважати зниження витрат, пов'язаних з попередженням небезпечного переміщення вантажів. Найбільш економічним варіантом перевезення такого вантажу буде, природно, бути той, при якому не потрібно проводити ніяких заходів щодо запобігання зсуву вантажу. Це можливо тільки в тому випадку, коли з усією очевидністю буде доведено, що переміщення вантажу буде не небезпечно або воно взагалі не відбудеться. Такий доказ може бути проведено стосовно до конкретних умов завантаження судна, його основним характеристикам і умовам плавання. Доказ можна вважати достатнім, якщо дотримуються вимоги до остійності судна з урахуванням можливого зсуву вантажу.

У всіх інших випадках слід проводити спеціальні заходи щодо зниження ефекту переміщення вантажу до безпечної межі. До них можна віднести:

- пристрій живильників;
- виготовлення і установку тимчасових або постійних поздовжніх перебирань, шифтингів у діаметральній площині судна;
- мішкування частини вантажу;
- стабілізації вільних поверхонь вантажу.
- особливе завантаження судна, якщо це можливо;
- застосування нових конструкцій пристроїв, що запобігають зсув вантажу.

Чинними правилами вважається безпечної перевезення цукрового вантажу насипом, якщо у всіх вантажних приміщеннях є належним чином установлені шифтинги і живильники. У цьому випадку не потрібно робити спеціальний розрахунки остійності. При комбінованому проведенні зазначених заходів або відмові від них необхідно здійснювати перевірочний розрахунки остійності з обліком можливого часткового переміщення.

Обґрунтування і вибір оптимального варіанта технологічного встаткування під час перевезення сипучого вантажу доцільніше робити на етапі складання типового плану завантаження. На цьому етапі методом варіантів можливо встановити заздалегідь мінімальні витрати, які необхідні для забезпечення безпеки судна з урахуванням нормованого зсуву вантажу.

Сутність методики полягає в розробці можливих варіантів завантаження судна вантажем, їх порівнянні і відшуванні оптимального варіанта, що забезпечує критерії безпеки плавання при найменших витратах. Методичними вказівками передбачається, що розробка планів завантаження суден насипними вантажами повинна проводитися з урахуванням наступних основних положень:

- завантаження судна і конструкції встаткування його вантажних приміщень повинні повністю задовольняти існуючим критеріям міцності і остійності, що враховують можливість переміщення вантажу;

- бажаність максимального використання чистої вантажопідйомності судна;

- досягнення найбільших зручностей і продуктивності вантажних операцій, особливо при вивантаженні вантажу;

- створення конструкцій тимчасового встаткування, що запобігає зсув вантажу, зручного в експлуатації мінімальну вагу, що має, і дозволяє робити його монтаж і розбирання силами екіпажу в мінімальний термін;

- оптимальний план завантаження судна повинен передбачати можливість відмови від установки шифтингів, пристрою живильників, мішкування частини вантажу для загрузки вільної поверхні вантажу, удорожуючих перевезення вантажу насипом.

Призначення варіантів порівняння проводиться шляхом послідовного виключення стандартних умов чинних правил по застосуванню пристроїв, що запобігають можливий зсув вантажу. Для кожного з варіантів завантаження в першу чергу визначається розрахунками задоволення критеріям безпеки. Потім відбираються ті варіанти, які прийнятні для подальшого розгляду. Вибір оптимального варіанта повинен проводитися на основі результатів експлуатаційно - економічних розрахунків [41].

Підвищення ефективності морських перевезень цукрових вантажів, крім використання спеціалізованих суден, залежить також від скорочення часу на підготовку судна до приймання вантажу і вантажні операції.

РОЗДІЛ 6

РОЗРАХУНОК ЕКОНОМІЧНИХ ПОКАЗНИКІВ РОБОТИ СУДНА В РЕЙСІ

6.1 Рейсове завдання

Кожен рейс характеризується з кількісної та якісної сторони. Кількість працюючого тоннажу, обсяги перевезень, витрати часу, матеріальних і грошових ресурсів характеризуються абсолютними величинами. Кожен показник відображає якусь суттєву сторону транспортного процесу. У сукупності ці величини тісно пов'язані між собою і представляють єдину систему експлуатаційних, економічних і валютно-фінансових показників роботи судна, і загалом флоту [42].

Вихідні дані для рейсу т/х «Mineral Brussel» з порту Енсенада в порт Йокогама зведені в табл. 6.1.

Таблиця 6.1 – Початкові дані для розрахунку рейсу

№	Найменування показників	Умовні позначення	Од. вимір.	Значення
1	2	3	4	5
1	Балкер «Mineral Brussel»	Dw	т	175347,8
2	Запаси на початок рейсу	Gзап	т	3032,5
3	Відстань між портами	L	милі	5093
4	Кількість завантаженого вантажу	Q	т	125720
5	Фрахтова ставка за 1 т	f	дол.США/т	23
6	Норми завантаження вантажу	Mзав	т/добу	25000
7	Норми розвантаження вантажу	Mвив	т/добу	32000
8	Експлуатаційна швидкість	V _{екс}	вузл	15,0
9	Швидкість в каналах, в вузкостях	V _{кан}	вузл	10
10	Добова витрата палива на ходу:			

