

## НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «ОДЕСЬКА МОРСЬКА АКАДЕМІЯ»

Навчально-науковий інститут навігації

кафедра Управління судном

спеціалізація 271.01 Навігація і управління морськими суднами

"ЗАТВЕРДЖУЮ"

Завідувач кафедри

" \_\_\_\_ " \_\_\_\_\_ 2025 р.

**ЗАВДАННЯ**

по дипломній роботі магістранта

**Сирф Георгій Георгійович**

(прізвище, ім'я, по батькові)

1. **Тема роботи:** **Комплексне опрацювання та дослідження етапів переходу судна «Arklow Villa» за маршрутом Лас Пальмас – Сан Педро**

затверджена наказом по НУОМА від " \_20\_ " листопада 2025\_\_р. № \_1408\_

2. Строк здачі курсантом закінченої роботи \_\_\_\_ " \_15\_ " \_\_\_\_\_ грудня \_\_\_\_\_ 2025\_\_ року
3. Вхідні дані до роботи:

Методичні вказівки для виконання магістерської роботи

Тактико-технічні данні судна

Міжнародні конвенції та кодекси

Національні законодавчі документи

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

Характеристики судна, Аналіз, оцінка та планування навігаційного переходу, Обробка та розміщення вантажів, Оцінка морехідних якостей судна, Дослідницький розділ, Розрахунок економічних показників роботи судна в рейсі, Охоронні заходи та цивільна оборона на судні

5. Перелік графічного матеріалу:

План судна, вантажна шкала, Wheelhouse poster, плани портів, план переходу, графіки приливів, вантажний план судна, ДСО на відхід і прихід

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

Навчально-науковий інститут навігації

Кафедра Управління судном

## **ДИПЛОМНА РОБОТА МАГІСТРАНТА**

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

**Сирф Георгій Георгійович**

(прізвище, ім'я по-батькові)

Тема роботи: **Комплексне опрацювання та дослідження етапів переходу судна «Arklow Villa» за маршрутом Лас Пальмас – Сан Педро**

Підпис магістранта \_\_\_\_\_

Завідувач кафедри \_\_\_\_\_ Петриченко О.А.

Керівник \_\_\_\_\_ Бурмака І.О.

Рецензент \_\_\_\_\_

Нормоконтроль \_\_\_\_\_ Петриченко О.А.

м. Одеса  
2025 рік

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

| Розділ                                                                                                                | ПІБ консультанта | Підпис і дата |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------|---------------|
| 1. Характеристики судна                                                                                               | Бурмака І.О.     |               |
| 2. Аналіз, оцінка та планування навігаційного переходу                                                                | Бурмака І.О.     |               |
| 3. Обробка та розміщення вантажів                                                                                     | Бурмака І.О.     |               |
| 4. Оцінка морехідних якостей судна                                                                                    | Бурмака І.О.     |               |
| 5. Дослідження морехідних якостей судна                                                                               | Бурмака І.О.     |               |
| 6. Розрахунок економічних показників роботи судна в рейсі<br>(кафедра «Менеджменту і економіки морського транспорту») | Бурмака І.О.     |               |
| 7. Охоронні заходи та цивільна оборона на судні (кафедра «Судноводіння»)                                              | Бурмака І.О.     |               |

7. Календарний план дипломної роботи магістранта

| № з/п | Назва етапів роботи                                    | Строк виконання етапів роботи | Примітка |
|-------|--------------------------------------------------------|-------------------------------|----------|
| 1.    | Характеристики судна                                   | 01.10.2025                    | Виконано |
| 2.    | Аналіз, оцінка та планування навігаційного переходу    | 20.10.2025                    | Виконано |
| 3.    | Обробка та розміщення вантажів                         | 04.11.2025                    | Виконано |
| 4.    | Оцінка морехідних якостей судна                        | 16.11.2025                    | Виконано |
| 5.    | Дослідження морехідних якостей судна                   | 01.12.2025                    | Виконано |
| 6.    | Розрахунок економічних показників роботи судна в рейсі | 01.12.2025                    | Виконано |
| 7.    | Охоронні заходи та цивільна оборона на судні           | 05.12.2025                    | Виконано |

Дата видачі завдання \_\_\_\_\_

Керівник \_\_\_\_\_

Завдання до виконання прийняв \_\_\_\_\_

## АНОТАЦІЯ

В магістерській роботі виконано комплексне опрацювання та дослідження етапів переходу т/х «Arklow Villa» за маршрутом Лас Пальмас – Сан Педро.

В роботі проведено аналіз, оцінка та планування навігаційного переходу. Було розраховано кількість вантажу, запасів та оцінка морехідних якостей судна для здійснення безпечного переходу. Проведено аналіз та розрахунок економічних показників роботи судна в рейсі.

Додатково розглянуто питання охоронних заходів та цивільної оборони на морі.

Ключові слова: планування навігаційного переходу, оцінка морехідних якостей судна, гідрометеорологічне планування переходу.

## ANNOTATION

In the master's work the complex elaboration and research of stages of voyage of m/v «Arklow Villa» on the route Las Palmas – San Pedro is executed.

The analysis, assessment and planning of navigation transition are carried out in the work. The amount of cargo, stocks and assessment of the seaworthiness of the vessel for a safe transition were calculated. The analysis and calculation of economic indicators of the vessel in voyage.

Additionally, the issue of security measures and civil defense at sea was considered.

Key words: navigation transition planning, assessment of seaworthiness of the vessel, hydrometeorological transition planning.

## ЗМІСТ

|                                                                                                                    |    |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| Вступ.....                                                                                                         | 8  |
| 1. Характеристики судна.....                                                                                       | 9  |
| 1.1. Загальні відомості і головні розміри судна.....                                                               | 9  |
| 1.2. Транспортно-експлуатаційні характеристики судна.....                                                          | 10 |
| 1.3. Маневрені характеристики .....                                                                                | 13 |
| 1.4. Навігаційне обладнання .....                                                                                  | 20 |
| 1.5. Забезпечення непотоплюваності .....                                                                           | 21 |
| 2. Аналіз, оцінка та планування навігаційного переходу .....                                                       | 24 |
| 2.1. Загальні вимоги до аналізу та плануванню навігаційного переходу .....                                         | 24 |
| 2.2. Оцінка планованого переходу .....                                                                             | 26 |
| 2.2.1. Підготовка для прийому та обміну навігаційною інформацією на<br>переході .....                              | 29 |
| 2.2.2. Збір та аналіз гідрометеорологічної інформації.....                                                         | 31 |
| 2.2.3. Збір та аналіз навігаційної інформації при прибрежному плаванні .....                                       | 33 |
| 2.3. Навігаційні розрахунки для забезпечення безпеки плавання.....                                                 | 38 |
| 2.3.1. Розрахунок ортодромії.....                                                                                  | 38 |
| 2.3.2. Складання маршрутних листів.....                                                                            | 40 |
| 2.3.3. Графічний план переходу.....                                                                                | 41 |
| 2.3.4. Розрахунок природної освітленості.....                                                                      | 42 |
| 2.3.5. Розрахунок висот приливів та побудова графіків приливів.....                                                | 43 |
| 2.4. Висновки.....                                                                                                 | 45 |
| 3. Обробка та розміщення вантажів .....                                                                            | 46 |
| 3.1. Транспортні характеристики вантажів.....                                                                      | 46 |
| 3.2. Підготовка вантажних приміщень до прийому вантажів та документальне<br>оформлення морського перевезення ..... | 47 |
| 3.3. Розрахунок чистої вантажопідйомності судна .....                                                              | 51 |
| 3.4. Складання вантажного плану .....                                                                              | 53 |
| 3.5. Характеристика експлуатаційних умов рейсу .....                                                               | 55 |
| 4. Оцінка морехідних якостей судна.....                                                                            | 57 |

|                                                                                                      |     |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----|
| 4.1. Розрахунок водотоннажності й координат центра ваги судна .....                                  | 57  |
| 4.2. Розрахунки посадки і початкової остійності .....                                                | 60  |
| 4.3. Контроль остійності за матеріалами Інформації .....                                             | 61  |
| 4.4. Розрахунок і побудова діаграм остійності .....                                                  | 62  |
| 4.5. Розрахунки нормованих параметрів остійності.....                                                | 64  |
| 4.6. Перевірка виконання рекомендованих ІМО критеріїв остійності.....                                | 66  |
| 4.7. Контроль загальної поздовжньої міцності судна .....                                             | 66  |
| 5. Дослідження морехідних якостей судна.....                                                         | 68  |
| 5.1. Морехідність, її критерії та контроль в умовах рейсу .....                                      | 68  |
| 5.2. Характеристика хитавиці .....                                                                   | 82  |
| 5.3. Плавання суден в штормових умовах.....                                                          | 93  |
| 6. Розрахунок економічних показників роботи судна в рейсі .....                                      | 101 |
| 6.1. Розрахунок кількісних та якісних показників роботи судна в рейсі .....                          | 101 |
| 6.2. Розрахунок якісних показників судна в рейсі.....                                                | 106 |
| 6.3. Прогнозування роботи судна, оцінка ефективності рейсу.....                                      | 107 |
| 7. Охоронні заходи і цивільна оборона на судні.....                                                  | 110 |
| 7.1. Прогнозування наслідків надзвичайної ситуації на об'єкті морського транспорту.....              | 110 |
| 7.1.1. Вихідні дані (сценарій виникнення надзвичайної ситуації на об'єкті морського транспорту)..... | 110 |
| 7.1.2. Оцінка масштабів хімічного зараження території.....                                           | 111 |
| 7.1.3. Висновки і рекомендовані заходи для зменшення людських втрат.....                             | 118 |
| 7.2. Розподіл обов'язків та відповідальності щодо забезпечення охорони судна.....                    | 119 |
| Висновок.....                                                                                        | 122 |
| Список використаної літератури.....                                                                  | 123 |

## ВСТУП

На сьогоднішній день важливим та актуальним питанням являється безпека мореплавства.

Мета роботи - аналіз рейсу судна з навігаційної, вантажної та економічної складової безпеки мореплавства.

Для досягнення поставленої мети необхідно вирішити наступні завдання:

Опис характеристик судна.

Аналіз, оцінка та планування переходу.

Аналіз та опис характеристик вантажу, необхідних нормативних документів. Розрахунок кількості вантажу, запасів для здійснення безпечного переходу.

Оцінка морехідних якостей судна.

Аналіз та розрахунок економічних показників судна в рейсі.

Охоронні заходи та цивільна охорона на судні.

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

## 1. ХАРАКТЕРИСТИКИ СУДНА

### 1.1. Загальні відомості і головні розміри судна

1. Тип судна: сталеве, однопалубне, двогвинтового вантажне судно, без сидловатості, з подвійним дном, подвійними бортами, з баком і ютом, з машинним відділенням і вирубками розташованими в кормі, з 4 вантажними трюмами.

2. Назва судна / прапор: Arklow Villa / Нідерланди

3. Позивний сигнал судна / IMO / MMSI: PCHO / 9772618 / 2441706690.

4. Рік і місце побудови: 2018 рік, TURKEY.

5. Клас Регістру: REGISTRO ITALIANO NAVALE.

7. Довжина найбільша L: 138,30 (м).

8. Довжина між перпендикулярами  $L_{\perp\perp}$ : 135,00 (м).

9. Ширина найбільша B: 16,50 (м).

10. Висота борту до верхньої палуби H: 5,50 (м).

11. Найбільша осадка T в різні пори року залежно від району плавання відповідно до Міжнародної вантажної маркою: TЛ = 3,80 (м); TЗ = 3,70 (м).

12. Осадка T у його вантажу і порожньому: Tмах = 3,80 (м); Kмин = 1,09 (м).

13. Водотоннажність: у вантажу - 7479,0 (т); порожньому - 1945,0 (т).

14. Повна вантажопідйомність: 5534,0 (т).

15. Тип і потужність головної енергетичної установки: два суднових реверсивних дизеля з газотурбінним наддувом і пневматичною системою дистанційного автоматизованого управління, потужністю 900 к.с. при  $n = 375$  об / хв.

16. Максимальна потужність: 1764 kW.

17. Експлуатаційна швидкість (вузл): в вантажу 12,9, в баласті 13,4.

18. Гвинт: кількість лопатей - 4; діаметр - 1800 (мм); крок гвинта - 1510 (мм); крокові відношення - 0,84; дисковий ставлення - 0,62; частота обертання на повному передньому ході - 350 (об/хв); напрямок обертання - праве.

19. Тип і потужність рульової машини: рульова здвоєна електрична машина для двох насадок на максимальний сумарний крутний момент 15 тм, що забезпечує, як синхронний, так і роздільний поворот, на змінному 3-х фазному струмі, напругою 380 В і аварійним електричним приводом на постійному струмі напругою 110 В.

20. Суднова електростанція: два суднових автоматизованих дизель генератора з другої ступенем автоматизації, потужністю 100 кВт при 750 об/хв; дизель генератор змінного струму, потужністю 25 кВт при 1500 об/хв (25/1-2); сумарна потужність генераторів: 225 кВт; напруга в судновій мережі: 220 В.

21. Суднова радіостанція: Sailor. Склад суднової радіоапаратури відповідає вимогам району А3 і включає в себе: VHF RT2048, VHF DSC RM2042, SART (2), NAVTEX RECEIVER NT-900, EPIRB, VHF Portable (3), HF SSB RE 2100, HF SSB DSC WATCHRECEIVER RM 2150, Inmarsat - C.

22. Валова реєстрова місткість (GRT): 4994,0.

23. Чистий реєстрова місткість (NRT): 2447,0.

24. Добовий витрата палива:

на ходу: дизельне паливо (DO): 5,2 (т / добу);

на стоянці: дизельне паливо (DO): 0,5 (т / добу).

25. Поправка на прісну воду для всіх осадок: 0,076 м.

## **1.2. Транспортно-експлуатаційні характеристики**

Схематичне креслення бічного виду судна з розташуванням приміщень для вантажів і план верхньої палуби наведено на рис. 1.1.