Продовження табл. 6.1

1	2	3	4	5
	важке	$q_{хт}$	т/добу	46
	легке	$q_{хл}$	т/добу	0
11	Добова витрата палива на стоянці:			
	важке	$q_{стт}$	т/добу	0
	легке	$q_{стл}$	т/добу	6
12	Вартість 1 т палива:			
	важке	Π_v	дол.США/т	650
	легке	Π_l	дол.США/т	800
13	Балансова вартість судна	$C_{бал.}$	дол.США	17000000
14	Річна норма амортизації	$H_{ам.}$	%	10
15	Час поза експлуатацією судна	$T_{вэ.}$	діб	10
16	Чисельність екіпажу	$\Psi_{эк.}$	чол.	22
17	Час затримки в дорозі	$t_{зад.}$	год.	2,4
18	Додатковий час в портах	$t_{доп.}$	діб.	0,05
19	Заробітна плата екіпажу	$R_{зп.}$	дол.США/добу	4900
20	Витрати на технічне постачання	$R_{тс.}$	дол.США/добу	400
21	Навігаційні витрати	$R_{нав.}$	дол.США/добу	370
22	Портові збори	$R_{пор.}$	дол.США	16000
23	Агентування суден	$R_{аг.}$	дол.США/добу	200
24	Витрати на страхування суден	$R_{стр.}$	дол.США/добу	420
25	Вартість на ремонт	$C_{рем}$	дол.США/мр.п.	20000
26	Вартість одного докування	$C_{док}$	дол.США	40000

Вихідні дані в табл. 6.1 використовуються для наступних розрахунків.

6.2 Розрахунок кількісних експлуатаційно показників роботи судна в рейсі

1. Розраховуємо чисту вантажопідйомність судна:

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

$$D_{\text{ч}} = 175347,8 - 3032,5 = 172315,3 \text{ т.}$$

2. Розраховуємо експлуатаційний період роботи судна

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

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

3. Розраховуємо час рейсу

а) ходовий час:

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

$$t_{\text{х}} = (5093 / 24 \cdot 15,0) + 0,1 = 14,2 \text{ діб.}$$

б) стояночний час:

$$t_{\text{ст}} = t_{\text{ст}}^{\text{п}} + t_{\text{ст}}^{\text{в}} = \left(\frac{Q_1}{M_{\text{н1}}} \right) + \left(\frac{Q_1}{M_{\text{в1}}} \right) + t_{\text{доп}}, \quad (6.4)$$

$$t_{\text{ст}} = (125720 / 25000 + 125720 / 32000) + 0,05 = 9,0 \text{ діб.}$$

в) час рейсу складе:

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

$$t_{\text{р}} = 14,2 + 9,0 = 23,3 \text{ діб.}$$

4. Розрахуємо провізну спроможність судна

$$\Sigma QL = 125720 \cdot 5093 = 640291960 \text{ тонно-миль/рейс,}$$

$$\Sigma D_{\text{ч}} L = 172315,3 \cdot 5093 = 877601822,9 \text{ тонно-миль / рейс.}$$

5. Розрахуємо доходи судна за рейс

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

$$\Sigma F_{\text{рейс}} = 125720 \cdot 23 = 2891560,0 \text{ дол.США/рейс.}$$

6. Розраховуємо витрати судна за статтями за добу:

1) Постійні експлуатаційні витрати судна

а) Витрати на харчування екіпажу:

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

$$\Sigma R_{\text{пит.р}} = 22 \cdot 15 = 330,0 \text{ дол.США /добу.}$$

б) Витрати на ремонт:

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

$$\Sigma R_{\text{рем.с}} = ((20000 + 370) / 5 / 355 = 11,5 \text{ дол.США/добу.}$$

в) Витрати на амортизацію:

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

$$\Sigma R_{\text{ам.р}} = (17000000 \cdot 0,1) / (355 \cdot 100) = 47,9 \text{ дол.США /добу.}$$

г) Витрати на загально суднове постачання:

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

$$\Sigma R_{\text{сн.р}} = ((17000000 \cdot 400) / (1775 \cdot 100) = 38309,9 \text{ дол.США /добу.}$$

г) Знайдемо постійні експлуатаційні витрати судна за добу:

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

$$\Sigma R_{\text{екс.}} = 4900 + 330,0 + 47,9 + 38309,9 + 56,3 + 400,0 + 370,0 + 688,0 + 200,0 + 420,0 = 45722,1 \text{ дол.США /добу.}$$

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

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

$$R_{\text{кос.}} = 45722,1 \cdot 0,02 = 914,44 \text{ дол.США/добу.}$$

3) Знаходимо загальні постійні експлуатаційні витрати судна за добу:

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

$$R_{\text{общ.}} = 45722,1 + 914,44 = 46636,6 \text{ дол.США/добу.}$$

4) Знаходимо загальні постійні експлуатаційні витрати судна за рейс:

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

$$\Sigma R_{\text{общ.екс.}} = 46636,6 \cdot 23,3 = 1084522,5 \text{ дол.США/добу}$$

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

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

$$R_{\text{х.тяж.}} = k_{\text{см}} \cdot q_{\text{х}} \cdot Ц_{\text{т}} = 1,0 \cdot 46 \cdot 650 = 29900 \text{ дол.США/добу,}$$

$$R_{\text{ст.тяж.}} = k_{\text{см}} \cdot q_{\text{ст}} \cdot Ц_{\text{т}} = 1,0 \cdot 6 \cdot 800 = 4800 \text{ дол.США/добу.}$$

б) Розраховуємо змінні витрати за рейс:

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

$$\Sigma R_{\text{пер.}} = (29900 \cdot 14,2) + (4800 \cdot 9,0) = 469228,2 \text{ дол.США/рейс.}$$

6. Знаходимо загальні витрати судна за рейс:

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

$$\Sigma R_{\text{рейс}} = 1084522,5 + 469228,2 = 1553750,7 \text{ дол.США/рейс.}$$

7. Знаходимо прибуток судна за рейс:

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

$$\Delta П_{\text{рейс}} = 289560,0 - 1553750,7 = 1337809,3 \text{ дол.США /рейс.}$$

6.3 Розрахунок якісних експлуатаційно-економічних показників роботи судна в рейсі

1. Коефіцієнт використання календарного періоду:

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

$$K_{\text{э}} = 355 / 365 = 0,97.$$

2. Коефіцієнт завантаження судна:

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

$$\alpha_{\text{заг}} = 640291960 / 877601823 = 0,729$$

3. Середньодобова експлуатаційна швидкість:

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

$$V_{\text{ср.}} = 5093 / 14,2 = 357,5 \text{ милі/добу.}$$

4. Коефіцієнт ходового часу:

$$\epsilon_{\text{х}} = \frac{t_{\text{х}}}{t_{\text{р}}} , \quad (6.21)$$

$$\epsilon_{\text{х}} = 14,2 / 23,3 = 0,61$$

5. Продуктивність однієї тони вантажопідйомності судна за добу експлуатації:

$$\mu_{\text{в}} = \alpha_{\text{з}} \cdot V_{\text{ср.}} \cdot \epsilon_{\text{х}} , \quad (6.22)$$

$$\mu_{\text{в}} = 0,729 \cdot 357,5 \cdot 0,61 = 159,8 \text{ т-милі/тнж-добу.}$$

6. Валова прибутковість одних судно-днів:

$$\mu_{\text{г}} = \frac{\Delta F_{\text{чисте}}}{t_{\text{р}}} , \quad (6.23)$$

$$\mu_{\text{в}} = 2891560,0 / 23,3 = 124342,6 \text{ дол.США/добу.}$$

7. Рівень прибутковості являє відношення доходів до витрат:

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

$$PF = 2891560,0 / 1553750,7 = 1,86.$$

8. Прибуток з урахуванням податку 25%:

$$\Sigma \Pi_{\text{рейс}} = \Delta F - \Sigma N_{\text{нал}} = \Delta F \cdot (1 - 0,25), \quad (6.25)$$

$$\Sigma \Pi_{\text{рейс}} = 1337809,3 \cdot (1 - 0,25) = 1003357,0 \text{ дол.США/рейс.}$$

9. Розрахуємо собівартість перевезення однієї тони вантажу в рейсі:

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

$$S_T = 1553750,7 / 125720 = 12,4 \text{ дол.США/т.}$$

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

$$S_{T-M} = \Sigma R_{\text{общ}} / \Sigma Q_1, \quad (6.27)$$

$$S_{T-M} = 1553750,7 / 640291960 = 0,002 \text{ дол.США/т-м.}$$

11. Розрахуємо собівартість утримання судна за добу експлуатації:

$$S_{c-c} = \frac{\Sigma R_{\text{заг.}}}{t_p}, \quad (6.28)$$

$$S_{c-c} = 1553750,7 / 23,3 = 66814,3 \text{ дол.США /добу.}$$

6.4 Прогнозування роботи судна за експлуатаційний період

1. Число рейсів за експлуатаційний період:

$$\mathcal{C}_p = T_{\text{екс}} / t_p, \quad (6.29)$$

$$\mathcal{C}_p = 355 / 23,3 = 15,3 \text{ рейсів.}$$

2. Обсяг перевезеного вантажу за експлуатаційний період:

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

$$\Sigma Q_{\text{екс}} = 125720 \cdot 23,3 = 2923590,0 \text{ т.}$$

3. Обсяг транспортної роботи за експлуатаційний період:

$$\sum Q_{\text{екс}} = \sum Q_{\text{л}} \cdot \text{Ч}_{\text{р}}, \quad (6.31)$$

$$\sum Q_{\text{екс}} = 125720 \cdot 23,3 \cdot 5093 = 14889843686 \text{ т-м-рейсів}$$

4. Дохід за експлуатаційний період:

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

$$\sum F_{\text{екс}} = 2891560,0 \cdot 15,3 = 44141640,7 \text{ дол.США/рік}$$

5. Загальні витрати судна за експлуатаційний період:

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

$$\sum R_{\text{екс}} = 1553750,7 \cdot 15,3 = 23719067,06 \text{ дол.США/рік}$$

6. Прибуток судна за експлуатаційний період:

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

$$\sum \Pi = 1337809,3 \cdot 15,3 = 20422573,64 \text{ дол.США/рік}$$

7. Рівень прибутковості роботи судна за експлуатаційний період:

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

$$\sum PF = 44141641 / 23719067 = 1,86.$$

6.5 Оцінка ефективності виконаного рейсу і роботи судна за експлуатаційний період

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

Таблиця 6.2 – Кількісні та якісні показники виконаного рейсу

№ п/п	Найменування показників	Умовні познач.	Од. виміру	Значення
1	2	3	4	5
1	Експлуатаційний період	T_e	діб	355
2	Відстань пройдена судном в рейсі	$L, \text{л}$	милі	5093