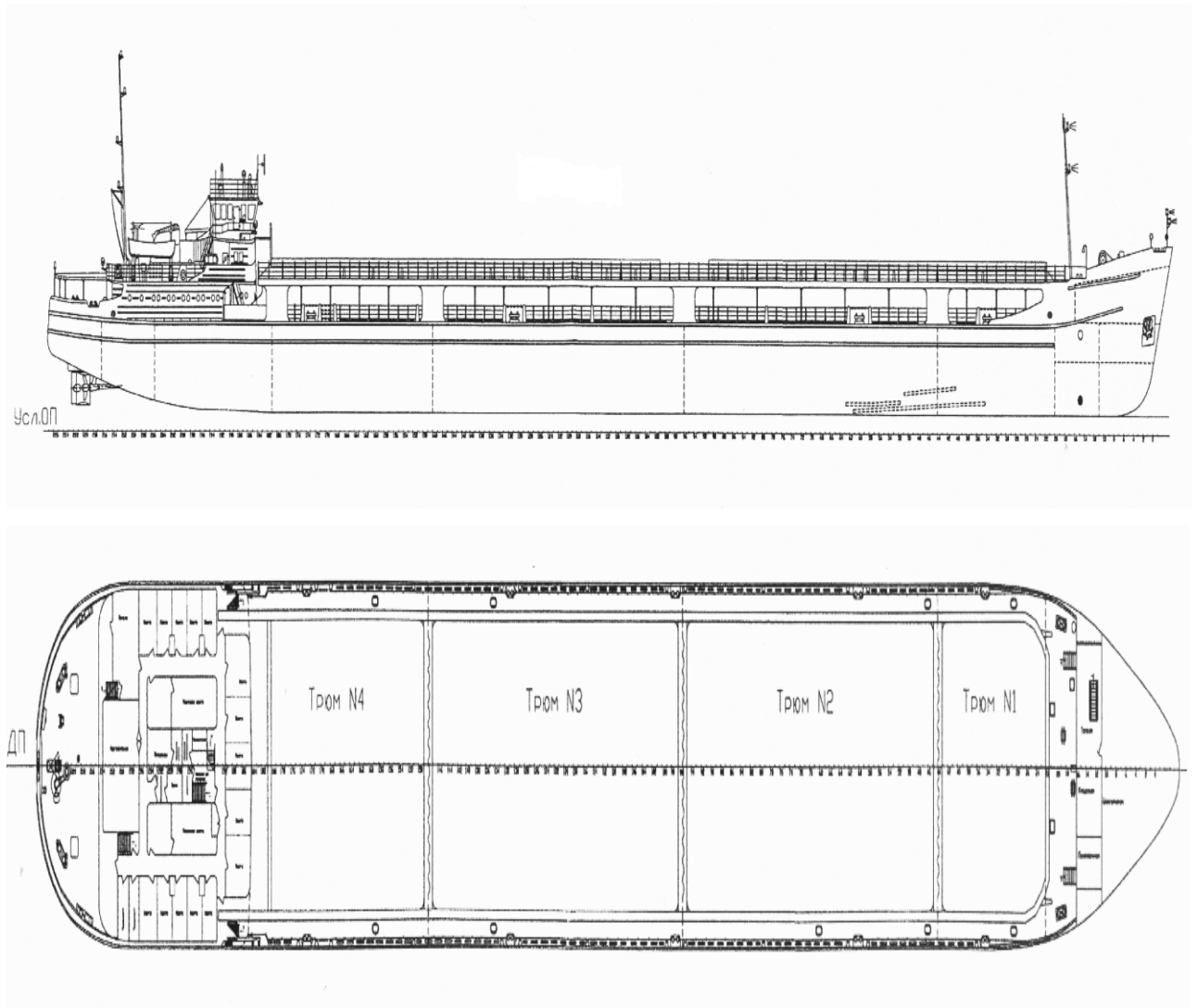


Рисунок 1.1 - Схематичне креслення бічного виду судна і план верхньої палуби

Дані по вантажним приміщенням зведені в таблицю 1.1.

Таблиця 1.1 - Характеристика вантажних приміщень.

| №<br>п /<br>п   | Найменування<br>вантажного<br>приміщення | Місткість   |            | Апліката<br>ЦВ |      | Площа, м2 |
|-----------------|------------------------------------------|-------------|------------|----------------|------|-----------|
|                 |                                          | Насипом, м3 | Кіпова, м3 | X, м           | Z, м |           |
| 1               | трюм №1                                  | 1277,10     | 1115,25    | 47,33          | 5,21 | 152       |
| 2               | трюм №2                                  | 3276,50     | 3121,11    | 25,85          | 5,01 | 386       |
| 3               | трюм №3                                  | 3276,50     | 3121,11    | -5,85          | 5,01 | 386       |
| 4               | трюм №4                                  | 2037,70     | 1935,40    | -30,90         | 5,01 | 237       |
| Всього в трюмах |                                          | 9867,80     | 9292,87    |                |      |           |

Характеристики танків і цистерн наведені в таблиці 1.2.

Таблиця 1.2 - Характеристики паливних, масляних і водяних цистерн.

| №<br>п /<br>п                             | Найменування і призначення<br>цистерн | Шпан-<br>гоути | Обсяг,<br>м3 | Міст-<br>кість, т | Відстань<br>Ц.Т. |      | Δmh<br>тм |
|-------------------------------------------|---------------------------------------|----------------|--------------|-------------------|------------------|------|-----------|
|                                           |                                       |                |              |                   | Х, м             | З, м |           |
| 1                                         | 2                                     | 3              | 4            | 5                 | 6                | 7    | 8         |
| Дизельне паливо ( $\gamma = 0,83$ т / м3) |                                       |                |              |                   |                  |      |           |
| 1                                         | Дизельного палива №10Т, ЛБ            | 183-189        | 22,45        | 18,63             | -44,00           | 1,70 |           |
| 2                                         | Дизельного палива №11Т, ПРБ           | 183-189        | 22,45        | 18,63             | -44,00           | 1,70 |           |
| 3                                         | Дизельного палива №14Т, ЛБ            | 191-205        | 38,82        | 32,22             | -50,80           | 2,20 |           |
| 4                                         | Дизельного палива №15Т, ПРБ           | 191-205        | 38,82        | 32,22             | -50,80           | 2,20 |           |
| 5                                         | Дизельного палива №16Т, ДП            | 181-200        | 64,04        | 53,15             | -45,00           | 0,50 | 760       |
| Всього дизельного палива                  |                                       |                | 186,58       | 154,86            |                  |      |           |
| Мастило ( $\gamma = 0,91$ т / м3)         |                                       |                |              |                   |                  |      |           |
| 6                                         | Масляна №8м, ЛБ                       | 181-184        | 4,80         | 4,37              | -42,00           | 4,00 |           |
| 7                                         | Масляна №9М, ПРБ                      | 181-184        | 4,80         | 4,37              | -42,00           | 4,00 |           |
| 8                                         | Шламова №22М, ЛБ                      | 190-191        | 0,86         | 0,78              | -47,70           | 0,50 |           |
| 9                                         | Стічна масляна №17М, ЛБ               | 191-194        | 2,60         | 2,37              | -47,70           | 0,50 |           |
| Всього мастила                            |                                       |                | 13,06        | 11,88             |                  |      |           |
| Прісна вода ( $\gamma = 1,000$ т / м3)    |                                       |                |              |                   |                  |      |           |
| 10                                        | Чистих вод №21В, ПРБ                  | 205-211        | 14,30        | 14,30             | -57,30           | 4,00 |           |
| 11                                        | Питної води №19В, ЛБ                  | 207-211        | 18,70        | 18,70             | -57,90           | 4,40 |           |
| 12                                        | Питної води №20В, ДП                  | 205-216        | 156,70       | 156,70            | -59,77           | 2,30 | 1893      |
| Всього прісної води                       |                                       |                | 189,7        | 189,70            |                  |      |           |
| 13                                        | Забортної води №12В, ЛБ               | 189-191        | 7,50         | 7,69              | -46,40           | 1,80 |           |
| 14                                        | Забортної води №13В, ПРБ              | 189-191        | 7,50         | 7,69              | -46,40           | 1,80 |           |
| РАЗОМ запасів                             |                                       |                | 404,34       | 371,82            |                  |      |           |
| Баласт ( $\gamma = 1,025$ т / м3)         |                                       |                |              |                   |                  |      |           |
| 15                                        | Форпик                                | Ніс-11         | 57,57        | 59,01             | 62,80            | 2,00 | 68        |
| 16                                        | Баластова №2Б, ЛБ                     | 22-44          | 207,30       | 212,48            | 48,11            | 2,13 | 225       |
| 17                                        | Баластова 1б, ПРБ                     | 22-44          | 207,30       | 212,48            | 48,11            | 2,13 | 225       |
| 18                                        | Баластова №3б, ЛБ-ПРБ                 | 44-96          | 950,30       | 974,06            | 25,47            | 1,91 | 6484      |
| 19                                        | Баластова №4б, ЛБ-ПРБ                 | 96-148         | 955,80       | 979,70            | -5,70            | 1,91 | 6455      |

Продовження таблиці 1.2.

| 1              |                    | 2       | 3       | 4       | 5      | 6    | 7   |
|----------------|--------------------|---------|---------|---------|--------|------|-----|
| 20             | Баластова №6Б, ЛБ  | 148-181 | 303,30  | 310,88  | -30,93 | 1,91 | 877 |
| 21             | Баластова №5Б, ПРБ | 148-181 | 303,30  | 310,88  | -30,93 | 1,91 | 877 |
| всього баласту |                    |         | 2984,87 | 3059,49 |        |      |     |

Допустимі навантаження на 1 м<sup>2</sup> палуб, кришок люків подаємо у вигляді таблиці 1.3.

Таблиця 1.3 - Допустимі навантаження на палуби і люкові кришки.

| № відсіку | Головна палуба |                    | Трюм  |                    | Кришки трюмів |                    |
|-----------|----------------|--------------------|-------|--------------------|---------------|--------------------|
|           | кПа            | т / м <sup>2</sup> | кПа   | т / м <sup>2</sup> | кПа           | т / м <sup>2</sup> |
| 1         | 14,72          | 1,50               | 68,67 | 7,00               | 17,16         | 1,75               |
| 2         | 14,72          | 1,50               | 68,67 | 7,00               | 12,75         | 1,30               |
| 3         | 14,72          | 1,50               | 68,67 | 7,00               | 12,75         | 1,30               |
| 4         | 14,72          | 1,50               | 68,67 | 7,00               | 12,75         | 1,30               |

Координати центру мас порожнього судна (до носа - плюс, до корми - мінус) є наступними: Z = 5,22 м, X = -8,00 м.

Вентиляційна система вантажних приміщень: природна вентиляція.

Вантажна шкала представлена в таблиці 1.4.

#### 1.4. Маневрені характеристики

Дані про маневрені характеристики, дані по якірного ланцюга, по роботі рульового пристрою, збільшення опади, дані про діаметр повороту і т.д. представлені на рис. 1.3. "Wheelhouse poster".

Дані про гальмівному шляху - "Stopping characteristics" - наведені на рис. 1.4 у вигляді лінійних графіків, складених для стану судна в вантажу і в баласті, відповідно до рекомендації ІМО.

Таблиця 1.4 - Вантажна шкала судна.

| Водотон-<br>нажність, т | Дедвейт, т | Осадка, м | Число тон на 1 см<br>осадки, т / см | Момент, що<br>диферентує на 1 м, тм |
|-------------------------|------------|-----------|-------------------------------------|-------------------------------------|
| 1                       | 2          | 3         | 4                                   | 5                                   |
| 1585,80                 |            | 0,90      | 18,79                               | 163,32                              |
| 1774,60                 |            | 1,00      | 18,94                               | 166,73                              |
| 1964,90                 | 19,90      | 1,10      | 19,09                               | 170,09                              |
| 2156,80                 | 211,80     | 1,20      | 19,23                               | 173,42                              |
| 2350,20                 | 405,20     | 1,30      | 19,36                               | 176,53                              |
| 2545,20                 | 600,20     | 1,40      | 19,50                               | 179,71                              |
| 2741,60                 | 796,60     | 1,50      | 19,62                               | 182,60                              |
| 2938,80                 | 993,80     | 1,60      | 19,74                               | 185,57                              |
| 3136,80                 | 1191,80    | 1,70      | 19,84                               | 188,27                              |
| 3335,90                 | 1390,90    | 1,80      | 19,96                               | 190,99                              |
| 3536,20                 | 1591,20    | 1,90      | 20,06                               | 193,74                              |
| 3737,70                 | 1792,70    | 2,00      | 20,16                               | 196,46                              |
| 3940,40                 | 1995,40    | 2,10      | 20,28                               | 199,55                              |
| 4144,60                 | 2199,60    | 2,20      | 20,43                               | 203,28                              |
| 4350,40                 | 2405,40    | 2,30      | 20,53                               | 206,04                              |
| 4557,20                 | 2612,20    | 2,40      | 20,61                               | 208,39                              |
| 4763,90                 | 2818,90    | 2,50      | 20,71                               | 210,79                              |
| 4971,60                 | 3026,60    | 2,60      | 20,81                               | 213,83                              |
| 5180,70                 | 3235,70    | 2,70      | 20,96                               | 218,02                              |
| 5391,40                 | 3446,40    | 2,80      | 21,07                               | 221,40                              |
| 5603,20                 | 3658,20    | 2,90      | 21,14                               | 223,04                              |
| 5815,80                 | 3870,80    | 3,00      | 21,19                               | 224,46                              |
| 6029,10                 | 4084,10    | 3,10      | 21,24                               | 225,89                              |
| 6242,50                 | 4297,50    | 3,20      | 21,27                               | 226,96                              |
| 6455,80                 | 4510,80    | 3,30      | 21,38                               | 230,29                              |
| 6670,00                 | 4725,00    | 3,40      | 21,43                               | 232,00                              |
| 6884,70                 | 4939,70    | 3,50      | 21,48                               | 233,38                              |
| 7099,70                 | 5154,70    | 3,60      | 21,50                               | 234,15                              |
| 7315,00                 | 5370,00    | 3,70      | 21,53                               | 234,80                              |

Продовження таблиці 1.4.

| 1        | 2       | 3    | 4     | 5      |
|----------|---------|------|-------|--------|
| 7530,50  | 5585,50 | 3,80 | 21,56 | 235,43 |
| 7746,30  | 5801,30 | 3,90 | 21,57 | 236,00 |
| 7962,30  | 6017,30 | 4,00 | 21,59 | 236,56 |
| 8178,20  | 6233,20 | 4,10 | 21,61 | 237,04 |
| 8394,40  | 6449,40 | 4,20 | 21,62 | 237,52 |
| 8610,70  | 6665,70 | 4,30 | 21,64 | 237,94 |
| 8827,10  | 6882,10 | 4,40 | 21,65 | 238,37 |
| 9043,70  | 7098,70 | 4,50 | 21,67 | 238,79 |
| 9260,50  | 7315,50 | 4,60 | 21,68 | 239,22 |
| 9477,40  | 7532,40 | 4,70 | 21,70 | 239,64 |
| 9694,40  | 7749,40 | 4,80 | 21,71 | 240,06 |
| 9911,60  | 7966,60 | 4,90 | 21,72 | 240,48 |
| 10128,90 | 8183,90 | 5,00 | 21,74 | 240,86 |
| 10346,40 | 8401,40 | 5,10 | 21,75 | 241,21 |
| 10564,00 | 8619,00 | 5,20 | 21,76 | 241,56 |
| 10781,70 | 8836,70 | 5,30 | 21,77 | 241,92 |
| 10999,50 | 9054,50 | 5,40 | 21,78 | 242,22 |
| 11217,40 | 9272,40 | 5,50 | 21,79 | 242,52 |

Лоцманська картка розглянутого судна приведена на рис. 1.5.

Якірний пристрій.

Якірний пристрій призначений для забезпечення надійної стоянки судна на рейді і в порту біля причалу або пристані.

Суховантажний теплохід забезпечений носовою і кормовим якірними пристроями. Носове якірне пристрій має систему дистанційної віддачі якоря, що забезпечує в разі екстреної необхідності віддачу будь-якого якоря безпосередньо з ходової рубки.

Рисунок 1.3 – Wheelhouse poster

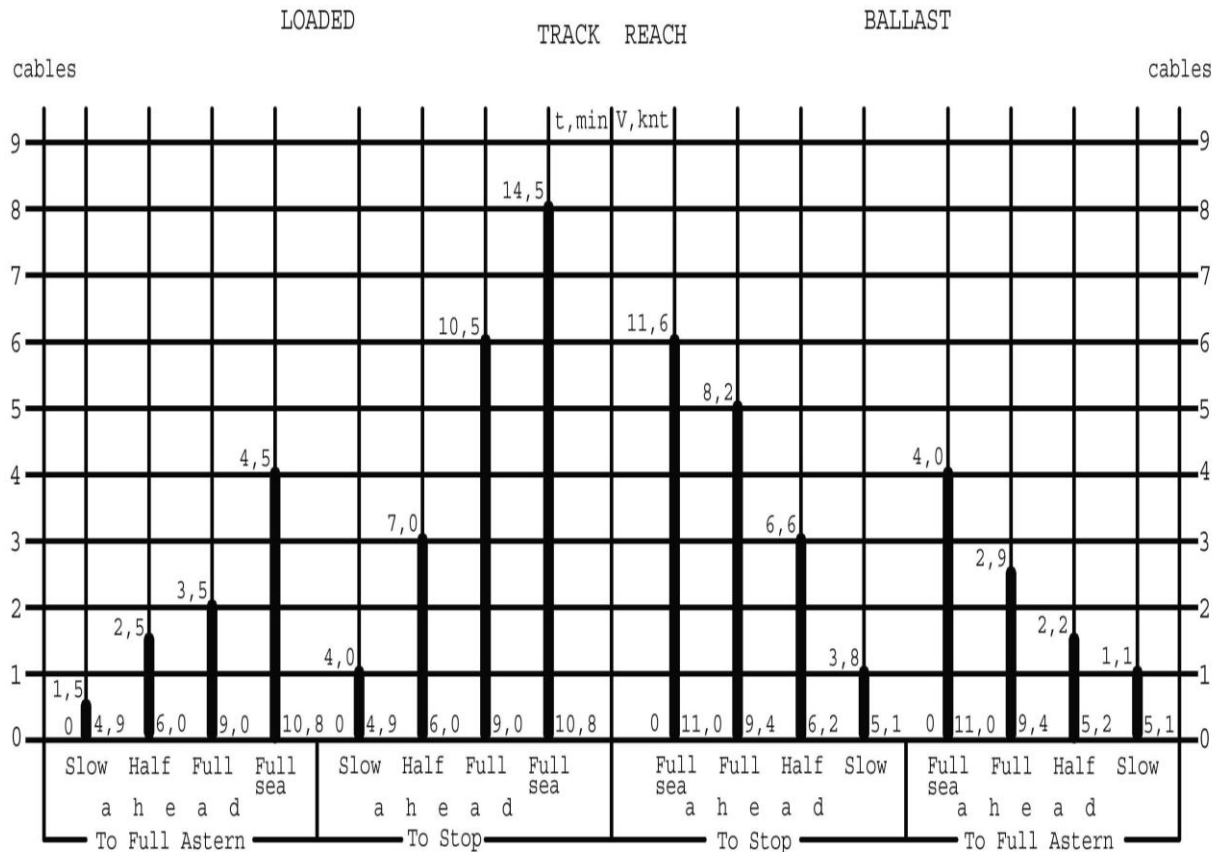


Рисунок 1.4 - Stopping characteristics

До складу носового якірного пристрою входить: два станових якоря Холла з веретеном прямокутного перетину і вагою по 1750 кг; дві литі якірні ланцюги з розпірками калібром 43 мм і довжиною: ліва - 200 м (8 змичок), права - 225 м (9 змичок); брашпиль електричний якірно-Швартовний з електроприводом змінного трифазного струму напругою 380 В (БЗ16-4) з системою дистанційного віддачі гальма; два стопори з дистанційною віддачею.

До складу кормового якірного пристрою входить: якір Холла з веретеном круглого перетину і вагою 1250 кг; якірний ланцюг з розпірками електрозварні калібром 37 мм і довжиною 75 м (3 змички); шпиль електроручних якірно-Швартовний з електроприводом змінного трифазного струму напругою 380 В; стопор фрикційний гвинтовий; стопор ланцюгової для кріплення якоря по похідному.

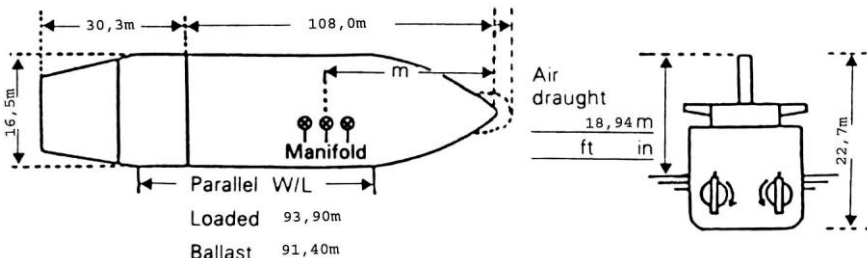
| <b>PILOT CARD</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          |                                                     |                                                                  |                                     |                                      |  |                                                |  |                          |           |               |  |        |         |            |     |     |     |            |     |     |     |            |     |     |     |                 |     |     |     |                  |     |                              |  |             |     |                                       |  |             |     |                                             |  |             |     |                                       |  |  |  |                               |  |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------|-------------------------------------|--------------------------------------|--|------------------------------------------------|--|--------------------------|-----------|---------------|--|--------|---------|------------|-----|-----|-----|------------|-----|-----|-----|------------|-----|-----|-----|-----------------|-----|-----|-----|------------------|-----|------------------------------|--|-------------|-----|---------------------------------------|--|-------------|-----|---------------------------------------------|--|-------------|-----|---------------------------------------|--|--|--|-------------------------------|--|
| Ship's name <u>Arklow Villa</u>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |                                                     | Date _____                                                       |                                     |                                      |  |                                                |  |                          |           |               |  |        |         |            |     |     |     |            |     |     |     |            |     |     |     |                 |     |     |     |                  |     |                              |  |             |     |                                       |  |             |     |                                             |  |             |     |                                       |  |  |  |                               |  |
| Call sign <u>PCHO</u>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |                                                     | Deadweight <u>5534,0</u> tonnes                                  |                                     |                                      |  |                                                |  |                          |           |               |  |        |         |            |     |     |     |            |     |     |     |            |     |     |     |                 |     |     |     |                  |     |                              |  |             |     |                                       |  |             |     |                                             |  |             |     |                                       |  |  |  |                               |  |
| Draught aft _____ m                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        |                                                     | Forward _____ m                                                  |                                     |                                      |  |                                                |  |                          |           |               |  |        |         |            |     |     |     |            |     |     |     |            |     |     |     |                 |     |     |     |                  |     |                              |  |             |     |                                       |  |             |     |                                             |  |             |     |                                       |  |  |  |                               |  |
|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |                                                     | Year built 2018                                                  |                                     |                                      |  |                                                |  |                          |           |               |  |        |         |            |     |     |     |            |     |     |     |            |     |     |     |                 |     |     |     |                  |     |                              |  |             |     |                                       |  |             |     |                                             |  |             |     |                                       |  |  |  |                               |  |
|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |                                                     | Displacement <u>7479,0</u> tonnes                                |                                     |                                      |  |                                                |  |                          |           |               |  |        |         |            |     |     |     |            |     |     |     |            |     |     |     |                 |     |     |     |                  |     |                              |  |             |     |                                       |  |             |     |                                             |  |             |     |                                       |  |  |  |                               |  |
| <b>SHIP'S PARTICULARS</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |                                                     |                                                                  |                                     |                                      |  |                                                |  |                          |           |               |  |        |         |            |     |     |     |            |     |     |     |            |     |     |     |                 |     |     |     |                  |     |                              |  |             |     |                                       |  |             |     |                                             |  |             |     |                                       |  |  |  |                               |  |
| Length overall <u>138,30</u> m                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             |                                                     | Anchor chain: Port <u>8</u> shackles Starboard <u>9</u> shackles |                                     |                                      |  |                                                |  |                          |           |               |  |        |         |            |     |     |     |            |     |     |     |            |     |     |     |                 |     |     |     |                  |     |                              |  |             |     |                                       |  |             |     |                                             |  |             |     |                                       |  |  |  |                               |  |
| Breadth <u>16,50</u> m                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     |                                                     | Stern <u>3</u> shackles                                          |                                     |                                      |  |                                                |  |                          |           |               |  |        |         |            |     |     |     |            |     |     |     |            |     |     |     |                 |     |     |     |                  |     |                              |  |             |     |                                       |  |             |     |                                             |  |             |     |                                       |  |  |  |                               |  |
| Bulbous bow <u>Yes/No</u>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |                                                     | (1 shackles = <u>25</u> m = 45,7 fathoms)                        |                                     |                                      |  |                                                |  |                          |           |               |  |        |         |            |     |     |     |            |     |     |     |            |     |     |     |                 |     |     |     |                  |     |                              |  |             |     |                                       |  |             |     |                                             |  |             |     |                                       |  |  |  |                               |  |
|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          |                                                     |                                                                  |                                     |                                      |  |                                                |  |                          |           |               |  |        |         |            |     |     |     |            |     |     |     |            |     |     |     |                 |     |     |     |                  |     |                              |  |             |     |                                       |  |             |     |                                             |  |             |     |                                       |  |  |  |                               |  |
| <table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th colspan="2" style="text-align: left;">Type of engine <u>6CPH36/45(I70)</u></th> <th colspan="2" style="text-align: left;">Maximum power <u>1764</u> kW ( <u>2400</u> HP)</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <th rowspan="2" style="text-align: center;">Manoeuvring engine order</th> <th rowspan="2" style="text-align: center;">Rpm/pitch</th> <th colspan="2" style="text-align: center;">Speed (knots)</th> </tr> <tr> <th style="text-align: center;">Loaded</th> <th style="text-align: center;">Ballast</th> </tr> <tr> <td>Full ahead</td> <td style="text-align: center;">350</td> <td style="text-align: center;">9,0</td> <td style="text-align: center;">9,4</td> </tr> <tr> <td>Hall ahead</td> <td style="text-align: center;">280</td> <td style="text-align: center;">6,0</td> <td style="text-align: center;">6,2</td> </tr> <tr> <td>Slow ahead</td> <td style="text-align: center;">220</td> <td style="text-align: center;">4,9</td> <td style="text-align: center;">5,1</td> </tr> <tr> <td>Dead slow ahead</td> <td style="text-align: center;">180</td> <td style="text-align: center;">4,0</td> <td style="text-align: center;">4,1</td> </tr> <tr> <td>Dead slow astern</td> <td style="text-align: center;">180</td> <td colspan="2" style="text-align: center;">Time limit astern <u>5</u> s</td> </tr> <tr> <td>Slow astern</td> <td style="text-align: center;">220</td> <td colspan="2" style="text-align: center;">Full ahead to full astern <u>15</u> s</td> </tr> <tr> <td>Half astern</td> <td style="text-align: center;">260</td> <td colspan="2" style="text-align: center;">Max. № of consec. Starts <u>not limited</u></td> </tr> <tr> <td>Full astern</td> <td style="text-align: center;">280</td> <td colspan="2" style="text-align: center;">Minimum RPM <u>140</u> <u>2</u> knots</td> </tr> <tr> <td></td> <td></td> <td colspan="2" style="text-align: center;">Astern power <u>70</u> %ahead</td> </tr> </tbody> </table> |                                                     |                                                                  |                                     | Type of engine <u>6CPH36/45(I70)</u> |  | Maximum power <u>1764</u> kW ( <u>2400</u> HP) |  | Manoeuvring engine order | Rpm/pitch | Speed (knots) |  | Loaded | Ballast | Full ahead | 350 | 9,0 | 9,4 | Hall ahead | 280 | 6,0 | 6,2 | Slow ahead | 220 | 4,9 | 5,1 | Dead slow ahead | 180 | 4,0 | 4,1 | Dead slow astern | 180 | Time limit astern <u>5</u> s |  | Slow astern | 220 | Full ahead to full astern <u>15</u> s |  | Half astern | 260 | Max. № of consec. Starts <u>not limited</u> |  | Full astern | 280 | Minimum RPM <u>140</u> <u>2</u> knots |  |  |  | Astern power <u>70</u> %ahead |  |
| Type of engine <u>6CPH36/45(I70)</u>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       |                                                     | Maximum power <u>1764</u> kW ( <u>2400</u> HP)                   |                                     |                                      |  |                                                |  |                          |           |               |  |        |         |            |     |     |     |            |     |     |     |            |     |     |     |                 |     |     |     |                  |     |                              |  |             |     |                                       |  |             |     |                                             |  |             |     |                                       |  |  |  |                               |  |
| Manoeuvring engine order                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   | Rpm/pitch                                           | Speed (knots)                                                    |                                     |                                      |  |                                                |  |                          |           |               |  |        |         |            |     |     |     |            |     |     |     |            |     |     |     |                 |     |     |     |                  |     |                              |  |             |     |                                       |  |             |     |                                             |  |             |     |                                       |  |  |  |                               |  |
|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |                                                     | Loaded                                                           | Ballast                             |                                      |  |                                                |  |                          |           |               |  |        |         |            |     |     |     |            |     |     |     |            |     |     |     |                 |     |     |     |                  |     |                              |  |             |     |                                       |  |             |     |                                             |  |             |     |                                       |  |  |  |                               |  |
| Full ahead                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 | 350                                                 | 9,0                                                              | 9,4                                 |                                      |  |                                                |  |                          |           |               |  |        |         |            |     |     |     |            |     |     |     |            |     |     |     |                 |     |     |     |                  |     |                              |  |             |     |                                       |  |             |     |                                             |  |             |     |                                       |  |  |  |                               |  |
| Hall ahead                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 | 280                                                 | 6,0                                                              | 6,2                                 |                                      |  |                                                |  |                          |           |               |  |        |         |            |     |     |     |            |     |     |     |            |     |     |     |                 |     |     |     |                  |     |                              |  |             |     |                                       |  |             |     |                                             |  |             |     |                                       |  |  |  |                               |  |
| Slow ahead                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 | 220                                                 | 4,9                                                              | 5,1                                 |                                      |  |                                                |  |                          |           |               |  |        |         |            |     |     |     |            |     |     |     |            |     |     |     |                 |     |     |     |                  |     |                              |  |             |     |                                       |  |             |     |                                             |  |             |     |                                       |  |  |  |                               |  |
| Dead slow ahead                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            | 180                                                 | 4,0                                                              | 4,1                                 |                                      |  |                                                |  |                          |           |               |  |        |         |            |     |     |     |            |     |     |     |            |     |     |     |                 |     |     |     |                  |     |                              |  |             |     |                                       |  |             |     |                                             |  |             |     |                                       |  |  |  |                               |  |
| Dead slow astern                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           | 180                                                 | Time limit astern <u>5</u> s                                     |                                     |                                      |  |                                                |  |                          |           |               |  |        |         |            |     |     |     |            |     |     |     |            |     |     |     |                 |     |     |     |                  |     |                              |  |             |     |                                       |  |             |     |                                             |  |             |     |                                       |  |  |  |                               |  |
| Slow astern                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                | 220                                                 | Full ahead to full astern <u>15</u> s                            |                                     |                                      |  |                                                |  |                          |           |               |  |        |         |            |     |     |     |            |     |     |     |            |     |     |     |                 |     |     |     |                  |     |                              |  |             |     |                                       |  |             |     |                                             |  |             |     |                                       |  |  |  |                               |  |
| Half astern                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                | 260                                                 | Max. № of consec. Starts <u>not limited</u>                      |                                     |                                      |  |                                                |  |                          |           |               |  |        |         |            |     |     |     |            |     |     |     |            |     |     |     |                 |     |     |     |                  |     |                              |  |             |     |                                       |  |             |     |                                             |  |             |     |                                       |  |  |  |                               |  |
| Full astern                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                | 280                                                 | Minimum RPM <u>140</u> <u>2</u> knots                            |                                     |                                      |  |                                                |  |                          |           |               |  |        |         |            |     |     |     |            |     |     |     |            |     |     |     |                 |     |     |     |                  |     |                              |  |             |     |                                       |  |             |     |                                             |  |             |     |                                       |  |  |  |                               |  |
|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |                                                     | Astern power <u>70</u> %ahead                                    |                                     |                                      |  |                                                |  |                          |           |               |  |        |         |            |     |     |     |            |     |     |     |            |     |     |     |                 |     |     |     |                  |     |                              |  |             |     |                                       |  |             |     |                                             |  |             |     |                                       |  |  |  |                               |  |
| <b>STEERING PARTICULARS</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                |                                                     |                                                                  |                                     |                                      |  |                                                |  |                          |           |               |  |        |         |            |     |     |     |            |     |     |     |            |     |     |     |                 |     |     |     |                  |     |                              |  |             |     |                                       |  |             |     |                                             |  |             |     |                                       |  |  |  |                               |  |
| Type of rudder <u>2 electrohydraulic nozzles</u>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           |                                                     | Maximum angle <u>35°</u>                                         |                                     |                                      |  |                                                |  |                          |           |               |  |        |         |            |     |     |     |            |     |     |     |            |     |     |     |                 |     |     |     |                  |     |                              |  |             |     |                                       |  |             |     |                                             |  |             |     |                                       |  |  |  |                               |  |
| Hard-over to hard-over <u>28</u> s                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |                                                     |                                                                  |                                     |                                      |  |                                                |  |                          |           |               |  |        |         |            |     |     |     |            |     |     |     |            |     |     |     |                 |     |     |     |                  |     |                              |  |             |     |                                       |  |             |     |                                             |  |             |     |                                       |  |  |  |                               |  |
| Rudder angle for neutral affect <u>± 0°</u>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                |                                                     |                                                                  |                                     |                                      |  |                                                |  |                          |           |               |  |        |         |            |     |     |     |            |     |     |     |            |     |     |     |                 |     |     |     |                  |     |                              |  |             |     |                                       |  |             |     |                                             |  |             |     |                                       |  |  |  |                               |  |
| Thruster: Bow <u>75</u> kW ( <u>102</u> HP)                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                |                                                     |                                                                  |                                     |                                      |  |                                                |  |                          |           |               |  |        |         |            |     |     |     |            |     |     |     |            |     |     |     |                 |     |     |     |                  |     |                              |  |             |     |                                       |  |             |     |                                             |  |             |     |                                       |  |  |  |                               |  |
| <b>CHECKED IF ABOARD AND READY</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |                                                     |                                                                  |                                     |                                      |  |                                                |  |                          |           |               |  |        |         |            |     |     |     |            |     |     |     |            |     |     |     |                 |     |     |     |                  |     |                              |  |             |     |                                       |  |             |     |                                             |  |             |     |                                       |  |  |  |                               |  |
| Anchors                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    | <input checked="" type="checkbox"/>                 | Indicators:                                                      | <input checked="" type="checkbox"/> |                                      |  |                                                |  |                          |           |               |  |        |         |            |     |     |     |            |     |     |     |            |     |     |     |                 |     |     |     |                  |     |                              |  |             |     |                                       |  |             |     |                                             |  |             |     |                                       |  |  |  |                               |  |
| Whistle                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    | <input checked="" type="checkbox"/>                 | Rudder                                                           | <input checked="" type="checkbox"/> |                                      |  |                                                |  |                          |           |               |  |        |         |            |     |     |     |            |     |     |     |            |     |     |     |                 |     |     |     |                  |     |                              |  |             |     |                                       |  |             |     |                                             |  |             |     |                                       |  |  |  |                               |  |
| Radar                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      | <input checked="" type="checkbox"/> 3 sm            | Rpm/pitch                                                        | <input checked="" type="checkbox"/> |                                      |  |                                                |  |                          |           |               |  |        |         |            |     |     |     |            |     |     |     |            |     |     |     |                 |     |     |     |                  |     |                              |  |             |     |                                       |  |             |     |                                             |  |             |     |                                       |  |  |  |                               |  |
| ARPA                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       | <input checked="" type="checkbox"/>                 | Rate of turn                                                     | <input checked="" type="checkbox"/> |                                      |  |                                                |  |                          |           |               |  |        |         |            |     |     |     |            |     |     |     |            |     |     |     |                 |     |     |     |                  |     |                              |  |             |     |                                       |  |             |     |                                             |  |             |     |                                       |  |  |  |                               |  |
| Speed log                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  | <input checked="" type="checkbox"/> Doppler: Yes/No | Compass system                                                   | <input checked="" type="checkbox"/> |                                      |  |                                                |  |                          |           |               |  |        |         |            |     |     |     |            |     |     |     |            |     |     |     |                 |     |     |     |                  |     |                              |  |             |     |                                       |  |             |     |                                             |  |             |     |                                       |  |  |  |                               |  |
| Water speed                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                | <input checked="" type="checkbox"/>                 | Constant gyro error                                              | <u>± 2</u> °                        |                                      |  |                                                |  |                          |           |               |  |        |         |            |     |     |     |            |     |     |     |            |     |     |     |                 |     |     |     |                  |     |                              |  |             |     |                                       |  |             |     |                                             |  |             |     |                                       |  |  |  |                               |  |
| Ground speed                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               | <input checked="" type="checkbox"/>                 | VHF                                                              | <input checked="" type="checkbox"/> |                                      |  |                                                |  |                          |           |               |  |        |         |            |     |     |     |            |     |     |     |            |     |     |     |                 |     |     |     |                  |     |                              |  |             |     |                                       |  |             |     |                                             |  |             |     |                                       |  |  |  |                               |  |
| Dual-axis                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  | <input checked="" type="checkbox"/>                 | Elec. pos. fix. system                                           | <input checked="" type="checkbox"/> |                                      |  |                                                |  |                          |           |               |  |        |         |            |     |     |     |            |     |     |     |            |     |     |     |                 |     |     |     |                  |     |                              |  |             |     |                                       |  |             |     |                                             |  |             |     |                                       |  |  |  |                               |  |
| Engine telegraphs                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          | <input checked="" type="checkbox"/>                 |                                                                  |                                     |                                      |  |                                                |  |                          |           |               |  |        |         |            |     |     |     |            |     |     |     |            |     |     |     |                 |     |     |     |                  |     |                              |  |             |     |                                       |  |             |     |                                             |  |             |     |                                       |  |  |  |                               |  |
| Steering gear                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              | <input checked="" type="checkbox"/>                 |                                                                  |                                     |                                      |  |                                                |  |                          |           |               |  |        |         |            |     |     |     |            |     |     |     |            |     |     |     |                 |     |     |     |                  |     |                              |  |             |     |                                       |  |             |     |                                             |  |             |     |                                       |  |  |  |                               |  |
| Number of power units operating                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            | <u>2</u>                                            |                                                                  | Type <u>GP-31</u>                   |                                      |  |                                                |  |                          |           |               |  |        |         |            |     |     |     |            |     |     |     |            |     |     |     |                 |     |     |     |                  |     |                              |  |             |     |                                       |  |             |     |                                             |  |             |     |                                       |  |  |  |                               |  |