Продовження табл. 6.2

1	2	3	4	5
3	Перевезено вантажів	ΣQ	т	125720
4	Судо-діба в рейсі	t_p	діб	23,3
	а) на ходу	t_x	діб	14,2
	б) на стоянці	$t_{ст}$	діб	9,0
5	Загальний прибуток	F	дол.США	2891560,0
6	Загальні витрати	R	дол.США	1553750,7
7	Чистий прибуток	П	дол.США	1337809,3
8	Коефіцієнт ходового часу	ε_x		0,61
9	Середньодобова експлуатаційна, швидкість	$V_{ср.}$	милі/добу	357,5
10	Прибутковість судна	$\mu'_в$	дол.США /добу	124342,6
11	Рівень прибутковості	PF		1,86
12	Собівартість перевезення 1 т вантажу	S_T	дол.США /т	12,4
13	Собівартість 1 т-м	$S_{т-м}$	дол.США /т-м	0,002
14	Собівартість утримання судна за добу експлуатації	$S_{с-с}$	дол.США /діб.ек	66814,27

Розрахунки, виконані в розділі, показали, що рейс Енсенада – Йокогама на балкері «Mineral Brussel» є економічно доцільним та прибутковим: чистий прибуток за рейс становить близько 1,34 млн дол. США, а рівень прибутковості дорівнює 1,86. Собівартість перевезення 1 т вантажу на рівні 12,4 дол. США та 0,002 дол. США за тонно-милю свідчить про достатньо високу ефективність використання вантажопідйомності та експлуатаційного часу судна. Отримані кількісні й якісні показники, зведені в таблицю 6.2, дають змогу комплексно оцінити результати рейсу і можуть бути використані як база для планування роботи судна за експлуатаційний період та порівняння з альтернативними варіантами завантаження, маршрутів і організації перевезень.

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)

Вантажне судно «BALTIC PILGRIM» стоїть на якорі в районі зовнішнього рейду порту Дуррес (Албанія). Отримано повідомлення про терористичний акт на території перевантажувального комплексу для контейнерів.

У результаті вибуху з пошкодженого контейнера-цистерни вилилося 8 т зрідженого хлору, що є сильнодіючою отруйною речовиною (СДОР).

Характер розливу - «вільно». На території порту оголошена терористична загроза. Метеорологічні умови на момент аварії: час доби – день, 15.00, температура повітря 0 °С, швидкість вітру 6 м/с, вітер – зустрічний, суцільна хмарність.

Відстань від судна до місця аварії – 4 км. Місцевість відкрита, характер – водна поверхня.

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

Запропонувати заходи щодо зменшення можливих втрат серед екіпажу та пасажирів судна.

Визначити стандартні робочі процедури при отриманні повідомлення про виявлення на території портової споруди, що взаємодіє із 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 дипломної роботи «Охоронні заходи і цивільна оборона на судні») [43].

1) Визначення ступеня вертикальної стійкості повітря

За заданими метеорологічними умовами (час доби - день, швидкість вітру 6 м/с, суцільна хмарність) визначаємо по табл. 7.1 ступень вертикальної стійкості повітря - ізотермія.

2) Розрахунок еквівалентної кількості СДОР у первинній хмарі

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

Таблиця 7.1 – Визначення ступеня вертикальної стійкості повітря за прогнозом погоди

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

Розраховуємо еквівалентну кількість $Q_{\text{э1}}$ (т) хлору в первинній хмарі:

$$Q_{\text{э1}} = K_1 \cdot K_3 \cdot K_5 \cdot K_7^1 \cdot Q_0 = 0,18 \cdot 1 \cdot 0,23 \cdot 0,6 \cdot 8 = 0,2 \text{ т,}$$

де: $K_1 = 0,18$ – коефіцієнт, що залежить від умов зберігання СДОР (табл. 7.2);

$K_3 = 1$ – коефіцієнт (табл. 7.2);

Таблиця 7.2 – Характеристики СДОР і значення допоміжних коефіцієнтів

Найменування СДОР	Щільність СДОР, т/ м³		Температура кипіння, °С	Порогова токсодоза, мг·хв/л	Значення допоміжних коефіцієнтів							
	Газ	Рідина			K ₁	K ₂	K ₃	K ₇ для температури повітря (°С)				
								- 40	-20	0	20	40
Хлор	-	1,558	- 34,1	0,6	0,18	0,052	1,0	<u>0</u> 0,9	<u>0,3</u> 1	<u>0,6</u> 1	<u>1</u> 1	<u>1,4</u> 1

Примітка. У таблиці наведені значення K₇у чисельнику - K₇^I (для первинної хмари), у знаменнику - K₇^{II} (для вторинної хмари).

K₅ = 0,23 – коефіцієнт, який враховує ступень вертикальної стійкості повітря для ізотермії (п. 3.2. Методики прогнозування наслідків надзвичайних ситуацій на об'єктах морського транспорту);

K₇^I = 0,6 – коефіцієнт, що враховує вплив температури навколишнього повітря на швидкість утворення первинної хмари (табл. 7.2);

Q₀ = 8 – кількість хлору, що розлився при аварії, т.