Рисунок 1.5 – Pilot card

Швартовий пристрій.

Швартовних пристроєм називають комплекс виробів і механізмів, що забезпечують можливість кріплення судна до причалів або до інших судів. Воно призначене для нерухомого закріплення судна або його незначних переміщень (перешвартовки) при непрацюючих головних механізмах силової установки.

До складу носового швартовного пристрою входить: 4 синтетичних троса довжиною по 60 м і 2 капронових троса довжиною по 30 м; 2 відкриті кіпові планки з роульсами і 2 закриті кіпові планки з роульсами; носової Швартовний клюз; 2 окремо стоять роульсами; 2 подвійних прямих литих кнехта і 2 подвійних хрестових литих кнехта; брашпиль електричний якірно-Швартовний з електроприводом змінного трифазного струму напругою 380 В (БЗ16-4).

До складу кормового швартовного пристрою входить: 3 синтетичних троса довжиною по 60 м і 2 капронових троса довжиною по 30 м; 2 закриті кіпові планки з роульсами; кормової Швартовний клюз; 2 подвійних хрестових литих кнехта.

На головній палубі розташовані 8 подвійних хрестових литих кнехта, 4 з правого та 4 з лівого бортів.

Рульовий пристрій.

Рульовий пристрій призначений для управління судном під час ходу і маневрових операцій.

Управління судном здійснюється двома поворотними напрямними насадками, які приводилися в дію електричної рульової машиною.

Рульове пристрій має наступні технічні дані: рульова машина електрична здвоєна з аварійним електроприводом РЕР 7,5-15; тип рулів - дві поворотні напрямні насадки з найменшим внутрішнім діаметром 1840 мм; сумарний крутний момент на двох баллерах при роботі електроприводом 15 тм, при роботі аварійним приводом 13 тм; максимальний робочий кут перекладки насадок 35 град; розрахункова тривалість перекладки насадок з

борта на борт при роботі електричним приводом не більше 30 сек., при роботі аварійним приводом не більше 120 сек.

#### 1.4. Навігаційне обладнання

Дані про всіх технічних засобів навігації (ТЗН) судна (електрорадіонавігаційної прилади та системи) представлені на рис. 1.6 та в таблиці 1.5.

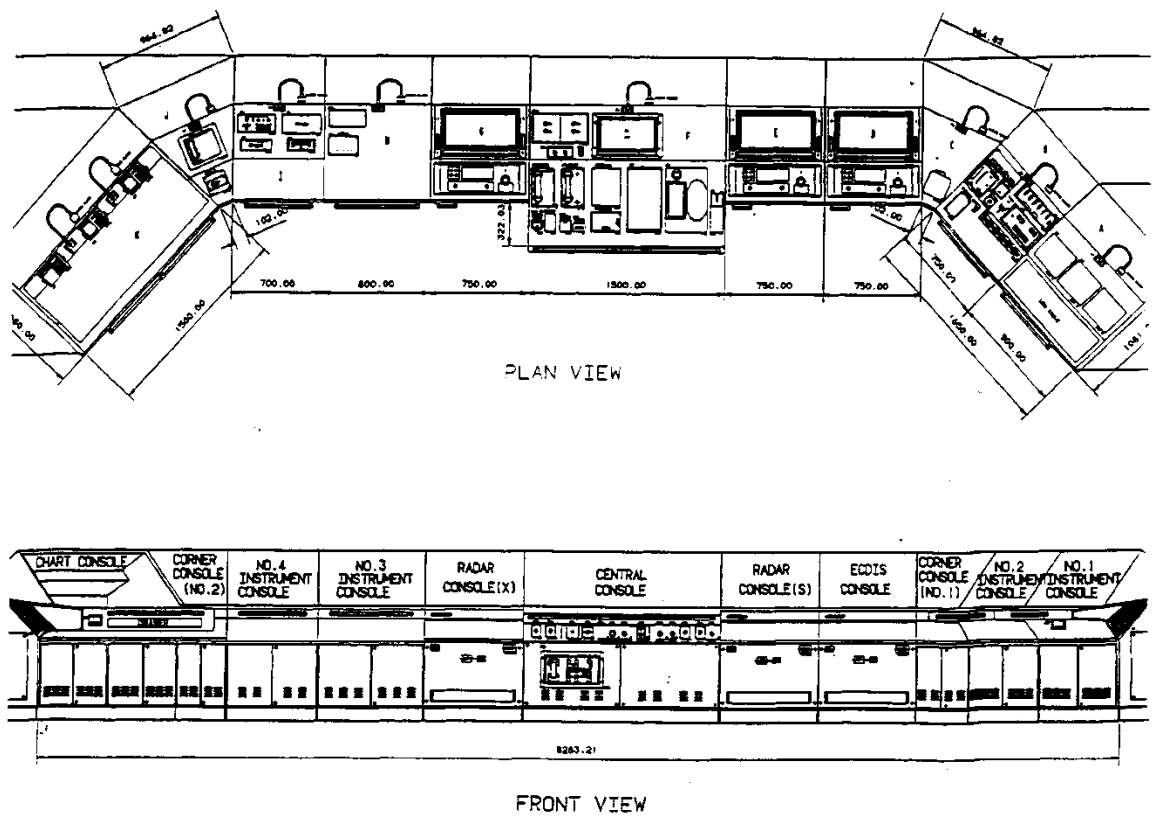


Рисунок 1.6 - Навігаційне обладнання

Таблиця 1.5 - Технічні засоби навігації.

| No | EQUIPMENT        | TYPE          | MAKER     |
|----|------------------|---------------|-----------|
| 1  | RADAR No1        | JMA-9733-CA-  | JRC       |
| 2  | RADAR No2        | JMA-9723-7CA- | JRC       |
| 3  | ECDIS            | JAN-1397-IBS  | JRC       |
| 4  | GPS No1          | JLR-7700      | JRC       |
| 5  | GPS No2          | JLR-7700      | JRC       |
| 6  | ECHO SOUNDER     | JFE-582       | JRC       |
| 7  | SPEED LOG        | SAL860        | CONSILIUM |
| 8  | GYRO COMPASS     | CMZ500(mod700 | YOKOGAWA  |
| 9  | AUTOPILOT        | PT500A-H-T2   | YOKOGAWA  |
| 10 | MAGNETIC COMPASS | NAVIPOL IV    | SARACOM   |
| 11 | COURSE RECORDER  | KR100A        | YOKOGAWA  |

## 1.6 - Точнісні характеристики ТЗН

| Тип, марка ТЗН | Навігаційний параметр | СКП виміру       |
|----------------|-----------------------|------------------|
| ГК SMZ500 T-3  | пеленг                | 0,5 <sup>0</sup> |
| САРП JMA-9723  | пеленг                | 1,0 <sup>0</sup> |
|                | відстань              | 1,0% Д           |
| Лог SAL-860    | швидкість             | 0,1 вузла        |
|                | відстань              | 0,5 милі         |
| Ехолот JFE-582 | глибина               | 0,3 м            |

**1.5. Забезпечення непотоплюваності**

З метою забезпечення водонепроникності судно розділене на 7 відсіків:

1 відсік - ніс-шпангоут 22;

2 відсік - шпангоут 22-44 (трюм №1);

3 відсік - шпангоут 44-96 (трюм №2);

4 відсік - шпангоут 96-148 (трюм №3);

5 відсік шпангоут 148-181 (трюм №4);

6 відсік - шпангоут 181-205 (машинне відділення);

7 відсік - шпангоут 205-корми.