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

Площа розливу S_p (м²) хлору дорівнює:

$$S_p = V_p/h = Q_0 / \rho/h = 8 / 1,558 / 0,05 = 103 \text{ м}^2,$$

де: V_p – об'єм хлору, що розлився, м³;

ρ = 1,558 – щільність хлору, т/м³ (табл. 7.2);

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

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.) хлору:

$$T = h \cdot \rho / (K_2 \cdot K_4 \cdot K_7^{II}) + 1 / (K_m \cdot v_{\Pi}) = 0,05 \cdot 1,558 / (0,052 \cdot 2,67 \cdot 1) + 1 / (1 \cdot 35) = 0,59 \text{ год.} = 35 \text{ хв.},$$

де: $K_2 = 0,052$ – коефіцієнт, що залежить від фізико-хімічних властивостей хлору (табл. 7.2);

$K_4 = 2,67$ – коефіцієнт, що враховує швидкість вітру (табл. 7.3);

Таблиця 7.3 – Значення коефіцієнту K_4 залежно від швидкості вітру

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

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

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

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
Територія порту	0,2	0,2	0,3

$v_{\text{п}} = 35$ – швидкість перенесення переднього фронту зараженого повітря, км/год. (табл. 7.5).

Таблиця 7.5 – Швидкість (км/год.) перенесення $v_{\text{п}}$ 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 хлору Q_{32} (т) у вторинній хмарі:

$$Q_{32} = (1-K_1) \cdot K_2 \cdot K_3 \cdot K_4 \cdot K_5 \cdot K_6 \cdot K_7^{\text{II}} \cdot Q_0 / (h \cdot \rho) = 0,82 \cdot 0,052 \cdot 1 \cdot 2,67 \cdot 0,23 \cdot 1 \cdot 1 \cdot 8 / (0,05 \cdot 1,558) = 2,69 \text{ т,}$$

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

4) Визначення глибини і площі зони зараження

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

Таблиця 7.6 – Глибина (км) зони зараження

Швид- кість вітру, м/с	Еквівалентна кількість СДОР, т								
	0,01	0,05	0,1	0,5	1	3	5	10	20
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
1 і менше	0,38	0,85	1,25	3,16	4,75	9,18	12,53	19,20	29,56
2	0,26	0,59	0,84	1,92	2,84	5,35	7,20	10,83	16,44

Продовження табл. 7.6

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
4	0,19	0,42	0,59	1,33	1,88	3,28	4,36	6,46	9,62
6	0,15	0,34	0,48	1,09	1,53	2,66	3,43	4,88	7,20

Для $Q_{\text{с1}} = 0,2$ т та швидкості вітру $u = 6$ м/с визначаємо глибину зони зараження первинною хмарою хлору: $\Gamma_1 = 0,63$ км.

Для $Q_{\text{с2}} = 2,69$ т та швидкості вітру $u = 6$ м/с визначаємо глибину зони зараження вторинною хмарою хлору: $\Gamma_2 = 2,48$ км.

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

$$\Gamma_{\Sigma} = \Gamma' + 0,5 \cdot \Gamma'' = 2,48 + 0,5 \cdot 0,63 = 2,8 \text{ км},$$

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

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

$$\Gamma_{\Pi} = N \cdot v_{\Pi} = 1 \cdot 35 = 35 \text{ км}.$$

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

$$\Gamma = \min \left\{ \begin{matrix} \Gamma_{\Sigma} \\ \Gamma_{\Pi} \end{matrix} \right\} = 2,8 \text{ км}.$$

Визначаємо площу зони можливого зараження $S_{\text{в}}$ (км²) хмарою хлору:

$$S_{\text{в}} = \pi \cdot \Gamma^2 \cdot \varphi / 360^{\circ} = 3,14 \cdot 2,8^2 \cdot 45^{\circ} / 360^{\circ} = 3,08 \text{ км}^2,$$

де $\Gamma = 2,8$ – розрахункова глибина зони зараження, км;

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

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

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

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

$$S_{\phi} = K_8 \cdot \Gamma^2 \cdot N^{0,2} = 0,133 \cdot 2,8^2 \cdot 1^{0,2} = 1,04 \text{ км}^2,$$

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

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 $\Gamma = 2,8$ км. Вершина сектору співпадає з джерелом зараження - місцем розливу хлору.

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

Розраховуємо глибину зони смертельних уражень Γ_1 (км):

$$\Gamma_1 = \lambda \cdot K_M \cdot \left(\frac{Q_3}{D_1}\right)^{\Psi} = 1,20 \cdot 1 \cdot \left(\frac{2,71}{6}\right)^{0,537} = 0,78 \text{ км},$$

де: $\lambda = 1,20$; $\Psi = 0,537$ – коефіцієнти, що залежать від швидкості вітру (табл. 7.8);

$Q_3 = Q_{31} + Q_{32} = 0,2 + 2,69 = 2,71$ – загальна еквівалентна кількість СДОР, що перейшла в первинну і вторинну хмару, т;

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

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

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

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

$$\Gamma_{0,4l} = \lambda \cdot K_M \cdot \left(\frac{Q_{\text{э}}}{D_{0,4l}} \right)^{\Psi} = 1,20 \cdot 1 \cdot \left(\frac{2,71}{2,4} \right)^{0,537} = 1,2 \text{ км},$$

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

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

$$\Gamma_{0,2l} = \lambda \cdot K_M \cdot \left(\frac{Q_{\text{э}}}{D_{0,2l}} \right)^{\Psi} = 1,20 \cdot 1 \cdot \left(\frac{2,71}{1,2} \right)^{0,537} = 1,86 \text{ км},$$

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

Глибина зони легких уражень відповідає значенню розрахунковій глибині зони зараження $\Gamma = 2,8$ км.