При закритих водонепроникних отворах забезпечується непотоплюваність і аварійна остійність судна при затопленні одного будь-якого з відсіків.

В Інформації про непотоплюваності розглядається 7 варіантів затоплення.

Максимальна вага води, що поступила в корпус, становить близько 2961 т в варіанті затоплення 3 умовного випадку навантаження - трюм № 2, баластний танк № 3Б. Максимальний крен становить 5,1 градус в варіанті затоплення 5 - трюм №4, баластний танк №5Б.

У найбільш несприятливому варіанті посадки (варіант затоплення 2 для умовного випадку навантаження) палуба надводного борту входить в воду, але небезпечні отвори, через які може відбуватися подальше затоплення - головки повітряних труб непошкоджених відсіків і комінгси люків трюмів знаходяться вище аварійної ватерлінії - найменше відстояння від ватерлінії небезпечного отвору 0,03 м (повітряна трубка в баластний танк № 1 шпангоут 24).

Найгірша остійність в варіанті затоплення 2 умовного випадку навантаження: максимальне плече діаграми статичної остійності 0,384 м; протяжність позитивної частини діаграми 62,17 градуса; площа позитивного ділянки діаграми 0,4097 м рад.

При цьому гранично допустиме піднесення ЦВ судна по критеріям аварійної остійності (визначальним з'явився критерій протяжності позитивної частини діаграми статичної остійності) - 6,23 м при розрахунковій величині умовного випадку навантаження 5,40 м.

Для контролю фактичних випадків завантаження слід застосовувати величину гранично допустимого піднесення ЦВ 6,23 м. При цьому порівняння слід проводити для виправлених величин фактичного піднесення ЦВ судна

(тобто з поправкою на вільні поверхні).

## **2. АНАЛІЗ, ОЦІНКА ТА ПЛАНУВАННЯ НАВІГАЦІЙНОГО ПЕРЕХОДУ**

### **2.1 Загальні вимоги до аналізу та плануванню навігаційного переходу**

1. Майбутній рейс повинний плануватися заздалегідь, приймаючи в увагу всю наявну до цього інформацію, а будь-який прокладений курс повинний бути перевірений до початку рейса;

2. Старший механік повинний, проконсультувавши з капітаном, визначити заздалегідь потреби майбутнього рейса, приймаючи в увагу потреби в паливі, воді, мастильних матеріалах, хімікатах, видаткових і інших запасних частинах, інструментах, запасах та інші вимоги;

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

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

5. Якщо в ході рейса прийняте рішення про зміну наступного порту заходу або якщо необхідно відхилитися істотно від запланованого шляху з інших причин, змінений шлях повинний пророблятися заздалегідь, до того як він буде істотно змінений.

Планування переходу і його виконання включає чотири послідовні фази:

1. Оцінка (Appraisal);
2. Планування (Planning);

3. Виконання (Execution);
4. Управління (Monitoring).

Оцінка майбутнього плавання проводиться на основі зібраної інформації, яку судноводій може зібрати з наступних джерел:

- 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 достовірність прокладки на ній обсервацій, отриманою по навігаційних супутниках;
- Океанські шляхи миру (Ocean Passage For the World) – містить зведення про кліматичні особливості районів миру, про системи океанських течій;
- Маршрутні і лоцманські довідкові карти;
- Лоцїї (Pilot Books, Sailing Directions);
- Перелік вогнів і туманних сигналів (Admiralty List of Lights and Fog Signals);
- Таблиці приливів (Tide Tables);
- Сповідження мореплавцям (Notices to Mariners);
- Інформація про радіосигнали (Radio Signal Information);
- Радіонавігаційні і місцеві попередження (Radio and Local Warnings);
- Посадка і остійність судна (Draft and Stability of Ship).
- Планування переходу складається з трьох етапів:
- Трансокеанський перехід і відкриті морські води;
- Прибережні води і узкості;
- Ділянки лоцманської проводки.

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

обмежених водах вимагає значно більшої уваги. Шлях вибирають в стороні від небезпек з урахуванням систем розділення руху. Враховують час проходу найбільш складних ділянок, освітленість на цей час, дії приливних течій і тому подібне.

При плануванні плавання по ділянках лоцманської проводки необхідно враховувати маневрені елементи свого судна, співвідношення осідання і глибин під кілем, збільшення осідання від швидкості і від крену на повороті, зміна швидкості, необхідна для встановлення часу проходу, коли можуть виникнути обмеження при підході вночі або залежно від висоти приливу.

При виконанні переходу головним завданням є контроль за безпечним плаванням судна по маршруту, 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 счислимых і обсервованих місць судна. Управління переходом покладається на капітана судна, який є координуючою ланкою при оцінці переходу, його плануванні і виконанні.

## **2.2. Оцінка запланованого переходу.**

У даному параграфі приводимо конкретну інформацію, що відноситься до опрацьовуваного переходу, що відповідає етапу «Passage plan Appraisal». Для цього проводиться підбір навігаційних карт, посібників і публікацій на заданий перехід по Каталогі Адміралтейських карт і публікацій (Catalogue of Admiralty Charts and Publications) щорічно видаваним Гідрографією ВМС Британії (British Hydrographer to Navy).

Відомості про підібрані карти і книги оформляємо у вигляді таблиць 2.1 та 2.2.

Таблиця 2.1 - Список адміралтейських карт на перехід

| №<br>п/п              | Адм.<br>номер | Назва                                                 | Рік  |
|-----------------------|---------------|-------------------------------------------------------|------|
| 1                     | 2             | 3                                                     | 4    |
| Генеральні карти      |               |                                                       |      |
| 1                     | 4104          | Lisboa (Lisbon) to Freetown                           | 2001 |
| 2                     | 1147          | Cabo Roxo to Monrovia                                 | 1989 |
| 3                     | 3139          | Monrovia to Sassandra                                 | 2012 |
| 4                     | 595           | Sassandra to Lagos                                    | 2014 |
| Путьові карти         |               |                                                       |      |
| 5                     | 3134          | Islas Canarias to Nouakchott                          | 1997 |
| 6                     | 3135          | Nouakchott to Bissau and<br>Arquipelago De Cabo Verde | 1996 |
| 7                     | 366           | Arquipelago de Cabo Verde                             | 1994 |
| 8                     | 611           | Cabo Roxo to Port Kamsar                              | 1997 |
| 9                     | 612           | Port Kamsar to Conakry                                | 1999 |
| 10                    | 601           | Conakry to Cape Saint Ann                             | 2014 |
| 11                    | 1363          | Cape Saint Ann to Monrovia                            | 2015 |
| 12                    | 1364          | Monrovia to Greenville                                | 2016 |
| 13                    | 1365          | Greenville to Harper                                  | 2001 |
| Частні карти та плани |               |                                                       |      |
| 14                    | 1856          | Apprs Puerto de la Luz (Las Palmas)                   | 2001 |
| 15                    | 31058         | Port de San Pedro                                     | 2005 |

Таблиця 2.2 - Адміралтейські публікації на перехід

| №<br>п/п | Назва книги                                                                                                                                          | Рік<br>вида-<br>ня |
|----------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------|
| 1        | 2                                                                                                                                                    | 3                  |
| 1        | Admiralty chart catalogue                                                                                                                            | 2024               |
| 2        | Volume 6 - Part 1, Pilot Services, Vessel Traffic Services and Port Operations (United Kingdom and Ireland - including European Channel Ports)       | 2024               |
| 3        | Volume 6 - Part 2, Pilot Services, Vessel Traffic Services and Port Operations (Europe - excluding UK, Ireland, Channel Ports and the Mediterranean) | 2024               |
| 4        | Volume 6 - Part 3, Pilot Services, Vessel Traffic Services and Port Operations (Mediterranean and Africa - including Persian Gulf)                   | 2024               |
| 5        | Admiralty List of Coast Radio Stations                                                                                                               | 2024               |
| 6        | Admiralty Radio Navigation Aids                                                                                                                      | 2024               |
| 7        | Admiralty Radio weather services and warnings                                                                                                        | 2024               |
| 8        | Admiralty Meteorological Observation Stations                                                                                                        | 2024               |
| 9        | Admiralty GMDSS                                                                                                                                      | 2024               |
| 10       | Admiralty Vessel Traffic Services Vol. 6                                                                                                             | 2024               |
| 11       | Admiralty List of Radio Stations                                                                                                                     | 2024               |
| 12       | Burdwood Azimuth Tables                                                                                                                              | 2024               |
| 13       | Bridge Procedures Guide                                                                                                                              | 1990               |
| 14       | Bridge Team Management                                                                                                                               | 1993               |
| 15       | Collision Regulations 1972 (1990 NE) IMO                                                                                                             | 2016               |
| 16       | Admiralty Distance Tables Atlantic Ocean                                                                                                             | 1976               |
| 17       | Guide to Helicopter Operations ICS                                                                                                                   | 1989               |
| 18       | SOLAS Consolidated Edition                                                                                                                           | 2014               |
| 19       | Admiralty Tide tables Vol. 1                                                                                                                         | 2024               |

Робимо висновок що інформаційного забезпечення для безпечного плавання на переході достатньо.

### 2.2.1 Підготовка для прийому та обміну навігаційною інформацією на переході

Для отримання оперативної інформації про погоду і зміни в навігаційній обстановці по маршруту проходження судна необхідно організувати систематичний прийом гідрометеорологічних і навігаційних повідомлень, що передаються по радіо.

За допомогою посібника ALRS 283 використовуємо інформацію щодо факсимільних карт погоди та зводимо її до таблиці 2.3.

Станції і розклад передач факсимільних карт на перехід приводяться в таблиці 2.3.

Таблиця 2.3 – Радіостанції факсимільних гідрометеорологічних передач

| № п/п | Радіостанція | Позначення і границі карти                     | Зміст передачі                                                                                                   | Час передачі                                                                                                                                                         |
|-------|--------------|------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 1     | 2            | 3                                              | 4                                                                                                                | 5                                                                                                                                                                    |
| 1     | Northwood    | 54°N, 82°W 26°N, 45°W<br>54°N, 51°E 28°N, 12°E | Surface Analysis<br><br>Gale Summary<br><br>Significant Wind Areas<br>T+24<br><br>Significant Wind Areas<br>T+48 | 0300(00)<br>0400(00)<br>0900(00)<br>1200(06)<br>1800(12)<br>2100(18)<br>0348(03)<br>0600(06)<br>1148(12)<br>1900(19)<br>0748(00)<br>2112(12)<br>0812(00)<br>2124(12) |

Продовження табл. 2.3

| 1 | 2              | 3  |                                                  | 4                                                                                               | 5                                                |
|---|----------------|----|--------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------|
| 2 | Athinai (SVJ4) | A  | 49°N.23°W<br>45°N.42°E<br>23°N.7°W<br>21°N.35°E  | Surface Analysis<br>24&48 hour Surface<br>Prognosis                                             | 0845(06)<br>0857(06)                             |
|   |                | B  | 54°N.3°W<br>40°N.44°E<br>33°N.3°W<br>25°N.31°E   | 30,36,42&48 hour Wave<br>Height Prognosis                                                       | 0921(12)                                         |
| 3 | Roma (IBM)     | B1 | 52°N.31°W<br>45°N.61°E<br>24°N.10°W<br>21°N.37°E | Surface Analysis<br>Surface Analysis for Europe<br><br>24 hour Significant Weather<br>Prognosis | 0457(00)<br>1045(06)<br><br>0345(12)<br>1555(00) |

На переході Лас Пальмас – Сан Педро шлях судна пролягає через район NAVAREA II.

Станції NAVTEX, які можуть бути використані на переході зведені в таблицю 2.4.

Таблиця 2.4 - Райони NAVAREA, станції NAVTEX на переході

| № | Ділянка переходу                     | Район NAVAREA | NAVTEX         | NAVAREA |
|---|--------------------------------------|---------------|----------------|---------|
| 1 | 2                                    | 3             | 4              | 5       |
| 1 | Порт Лас Пальмас –<br>Порт Сан Педро | II            | Coruna [D]     | France  |
|   |                                      | II            | Monsanto [R]   | France  |
|   |                                      | II            | Tarifa [G]     | France  |
|   |                                      | II            | Casablanca [M] | Marocco |
|   |                                      | II            | Las Palmas [A] | Spain   |

В ході навігаційного опрацювання переходу готуються до обміну інформацією з береговими контрольними постами, лоцманськими станціями, операторами портових терміналів в портах заходу.

За допомогою посібників ALRS 286 (2) та ALRS 286 (3) визначимо наявність по маршруту контрольних постів, районів, де здійснюється управління рухом

суден постами СУРС (Reporting Areas), вирішимо питання зв'язку з контрольними станціями і постами - про час, форму та засіб подачі інформації. З'ясуємо деталі зв'язку з лоцманськими станціями і операторами терміналів в портах. Отримані відомості зведемо в таблицю 2.5.