б) Визначення часу підходу зараженого повітря до об'єкту (судна)

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

$$t = x / (K_M \cdot v_{\text{п}}) = 4 / (1 \cdot 35) = 0,11 \text{ год.} \approx 6,9 \text{ хв.},$$

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

7.1.3 Висновки і рекомендовані заходи для зменшення людських втрат

В результаті проведеної оцінки масштабів хімічного зараження встановлено, що судно «BALTIC PILGRIM» знаходиться на безпечній відстані від місця аварії (глибина зони ураження – 2,8 км, відстань від судна «BALTIC PILGRIM» до місця аварії становить 4 км).

Для уникнення можливих втрат серед екіпажу судна пропонуються наступні заходи [44]:

- зв'язатися з аварійними службами порту для отримання оперативної інформації про розвиток аварії, узгодити питання щодо доцільності відходу судна від місця якірної стоянки подалі від берега на період аварійної ситуації в порту;

- забезпечити контроль за тим, щоб члени екіпажу без потреби тимчасово не виходили на відкриту палубу;
- підготуватися до надання першої медичної допомоги.

7.1.4 Стандартні робочі процедури при отриманні повідомлення про виявлення на території портової споруди, що взаємодіє із судном, вибухового пристрою

Розподіл відповідальності членів екіпажу за виконання дій, які повинні бути зроблені у разі отримання попередження про загрозу вибуху на території портової споруди, що взаємодіє із судном, наведений в табл. 7.9 і може бути використаний в якості чек-листа.

Перелік і порядок дій для всіх рівнів охорони (1, 2, 3) жодним чином не обмежує капітана в прийнятті інших рішень, якщо він вважатиме їх більш ефективними в конкретних умовах. Капітан уповноважений приймати будь-які рішення, якщо вони спрямовані на порятунок судна, пасажирів та екіпажу, збереження вантажу [45-46].

Таблиця 7.9 – Заходи, які повинні бути прийняті у разі отримання повідомлення про виявлення на території портової споруди, що взаємодіє із судном, вибухового пристрою

№ п/п	Дії, які повинні бути виконані	Відповідальний член екіпажу
1	2	3
1	Записати докладно попередження про загрозу вибуху. Негайно доповісти капітану і ОКС. Поки триває стан надзвичайної ситуації, у судовому журналі відображати всі заходи по забезпеченню безпеки	Вахтовий помічник

Продовження табл. 7.9

1	2	3
2	Оголосити загальносуднову тривогу, провести герметизацію корпусу судна, засоби боротьби з водою і пожежею привести у негайну готовність	Капітан
3	Оповістити екіпаж судна	Вахтовий помічник
4	Зв'язатися з посадовою особою портового засобу, відповідальною за охорону. Повідомити про ситуацію посадову особу компанії, відповідальну за охорону. Всі подальші дії здійснювати у контакті з цими особами.	Особа командного складу, відповідальна за охорону судна
5	Аварійну партію привести в готовність №1	Старший помічник

ВИСНОВКИ

В магістерській роботі виконана комплексна проробка рейсу судна «Mineral Brussel», за маршрутом Енсенада – Йокогама.

Виконана оцінка навігаційного переходу Енсенада – Йокогама показала, що на всьому переході забезпечена безпека мореплавання. Судно рухається через Тихий океан в червні в досить помірних кліматичних умовах. Загальна відстань складала 5093 морські милі. Початок рейсу був 05.06.25 і закінчився 19.06.25, швидкість руху судна на переході складала 15 вузлів, за винятком районів портів, де швидкість зменшувалась.

На судно прийнятий вантаж – цемент, який має різні властивості та особливості при перевезенні. Документи, які були використані в процесі збору інформації щодо транспортних властивостей вантажу і правил їх перевезки:

1. Декларація про вантаж.
2. Сертифікат о характеристиці вантажу на момент завантаження.
3. Міжнародний кодекс морського перевезення навалювальних вантажів.

При описанні транспортних характеристик вантажу і правил їх перевезення використовують наступні документи:

- Сертифікат характеристик вантажу на момент завантаження (Certificate of Transport Characteristics of cargo at the Moment of Loading);

- Довідка про відбір проб для визначення сертифікованих параметрів (Certificate about sampling procedure to define certified parameters);

- Декларація транспортних характеристик і умов безпечного морського перевезення навалювального вантажу (Declaration of the Transportation Characteristics and Conditions for the Safe Carriage of Bulk Cargo).

За результатами складеного вантажного плану, перевезено 125720 т цементу, проводились розрахунки остійності судна за вимогами ММО та поздовжньої міцності судна, що підтвердило відповідність усім критеріям і вимогам.

Економічні розрахунки показали, що рейс Енсенада – Йокогама на балкері «Mineral Brussel» є економічно доцільним та прибутковим: чистий прибуток за рейс становить близько 1,34 млн дол. США, а рівень прибутковості дорівнює 1,86. Собівартість перевезення 1 т вантажу на рівні 12,4 дол. США та 0,002 дол. США за тонно-милю свідчить про достатньо високу ефективність використання вантажопідйомності та експлуатаційного часу судна. Отримані кількісні й якісні показники, зведені в таблицю 6.2, дають змогу комплексно оцінити результати рейсу і можуть бути використані як база для планування роботи судна за експлуатаційний період та порівняння з альтернативними варіантами завантаження, маршрутів і організації перевезень.