Таблиця 2.5 - Зв'язок на переході

| № | Станція                                 | Засіб зв'язку | Канали, частоти           | Примітки                                                                          |
|---|-----------------------------------------|---------------|---------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------|
| 1 | 2                                       | 3             | 4                         | 5                                                                                 |
| 1 | Las Palmas<br>Pilots<br>Port<br>Control | VHF           | 14<br>16, 10, 12          | Berthing/Unberthing<br>2h Arrival Ship Reporting System Area                      |
| 2 | Port San Pedro<br>Pilots<br>Port        | VHF           | 16, 12, 14<br>16, 06, 12, | All vessels underway or at anchor should maintain a listening watch on VHF Ch 12. |

Таблиця 2.6 – СУРС по маршруту переходу

| № | Traffic separation scheme        | Station | VHF    | Reporting point description |
|---|----------------------------------|---------|--------|-----------------------------|
| 1 | Canrep Position Reporting System | Canrep  | 10, 16 | Reporting system area       |

### 2.2.2 Збір та аналіз гідрометеорологічної інформації

Аналіз гідрометеорологічних умов по маршруту плавання виконується за період (місяць) переходу, що проробляється. Для цього використовуються середні багаторічні дані, які наведені в Атласах океанів, кліматологічних, гідрографічних і океанографічних посібниках. Для опису гідрометеорологічних умов необхідно перехід розбити на ділянки в залежності від відстані між портами. Для даного переходу достатньо одного участка.

Необхідні дані вносимо в таблиці 2.7 та 2.8.

Таблиця 2.7. - Атмосферний тиск і розшифровка «роз вітрів»

| Характеристики за ділянками      | Західне узбережжя Африки |           |         |
|----------------------------------|--------------------------|-----------|---------|
| Атмосферний тиск, гПа            | 1014                     |           |         |
| Направлення вітру                | Повторюваність вітру, %  |           |         |
|                                  | Сумарна                  | 11-15 м/с | >16 м/с |
| N                                | 3                        | -         | -       |
| NE                               | 1                        | -         | -       |
| E                                | 2                        | -         | -       |
| SE                               | 1                        | -         | -       |
| S                                | 1                        | -         | -       |
| SW                               | 39                       | 1         | -       |
| W                                | 41                       | 1         | 1       |
| NW                               | 1                        | -         | -       |
| Результуючий вітер               | направлення,<br>у румбах |           | WNW     |
|                                  | швидкість, м/с           |           | 6       |
| Максимальна швидкість вітру, м/с | спостережена             |           | 8       |
|                                  | розрахункова             |           | 12      |
| Повторюваність штилів, %         | 25                       |           |         |

Таблиця 2.8. - Видимість, водний і тепловий режими атмосфери, гідрологічні характеристики

| Характеристики за ділянками                                |                               | Західне узбережжя Африки |
|------------------------------------------------------------|-------------------------------|--------------------------|
| Температура повітря, °С                                    |                               | 24                       |
| Температура води, °С                                       |                               | 16                       |
| Відносна вологість, %                                      |                               | 80                       |
| Повторюваність туманів, %                                  |                               | 1                        |
| Видимість менше 2 міль                                     |                               | 1                        |
| Хмарність, бали                                            |                               | 5                        |
| Солоність води, ‰                                          |                               | 57                       |
| Щільність води, г/см <sup>3</sup> (або кг/м <sup>3</sup> ) |                               | 1.025                    |
| Постійні течії                                             | назва                         | Канарське                |
|                                                            | термодинамічна характеристика | тепле                    |
|                                                            | направлення                   | ENE                      |
|                                                            | швидкість, вузл.              | 1-2                      |
|                                                            | стійкість                     | 50-75                    |
| Швидкість припливних течій, вузл.                          |                               | 1-3                      |
| Висота хвиль, м                                            | середня                       | 1                        |
|                                                            | максимальна                   | 3                        |
| Період хвиль, с                                            |                               | 8                        |

### 2.2.3 Збір та аналіз навігаційної інформації при прибрежному плаванні

ЛАС ПАЛЬМАС, Гранд-Канарські острови.

ОГЛЯД: Порт пропонує можливості для більшості типів суден, включаючи найбільші танкери. Він розділений на внутрішню та зовнішню гавані і має причали загальною довжиною 11,5 км. Основний імпорт включає текстиль, продукти харчування, товари загального користування, добрива, зерно та харчові

олії. Основним експортом є сільсько-господарська продукція з острова, рибні консерви та цемент.

РОЗТАШУВАННЯ: Штучна гавань, за 2 милі на південь від північного сходу острова Гран-Канарія. Вхідний канал приблизно 740 м, широкий і 30 м глибини. Ширина гавані 500 м глибиною 30,0 м.

#### ДОКУМЕНТИ:

- 1 Arms and Ammunition List
- 1 Bill of Lading
- 1 Bonded Stores List Cargo Gear Certificate
- 1 Cargo Manifest (freighted)
- 1 Cargo Manifest (unfreighted)
- 2 Certificates of Nationality
- 1 Crew Effects Declaration
- 1 Crew List
- 2 Derat (Exemption) Certificates
- 2 Load Line Certificates
- 1 Maritime Declaration of Health
- 1 Passenger Effects Declaration
- 1 Passenger List
- 5 Passenger Lists (disembarking)
- 5 Passenger Lists (in transit)
- 1 Provisions List
- 2 Registry Certificates
- 1 Ship Safety Equipment Certificate
- 1 Stores List
- 1 Stowaways List (notice required in writing for the police)
- 1 Tonnage Certificate Health Authority:
- 1 Crew List
- 1 Derat (Exemption) Certificate
- 1 Maritime Declaration of Health Immigration.

**ВІДПОВІДНІСТЬ ISPS:** Порт відповідає вимогам.

**МАКС. РОЗМІР:** Глибина 22,0 м. Контейнери: Глибина 16,0 м. Танкери: Осадка 22,0 м. Найбільше судно: 153687 GRT, LOA 351 м., Осадка 22,38 м.

**Щільність:** 1025.

**ОБМЕЖЕННЯ:** відсутні.

**ПІДХОДИ:** Підхід до гавані з відкритого моря.

**ЛОЦМАН:** Обов'язковий для суден вагою понад 500 GRT і доступний протягом 24 годин. Лоцманська станція: Тел: +34 (928) 265636. Факс: +34 (928) 227802. Рекомендується за 72, 48 та 24 години інформувати агента. Обов'язковим є зв'язок з портовим управлінням Лас-Пальмас (УКХ-канали 10, 16 і 12), принаймні за 2 години до цього.

**VTs/RADAR:** Порт Лас-Пальмас має станцію VTS. Капітани повинні зв'язатися з портовим управлінням Лас-Пальмас на каналі УКХ 16 за 2 години до прибуття. Їм буде дано вказівку, коли входити до порту.

**СТІВІДОРІ:** Навантаження та розвантаження генеральних вантажів та контейнерів може здійснюватися з 08:00 до 02:00. включаючи суботу та з 08:00 до 14:00. по неділях.

**ПОЛІЦІЯ / ШВИДКА / ПОЖЕЖА:** Тел. Для надзвичайних ситуацій: 112. Тел. Поліції: 091. Тел. Швидкої допомоги: 061. Тел. Пожежних служб: 080.

**ЦЕНТР АВАРІЙНОГО РЕАГУВАННЯ:** Регіональний морський рятувальний координаційний центр (MRCC), Лас-Пальмас. Тел: +34 (900) 202202, (928) 467757, 467955. Факс: +34 (928) 467760. УКВ-канал 16. Пожежне судно «Болуда Містраль», 7200 к.с., залишається на станції в порту. Рятувальний вертоліт, позивний «Helimer Canarias» та швидкі рятувальні судна «Salvamar Nunki» доповнюють обладнання аварійного реагування.

**СВЯТА:** Державні свята: 1 січня (Новий рік); 6 січня (Водохреща); Масляний вівторок (лютий); Хороша п'ятниця; 1 травня (День праці); 30 травня (День Канарських островів); 15 серпня (Успіння); 8 жовтня (День острова); 12 жовтня (День Колумба); 1 листопада (День всіх святих); 6 грудня (День Конституції); 8 грудня (Непорочне Зачаття); 25 грудня (Різдво).

ВЛАДА: Autoridad Portuaria de Las Palmas, Calle Tomas Quevedo Ramirez, s/n, 35008 Las Palmas de Gran Canaria, Canary Islands. Tel: +34 (928) 214400, 300480. Fax: +34 (928) 214422. Email: [palmasport@palmasport.es](mailto:palmasport@palmasport.es) Web: [www.palmasport.es](http://www.palmasport.es) Contact: Jose Daniel Lopez Lopez, Port Director. Email: [direccion@palmasport.es](mailto:direccion@palmasport.es) Pedro Mederos Martin, Harbour Master. Tel: +34 (928) 468289. Fax: +34 (928) 468269.

План порту Лас Пальмас приведено на рис. 2.1.

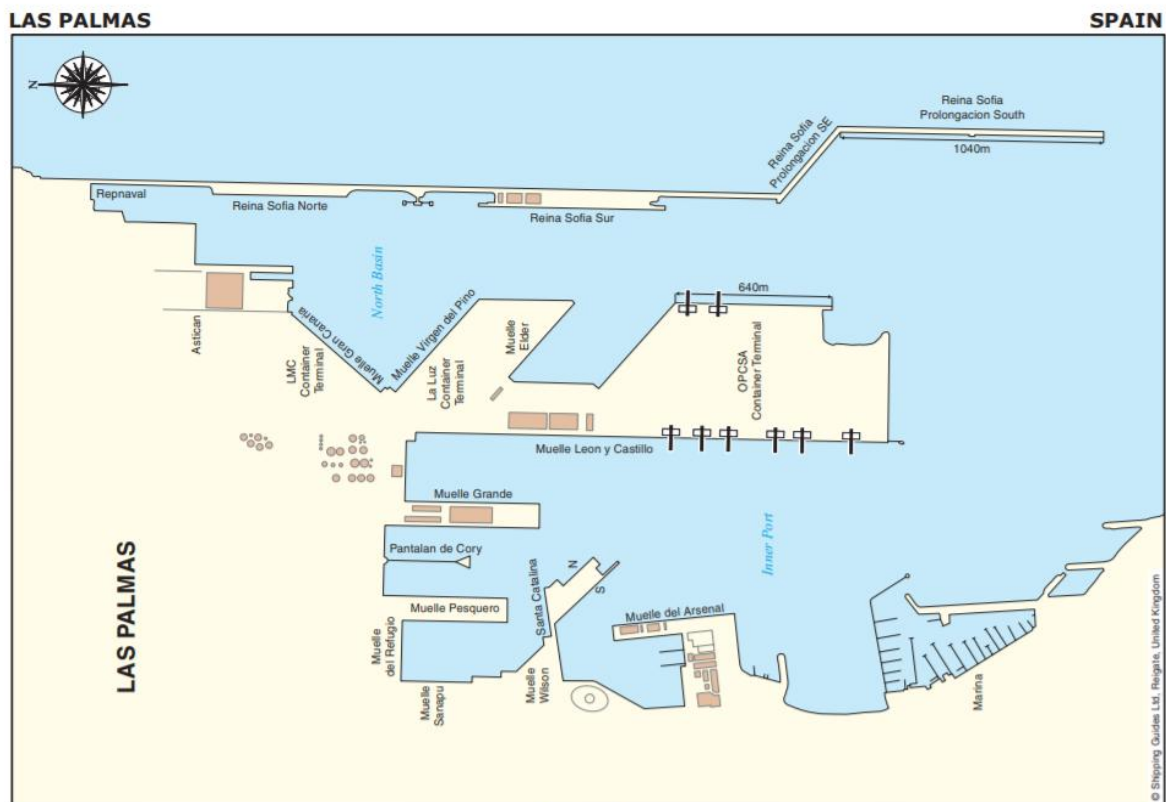


Рисунок 2.1 - План порту Лас Пальмас

## САН ПЕДРО

Порт має засоби щоб приймати контейнерні судна, Ro-Ro і танкери. Приблизно 1,600,000 т вантажу обробляється щорік.

Максимальний розмір: LOA 330 м, Осадка 13.5 м.

Лоцман: Обов'язковий для суден понад 300 GT. Правління лоцманів приблизно 0.5nm від головного хвилелому.

Діапазон приливів: 1.20 м.

Густина дока: 1025.

Погода: Переважаючі вітри: SW.

Головні навігаційні засоби: При підході до штучної гавані наступне, помістив від портових складів. Сіра водна башта з підніманням приблизно 40m, 0.75nm NNW.

Буксири: 3 доступних буксира. 1 буксир обов'язковий для всіх суден понад 500 GT і 2 Буксира обов'язкові для всіх суден понад 10,000 GT.

Bunkers/water/stores: Доступні.

Медичні засоби: Доступні.

Свята: Січень 1, 13, 24, 6 квітня, 24 квітня, 27 квітня, 1 травня, 15 травня, 21 червня, 15 серпня, 1 листопада, 25 грудня.

Робочі часи: звичайні. Понеділок-Субота 0600-1400 hrs, 1400-2200 hrs і 2200-0600 hrs. Sun 0600-1400 hrs. Для суботи робота наднормова.

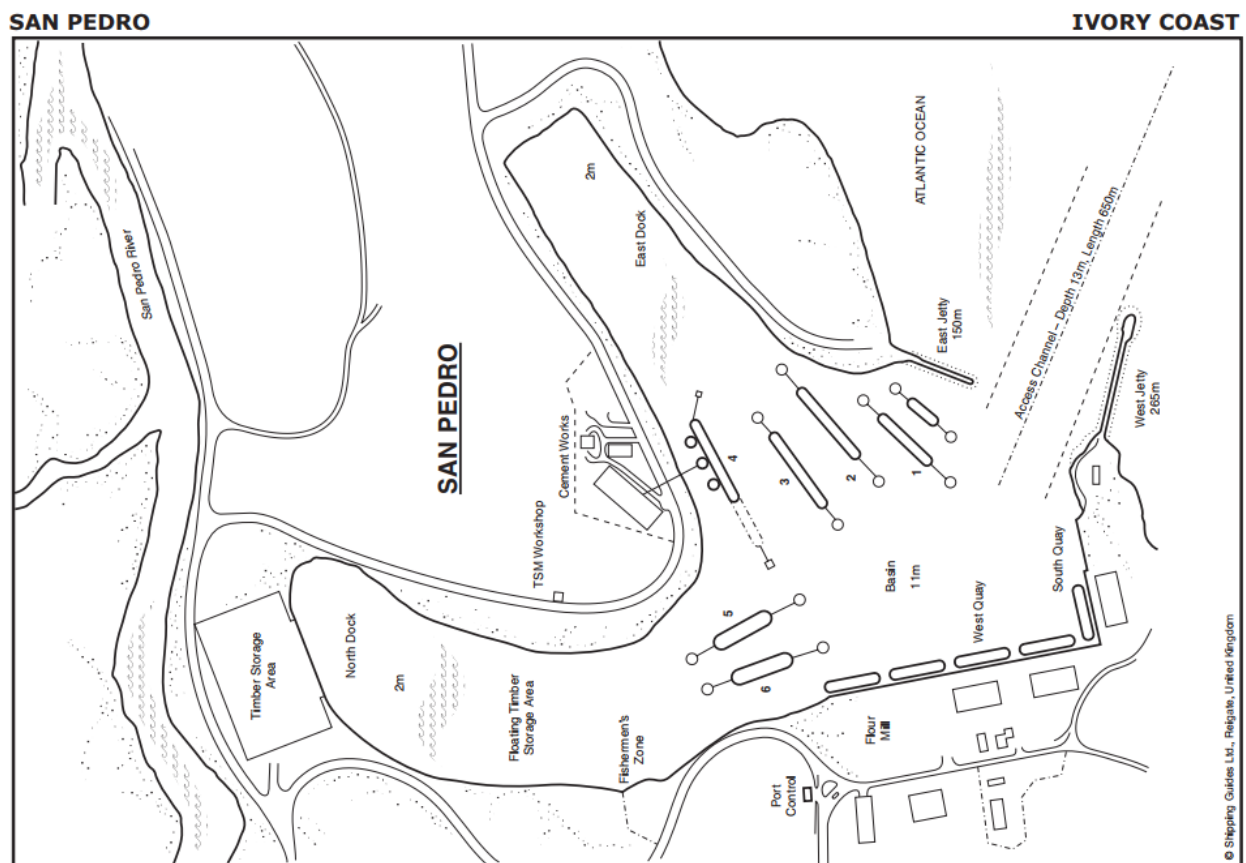


Рисунок 2.2 – План порта Сан Педро

Таблиця 2.9 – Засоби навігаційного обладнання

| № | Name          | Position   |             | Characteristics                                                   | Range |
|---|---------------|------------|-------------|-------------------------------------------------------------------|-------|
|   |               | φ          | λ           |                                                                   |       |
| 1 | Baja de Gando | 27° 52.0 N | 015° 23.2 W | R.FL (3) 10s<br>Over Punta Tenefe<br>Y.FL (3) 10s R.FL (3)<br>10s | 7     |
| 2 | Coderich      | 08° 21,2 N | 013° 14,9 W | Fl 14 c                                                           | 19    |
| 3 | Lh. San Pedro | 04° 45,1 N | 006° 35,2 W | Fl 16 c                                                           | 11    |

## 2.3 Навігаційні розрахунки для забезпечення безпеки плавання

### 2.3.1 Розрахунок ортодромії

Основними критеріями при виборі оптимального шляху судна є безпека, метеоусмови, економічність для збереженого перевезення вантажу і досягнення економічного ефекту в остаточному підсумку. На океанських переходах найкоротшою відстанню між двома пунктами є ортодромія, тому що форма землі – сфера.

Перш ніж приймати рішення про плавання по ортодромії необхідно розрахувати доцільність плавання саме таким способом. Для цього знаходять довжину локсодромії й ортодромії, а потім виконують їхнє порівняння. Це роблять за допомогою слідуючих формул.

Розрахунок довжини локсодромії:

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

$$S = \frac{PШ}{\cos K} \quad (2.2)$$

Таблиця 2.10 - Розрахункові параметри довжини локсодромії.

|             |  |                 |  |             |  |   |  |
|-------------|--|-----------------|--|-------------|--|---|--|
| $\varphi_2$ |  | МЧ <sub>2</sub> |  | $\lambda_2$ |  | К |  |
| $\varphi_1$ |  | МЧ <sub>1</sub> |  | $\lambda_1$ |  | С |  |
| РШ          |  | РМЧ             |  | РД          |  |   |  |

Розрахунок довжини ортодромії:

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

Таблиця 2.11 – Розрахунок D

|                                                     |  |
|-----------------------------------------------------|--|
| $\sin \varphi_1 \cdot \sin \varphi_2$               |  |
| $\cos \varphi_1 \cdot \cos \varphi_2 \cdot \cos PД$ |  |
| $\cos D$                                            |  |
| D                                                   |  |

Розрахунок параметрів довжини ортодромії:

$$\lambda_o = \frac{(\lambda_1 - \lambda_2)}{2} - \arctan \left[ \operatorname{tg} \left( \frac{\lambda_2 - \lambda_1}{2} \right) \cdot \sin(\varphi_1 + \varphi_2) \cdot \operatorname{cosec}(\varphi_2 - \varphi_1) \right] \quad (2.4)$$

$$\operatorname{ctg} K_o = \operatorname{tg} \varphi_1 \cdot \operatorname{cosec}(\lambda_1 - \lambda_o) \quad (2.5)$$

Результати розрахунків заносимо в таблицю 2.12.

Таблиця 2.12 - Розрахунок ортодромії

|                                               |                               |  |
|-----------------------------------------------|-------------------------------|--|
| I                                             | $(\lambda_1 - \lambda_2)/2$   |  |
| II                                            | $\operatorname{tg}(PД/2)$     |  |
| III                                           | $\sin(\varphi_1 + \varphi_2)$ |  |
| IV                                            | $\operatorname{cosec} PШ$     |  |
| $\Pi = II + III + IV$                         |                               |  |
| V                                             | $\operatorname{arctg} \Pi$    |  |
| $\lambda_o = I + V$                           |                               |  |
| $\lambda_1 - \lambda_o$                       |                               |  |
| $\operatorname{cosec}(\lambda_1 - \lambda_o)$ |                               |  |
| $\operatorname{tg} \varphi_1$                 |                               |  |
| $\operatorname{ctg} K_o$                      |                               |  |

Рівняння ортодромії для нанесення на меркаторську карту:

$$\operatorname{tg} \varphi_i = \operatorname{ctg} K_0 \cdot \sin(\lambda_i - \lambda_0) \quad (2.6)$$

де  $\lambda_0$  – довгота пункту перетинання екватора ортодромією;

$K_0$  – кут між меридіаном і ортодромією.

$$\Delta = S - D$$

Таблиця 2.13 - Розрахунок проміжних пунктів

| I                             | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 |
|-------------------------------|---|---|---|---|---|---|---|
| $\lambda_i$ (W)               |   |   |   |   |   |   |   |
| $\lambda_i - \lambda_0$       |   |   |   |   |   |   |   |
| $\sin(\lambda_i - \lambda_0)$ |   |   |   |   |   |   |   |
| $\operatorname{tg} \varphi_i$ |   |   |   |   |   |   |   |
| $\varphi_i$ (N)               |   |   |   |   |   |   |   |

### 2.3.2 Складання маршрутних листів

Попередня прокладка - це навігаційна прокладка маршруту судна, виконана заздалегідь, виходячи з наміченого маршруту судна, що відповідає вимогам безпеки плавання, поставленим завданням економічної доцільності. Попередню прокладку виконують на тих же підібраних і відкоректованих на дату останнього Сповіднення мореплавцям

Детальне графічне зображення траси майбутнього плавання здійснюється на великомасштабних (путніх і приватних) картах і планах. Для цього всю виконану раніше прокладку на генеральних картах переносять на відповідні великомасштабні карти і плани з повним збереженням графічної подібності.

Попередня прокладка використовується потім як основа графічного плану переходу протягом всього рейса.

Виконавши попередню прокладку результати якої представляємо у вигляді таблиці 2.14.

Таблиця 2.14 - Результати попередньої прокладки

|    |               |                |      |           |        |            |         |         |
|----|---------------|----------------|------|-----------|--------|------------|---------|---------|
| 1  | 28° 08.100' N | 015° 24.700' W | XXXX | XXXX      | XXXX   | XXXX       | XXXX    | XXXX    |
| 2  | 28° 07.900' N | 015° 24.600' W | RL   | 0.22 nm   | 156.1° | 0.22 nm    | 0.10 nm | 0.10 nm |
| 3  | 28° 07.300' N | 015° 24.600' W | RL   | 0.60 nm   | 180.0° | 0.82 nm    | 0.10 nm | 0.10 nm |
| 4  | 28° 06.900' N | 015° 24.300' W | RL   | 0.48 nm   | 146.4° | 1.30 nm    | 0.10 nm | 0.10 nm |
| 5  | 28° 06.900' N | 015° 23.000' W | RL   | 1.15 nm   | 090.0° | 2.45 nm    | 0.10 nm | 0.10 nm |
| 6  | 27° 53.000' N | 015° 17.000' W | RL   | 14.85 nm  | 159.0° | 17.29 nm   | 0.10 nm | 0.10 nm |
| 7  | 21° 59.200' N | 017° 36.600' W | RL   | 374.80 nm | 199.8° | 392.09 nm  | 0.10 nm | 0.10 nm |
| 8  | 14° 41.300' N | 017° 49.000' W | RL   | 436.35 nm | 181.5° | 828.44 nm  | 0.10 nm | 0.10 nm |
| 9  | 11° 45.000' N | 017° 22.500' W | RL   | 177.42 nm | 171.6° | 1005.85 nm | 0.10 nm | 0.10 nm |
| 10 | 10° 45.000' N | 017° 00.000' W | RL   | 63.69 nm  | 159.7° | 1069.54 nm | 0.10 nm | 0.10 nm |
| 11 | 08° 04.000' N | 014° 18.500' W | RL   | 226.18 nm | 135.1° | 1295.72 nm | 0.10 nm | 0.10 nm |
| 12 | 04° 58.000' N | 009° 05.500' W | RL   | 362.36 nm | 120.7° | 1658.08 nm | 0.10 nm | 0.10 nm |
| 13 | 04° 40.000' N | 008° 32.000' W | RL   | 37.94 nm  | 118.2° | 1696.02 nm | 0.10 nm | 0.10 nm |
| 14 | 04° 22.000' N | 007° 54.000' W | RL   | 41.97 nm  | 115.3° | 1737.99 nm | 0.10 nm | 0.10 nm |
| 15 | 04° 16.000' N | 007° 34.000' W | RL   | 20.85 nm  | 106.6° | 1758.84 nm | 0.10 nm | 0.10 nm |
| 16 | 04° 42.400' N | 006° 36.600' W | RL   | 63.06 nm  | 065.4° | 1821.90 nm | 0.10 nm | 0.10 nm |

### 2.3.3 Графічний план переходу

Графічний план переходу Лас Пальмас – Сан Педро представлений на рис.

2.3.

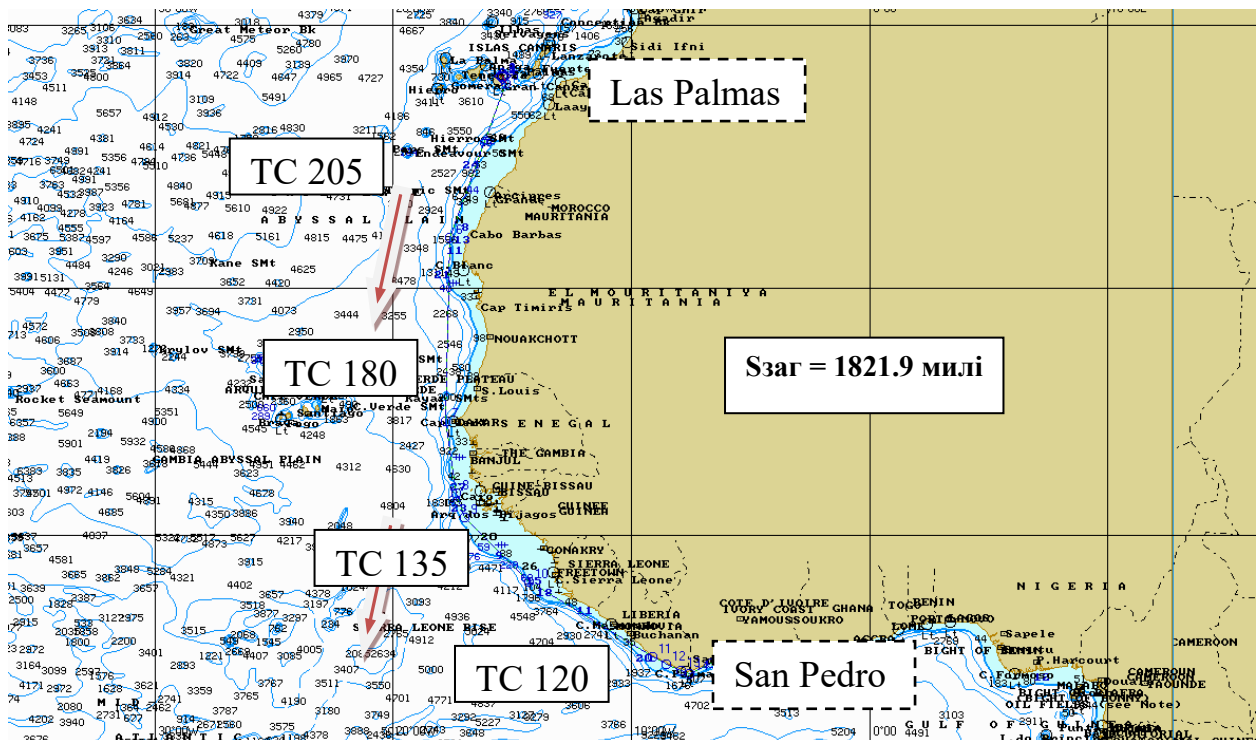


Рис. 2.3 - Графічний план переходу Лас Пальмас - Сан Педро

### 2.3.4. Розрахунок природної освітленості

Схід (захід) Сонця і сутінки. Час сходу, заходу і настання навігаційних сутінків залежить від широти, схилення, тобто дати, і висоти Сонця. З цими даними в травні обчислені місцеві часи явища на меридіані Грінвіча і поміщені на правій сторінці щоденних таблиць. Для отримання місцевого часу явища в заданому пункті необхідно інтерполювати «табличний» час по широті і довготі пункту. Час сутінків інтерполюється тільки по широті. Для отримання місцевого часу явища  $T_m$  треба в табличний час ввести дві поправки

$$T_m = T_{\text{табл}} + \Delta T_{\varphi} + \Delta T_{\lambda} \quad (2.7)$$

Місцевий час явища переводять в судновий за слідуючою формулою

$$T_c = T_m + (-)\lambda_E (\lambda_W) + (-)N^{\circ}_E (N^{\circ}_W) \quad (2.8)$$

Схід (захід) Місяця. У травні на кожен день приводиться місцевий час сходу і заходу Місяця на меридіані Грінвіч, передобчислене для широт через 2, 5, 10° і схилення Місяця. Для Місяця час явища міняється дуже помітно, тому для переходу до місцевого часу в заданому пункті обов'язково інтерполювати по широті і довготі по формулі (2.8).

Розрахунки освітленості виконані двома послідовними наближеннями. Спочатку по широті і грінвічеським датам планованого плавання вибираємо з МАЕ без інтерполяції моменти місцевого часу сходу і заходу Сонця і Місяця. По довготі передбачуваного місця на полудень кожної доби ці моменти переводимо в судновий час  $T_c$  і на кожен такий момент по попередній прокладці знаходимо координати місця судна. Потім для передобчислених місць судна розраховуємо по МАЩ (Brown's Nautical Almanac) моменти явищ, що характеризують освітленість.