У дослідженні ґрунтовно розглянуто технологічні, ринкові та організаційні аспекти морського транспортування цукру, що дозволило комплексно оцінити умови формування й обслуговування вантажопотоків цього виду сипучої харчової продукції. Показано, що властивості цукру як вантажу (дрібнозернистість, гігроскопічність, схильність до злежування та розчинення у разі зволоження) безпосередньо визначають вимоги до тари, способу розміщення, стійкості судна та організації вантажних операцій у порту й на судні. З урахуванням цих факторів обґрунтовано необхідність ретельної підготовки вантажних приміщень, забезпечення герметичності, контролю вологості та температури, а також використання раціональних схем вентилявання й захисту вантажу від потрапляння води та забруднень.

Аналіз світового та українського ринку цукру продемонстрував високу чутливість обсягів перевезень до кліматичних коливань у країнах-лідерах виробництва, змін попиту, цінової кон'юнктури та геополітичних факторів. Виявлено, що періоди дефіциту й зростання світових цін створюють вікна можливостей для нових експортерів та посилення ролі окремих портів, однак нестабільність врожаїв і політичні ризики (зокрема воєнні дії в Україні) істотно обмежують можливість довгострокового планування вантажопотоків. Статистичні дані щодо експорту українського цукру та портової перевалки за 2014–2022 роки засвідчили як потенціал галузі, так і її вразливість до зовнішніх

шоків, що підкреслює важливість диверсифікації ринків збуту й відновлення виробничої інфраструктури після війни.

Розгляд існуючих видів тари та технології перевезення цукру (у мішках, контейнерах, насипом) показав, що традиційні рішення, такі як тканинні мішки, не повною мірою відповідають сучасним вимогам до якості, санітарної безпеки й екологічної стійкості. Звернено увагу, що мішкова тара є джерелом механічних домішок, легко намокає й сприяє мікробному псуванню вантажу, тому доцільним є перехід до більш захищених видів упаковки та розвитку безтарних систем зберігання й перевалки (силоси, закриті транспортні системи). При цьому для морського транспорту ключове значення мають не лише властивості тари, а й правильне штивтування, запобігання утворенню порожнин і забезпечення умов, за яких вантаж не буде небезпечно переміщуватися під час хитавиці.

Детально сформульовані вимоги та рекомендації щодо організації завантаження, перевезення й вивантаження цукру, а також розподілені обов'язки між старшим помічником, вахтовими офіцерами та стивідорними службами, що дозволяє забезпечити належний рівень безпеки, збереження вантажу та екологічного контролю. Наголошено, що дотримання норм остійності (мінімальна метацентрична висота, обмеження кута статичного крену, забезпечення достатньої площі діаграми остійності) є принциповою умовою безпечного перевезення сипучих вантажів, навіть якщо вони не належать до категорії небезпечних. У роботі показано, що безпечна експлуатація судна з вантажем цукру можлива як за рахунок конструктивних рішень (поздовжні перебірки, живильники, тимчасові шифтінги), так і шляхом грамотного планування завантаження та контролю за вантажними операціями на всіх етапах рейсу.

Підсумовуючи, дослідження доводить, що підвищення ефективності та безпеки морських перевезень цукрових вантажів досягається комплексом взаємопов'язаних заходів: оптимізацією планів завантаження, вибором раціональної технології перевалки, застосуванням спеціалізованих або адаптованих суден, а також удосконаленням нормативно-методичного

забезпечення й підготовки екіпажу. Застосування методики варіантного вибору планів завантаження дає можливість мінімізувати витрати на тимчасові конструкції та протизсувні пристрої без зниження рівня безпеки, що особливо актуально в умовах нестабільних вантажопотоків і зростаючих вимог до економічної та екологічної результативності судноплавства. Таким чином, отримані в дослідженні результати можуть використовуватися як методична основа для розробки практичних рекомендацій судновласникам, портовим операторам та фахівцям з експлуатації флоту, які займаються транспортуванням цукру морем.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Ворохобін І.І., Цимбал М.М., Бурмака І.О., Ніколаєва Л.Л та інші. Методичні вказівки для виконання магістерської роботи // І.І. Ворохобін, М.М. Цимбал, І.О. Бурмака, Л.Л. Ніколаєва та ін. – Одеса: НУ «ОМА», 2023. – 96 с.
2. Ship documentation of bulk carrier «Mineral Brussel», 2011.
3. International Convention on Standards of Training, Certification and Watch keeping for Seafarers, 1978/95 (STCW-78/95) + Amendment 2010.
4. Рекомендации по организации штурманской службы на морских судах Украины (РШСУ-98) – Одесса, ЮжНИИМФ, 1998. – 112 с.
5. Резолюція ІМО А.893(21) - 1999 «Посібник із планування рейсу».
6. Алексішин В.Г., Долгочуб В.Т. Практичне судноводіння / В.Г. Алексішин, В.Т. Долгочуб. – 3 Вид. випр. і доп. – Одеса: Фенікс, 2008. – 376 с.
7. Алексішин В.Г., Козир Л.А. Методика виконання курсової роботи з навігації «Навігаційне планування переходу». – Одеса: Латстар, 2001. – 72 с.
8. Catalogue Admiralty Charts and Publications. – London: UKHO, 2019.
9. Admiralty List of Radio Signals (ALRS) (NPs 281-288). – London: UKHO, 2019.
10. International Safety Net Manual, 2010. – 72 с.
11. Pilot Chart, інтернет ресурс гідрометеорологічних умов. URL: [Sailing Weather - Marine Weather Forecasts for Sailors and Adventurers - PassageWeather](#)
12. Sailing Directions (Pilots). – London: UKHO, 2019.
13. Atlas of the Oceans. – London: UKHO, 2015.
14. Guide to Port Entry. – London, 2016.
15. Admiralty List of Lights and Fog Signals. – London: International Maritime Organization, 2020.
16. The Mariner's Handbook. NP100. London: UKHO, 2021
17. Ocean Passages for the World. NP136. London: UKHO, 2021.
18. Морехідні таблиці МТ-75.

19. Brown's Nautical Almanac. – London: 2019. – 1130 p.
20. Admiralty Tidal Handbook №. 2 Datums for Hydrographic Surveys NP 122(2). – London: UKHO, 2018.
21. Савчук В.Д. Технологія перевезення вантажів: підручник [для студ. виш. навч. закл.], вид. 2-ге, перероб. і доп. / В.Д. Савчук. – Одеса: НУ «ОМА», 2020. – 390 с.
22. International Maritime Solid Bulk Cargoes (IMSBC) Code. – London: International Maritime Organization, 2020.
23. Снопков В.Г. Технологія перевезення вантажів морем: [навчальний посібник] / В.Г. Снопков. – О., 2001. – 279 с.
24. Thomas Stowage: The Properties and Stowage of Cargoes [Електронний ресурс]. – Режим доступу:
http://www.axelzone.ro/storage/ttm/_lessons/bulk_carriers/thomas_stowage_3rd.pdf.
25. Code of Practice for the Safe Loading and Unloading of Bulk (BLU Code) [Електронний ресурс]. – Режим доступу:
http://www.axelzone.ro/storage/ttm/_lessons/bulk_carriers/blu_code.pdf.
26. Ніколаєва Л.Л. Комерційна експлуатація судна: підручник. Одеса: НУ «ОМА», 2020. – 550 с.
27. The International Convention on Load Lines 1966 - International Maritime Organization. Лондон: Міжнародна морська організація, 1966 [Електронний ресурс]. – Режим доступу: www.riigiteataja.ee.
28. Правила класифікації та побудови морських суден. В 5-ти т. Том 2. – Київ: Регістр судноплавства України, 2020.
29. Теорія і будова судна: навчальний посібник / І.П. Давидов, Ю.П. Кучер, В.Ф. Сіряченко, О.І. Бурмака – Одеса: НУ «ОМА», 2019. – 110 с.
30. Резолюція MSC. 267 (85) 09.12.2008. «Code on Intact Stability for All Types of Ships Covered by IMO Instruments» (ISC).
31. Джежер Е.В., Ярмолович Р.П. Транспортные характеристики грузов: учебное пособие для вузов. Одесса: Феникс, 2007. – 272 с.

32. Товарознавство продовольчих товарів: підручник / за ред. В. І. Пересічного. – Київ : Центр учбової літератури, 2016. – 624 с.
33. Транспортна специфіка цукру. [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <https://steamtrend.ru/useful/article/spetsifika-perevozki-sakhara.html>
34. ДСТУ 4623:2006. Цукор білий. Технічні умови. – Київ: Держспоживстандарт України, 2007. – 12 с.
35. Транспортна характеристика вантажів. [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <https://maritimeforum.net/data/spravochnik/transportnye-harakteristiki-gruzov-s.html>
36. Вантажні характеристики морських вантажів. [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <https://sea-man.org/klassifikaciya-i-harakteristika-gruzov.html>
37. Борис С.Г. Транспортные характеристики грузов: учебное пособие для курсантов – К: издат-во БГАРВ, 2010. – 87 с.
38. FAO Sugar Market Review. World sugar production and consumption statistics. – Rome : Food and Agriculture Organization of the United Nations, 2022.
39. Cargo stowage and securing for bulk cargoes: practical guide. – London: Witherby Publishing Group, 2018. – 310 p.
40. Правила безпечного перевезення навалочних вантажів морськими суднами: навч. посібник / Одеська морська академія. – Одеса: НУ «ОМА», 2019. – 184 с.
41. Ніколаєва Л.Л., І.І. Ворохобін Управління процесами морських перевезень: підручник. Одеса: НУОМА, 2022. – 509 с.
42. Сотниченко Л.Л., Бабаченко М.В. Економіка водного транспорту: методичні вказівки розрахункової роботи. - Одеса: НУ «ОМА», 2017, с. 20.
43. Терновський В.Б. Методичні вказівки по виконанню розділу дипломної роботи «Охоронні заходи і цивільна оборона на судні». – Одеса: ОНМА, 2015. – 72 с.
44. Торский В.Г. Управление безопасностью в судоходстве. – Одесса: Астропринт, 2005. – 180 с.

45. Волошин А.А. Охрана судов и портовых средств: Учебное пособие. – Одесса: Астропринт, 2009. – 127 с.

46. Міжнародний кодекс з управління безпечною експлуатацією суден та попередженням забруднення (МКУБ). Резолюція ІМО А.741(18). [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <https://fish.gov.ru/wp-content/uploads/2021/10/mkub.pdf>