Таблиця 2.15 - Елементи освітленості

| Date  | Twilight | SUN               |      |                  |      | Twilight | MOON               |     |                   |
|-------|----------|-------------------|------|------------------|------|----------|--------------------|-----|-------------------|
|       |          | Sun<br>rise<br>ZT | Z    | Sun<br>set<br>ZT | Z    |          | Moon<br>rise<br>ZT | Age | Moon<br>set<br>ZT |
| 1     | 2        | 3                 | 4    | 5                | 6    | 7        | 8                  | 9   | 11                |
| 06.10 | 06:14    | 07:32             | 125° | 15:55            | 235° | 17:29    | 10:54              | 3   | 19:15             |
| 12.10 | 06:38    | 07:32             | 117° | 17:13            | 242° | 18:14    | 12:06              | 6   | 23:09             |

### 2.3.5 Розрахунок висот приливів та побудова графіків приливів

При плаванні в морях із приливами величезну увагу варто приділяти величині приливу і часу настання малої і повної води, тому що при підходах до портів, в узкостях і в районах малих глибин необхідний запас глибини під кильом можна одержати тільки в моменти повної води. Інформація про приливо-відливних явищах повинна завжди бути доступна судноводію. З цією метою різними країнами видається велике число всіляких таблиць, атласів і карт. Знаючи час і висоту приливу, а також швидкість судна судноводій може розрахувати час безпечного проходу на ділянках з малими глибинами.

Далі приведені розрахунки часу і величини приливу для портів Лас Пальмас та Сан Педро.

Розрахунок приведений в таблиці 2.16 та 2.17.

Графік приливів в порту відходу та приходу зображені на рисунках 2.4 та 2.5.

Таблиця 2.16 - Час і висоти настання повних і малих вод в порту Лас Пальмас

| 06.10.2024 |       |        | 07.10.2024 |       |        |
|------------|-------|--------|------------|-------|--------|
|            | Time  | Height |            | Time  | Height |
| High       | 5:21  | 3,4 m  | High       | 5:52  | 3,3 m  |
|            | 17:38 | 3,3 m  |            | 18:10 | 3,1 m  |
| Low        | 11:29 | 0,8 m  | Low        | 12:02 | 1,0 m  |
|            | 23:40 | 0,9 m  |            |       |        |

Таблиця 2.17 - Час і висоти настання повних і малих вод в порту Сан Педро

| 12.10.2024 |       |        | 13.10.2024 |       |        |
|------------|-------|--------|------------|-------|--------|
|            | Time  | Height |            | Time  | Height |
| High       | 0:18  | 1,4 m  | High       | 1:16  | 1,4 m  |
|            | 12:14 | 1,4 m  |            | 13:16 | 1,4 m  |
| Low        | 6:03  | 0,4 m  | Low        | 7:08  | 0,4 m  |
|            | 18:39 | 0,4 m  |            | 19:33 | 0,4 m  |

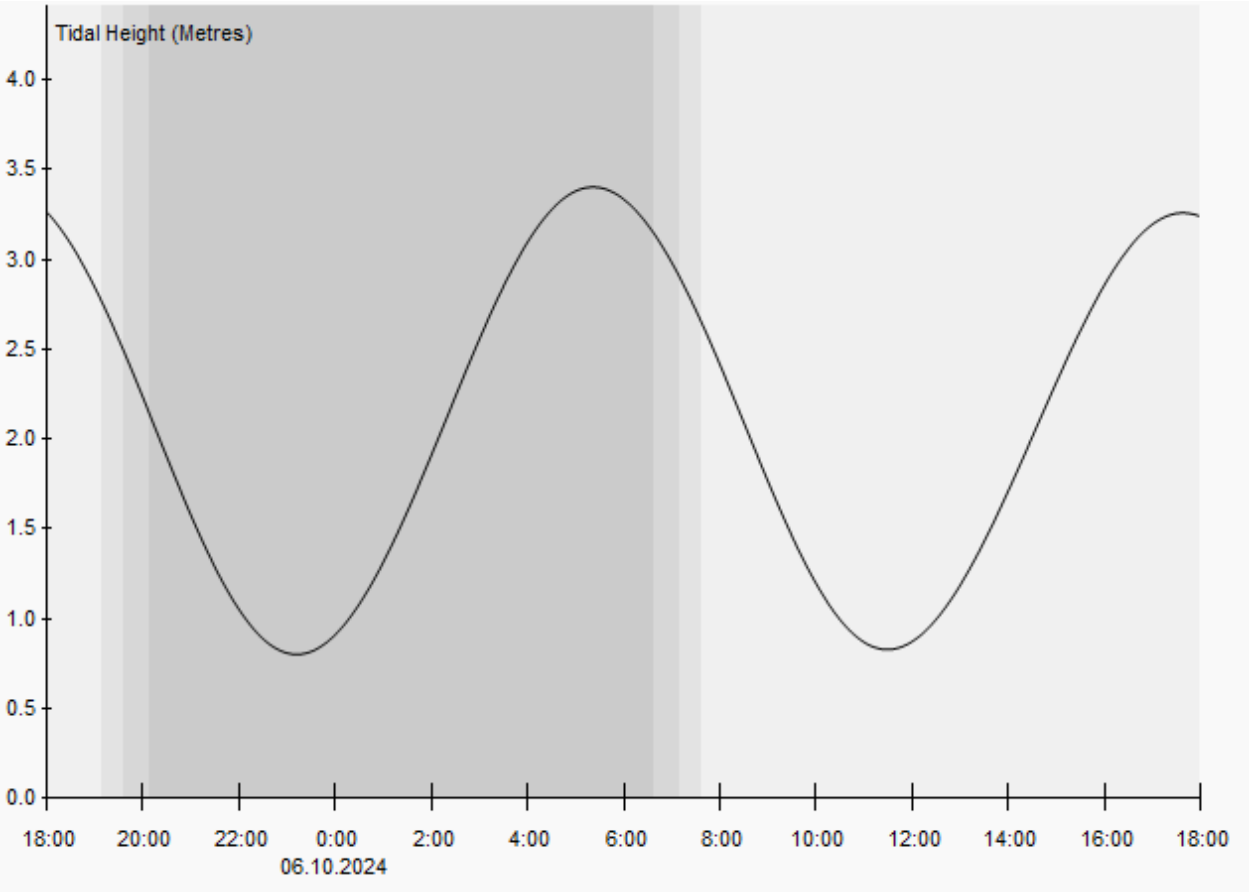


Рисунок 2.4 - Графік приливів в порту відходу Лас Пальмас

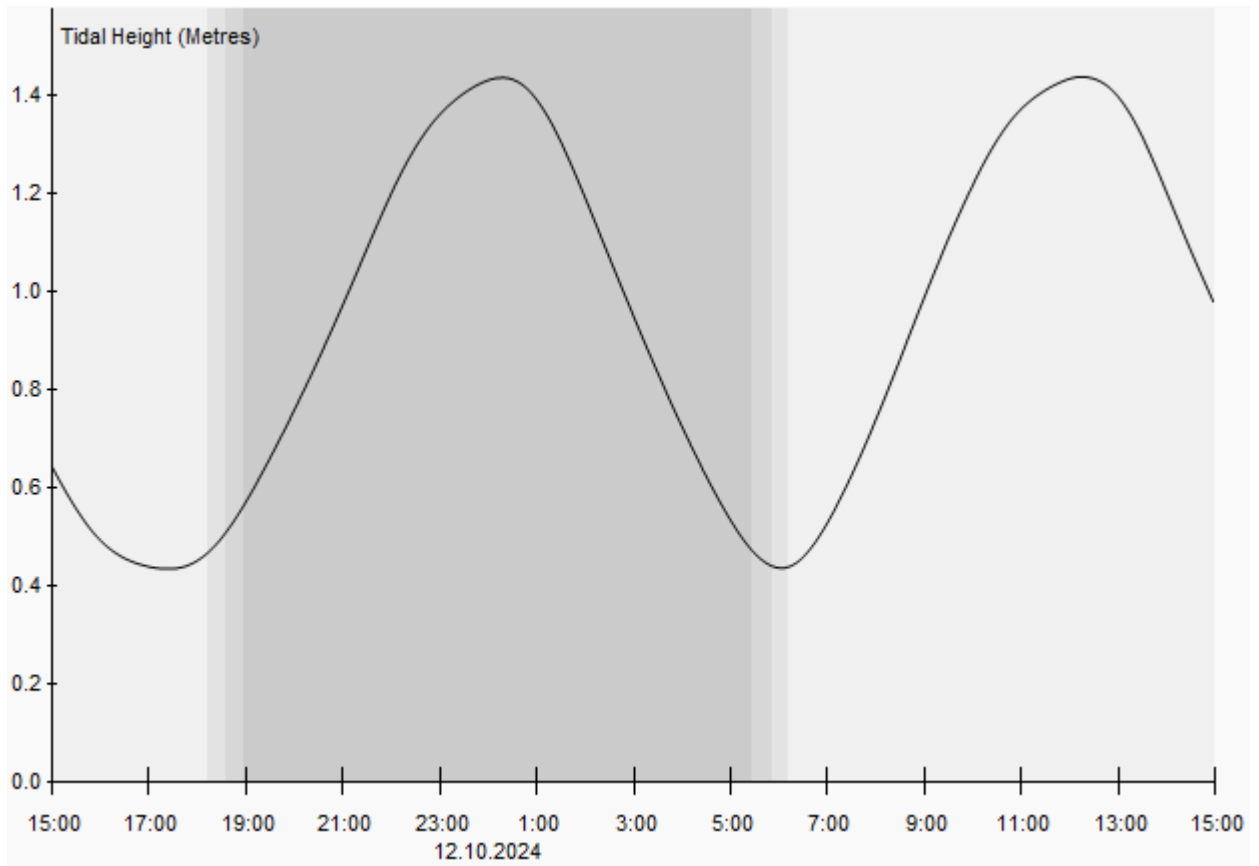


Рисунок 2.5 - Графік приливів в порту приходу Сан Педро

## 2.4 Висновки

Перехід з порту Лас Пальмас у порт Сан Педро проходить вздовж західної Африки по Атлантичному океану.

У процесі проробки навігаційного переходу були вибрані безпечні курси плавання.

### **3. ОБРОБКА ТА РОЗМІЩЕННЯ ВАНТАЖУ**

#### **3.1. Транспортні характеристики вантажів**

Одним з важливих етапів підготовки до розрахунків вантажного плану є детальне вивчення транспортних характеристик і властивостей вантажів, правильний облік яких сприяє забезпеченню безпеки плавання суден, своєчасній і безпечній їхній доставці.

Азбест - (гірський льон) узагальнена назва волокнистих мінералів типу силікатів: блакитний азбест, білий азбест, хризотил, актінолін, антофілін, тремолін і ін.

Широко застосовуються в різних галузях промисловості: використовуються як наповнювачі пластмас та ін. Для створення вогнестійких і термоізоляційних виробів. Тара: мішки (тканина, папір, синтетика). Для пластмасових упаковок краща термозбіжна плівка. Являє собою мінерал волокнистої будови, на дотик волокна жирні, деякі мають шовковистий блиск.

До найважливіших властивостей азбесту відносяться: згорає, еластичність, висока механічна міцність, здатність розщеплюватися на найтонші волокна, піддаються прядіння, волого-, жаро- і морозостійкість; погано проводить тепло і електрику, не піддається дії кислот і лугів. Деякі види азбесту (коротковолокнистий) - пилять. Вдихання пилу волокон азбесту є небезпечним і тому в будь-якому випадку слід уникати її впливу. Небезпечний вантаж - клас 9. Найбільш небезпечним типом азбесту є блакитний азбест. Сам по собі азбест не є режимним вантажем, але виходячи з особливостей тари (особливо паперової), його слід перевозити і зберігати в сухих приміщеннях, часто обмежується висота укладання (до 10-12 ярусів), не допускаються вантажні роботи під час випадання опадів. Вентиляція для самого вантажу в принципі не потрібна, але повинна використовуватися з метою запобігання (або зменшення інтенсивності) утворення конденсату при різких змінах температури зовнішнього повітря, щоб уникнути підмочки тари.

ПНО 1,2-2,5 м<sup>3</sup>/т.

Основні транспортні характеристики перевезених вантажів представимо в табл. 3.1.

Таблиця 3.1 – Основні характеристики вантажів

| Найменування вантажу | Вид тари | Питомий навантажувальний обсяг, м <sup>3</sup> /т | Валові норми вантажних робіт т/добу |              |
|----------------------|----------|---------------------------------------------------|-------------------------------------|--------------|
|                      |          |                                                   | Навантаження                        | Вивантаження |
| Азбест               | навалом  | 1,26                                              | 1500                                | 1200         |

Перевезення навалювальних і зернових вантажів регламентуються міжнародними документами:

- International Convention for the Safety of Life at Sea (SOLAS 74/78), Chapters VI, VII;
- International Convention for the Prevention of Pollution from Ships (MARPOL 73/78);
- International Maritime Dangerous Goods Code (IMDG Code);
- International Maritime Solid Bulk Cargoes Code (IMSBC Code);
- Code of Practice for the Safe Loading and Unloading of Bulk (BLU Code);
- Thomas Stowage: The Properties and Stowage of Cargoes.

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

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

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

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

У попередній інформації Капітан повинен подати відомості про осадку судна, кількості вантажу й розподіл його по трюмах або танках, наявності палубного вантажу або великовагових вантажів із вказівкою їх маси, найменування вантажоодержувачів, справності суднових перевантажувальних засобів, а також про всі потреби судна в паливі, воді, продуктах, необхідному ремонті й інших потребах судна, задоволення яких входить в обов'язку порту.

Приведення трюмів, у відповідне для даного вантажу стану починається з очищення залишків раніше перевезеного вантажу, видалення сепараційного і прокладочного матеріалів, збору сміття.

Трюмні льяла необхідно розкривати і очищати після кожного розвантаження, тому що в них збирається вода, яка стікає із трюмів і містить домішки вантажів, які можуть розкладати.

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

Особлива увага при підготовці до приймання будь-якого роду вантажу необхідно приділяти надійності водовідливної і протипожежної систем, які слід перевіряти в дії.

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

По закінченню підготовки судна до вантажних робіт капітан подає на ім'я начальника порту або на адресу відправника вантажу

Повідомлення капітана, яким він формально фіксує фактичну готовність судна до навантаження.

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

До початку вантажних операцій факт готовності вантажних приміщень оформляють актом.

Перевезення вантажів морським транспортом здійснюється на основі договору морського перевезення, який має наступні основні форми: чартер, коносамент, букінг-нот, берс-нот і фіксчур-нот. Договором морського перевезення вантажів у трамповом судноплаванні є чартер (charter party), у лінійному – коносамент (Bill of Lading).

Договір морського перевезення вантажу повинен полягати в писемній формі.

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

У чартері детально обмовляють зміст договору й взаємний зобов'язання сторін: найменування й техніко-експлуатаційні характеристики судна, рід вантажу, його транспортні особливості й кількість, порти завантаження і вивантаження, строки готовності судна під завантаження, фрахт, порядок розрахунків сталійного часу і т.п. Умови чартеру погоджують фрахтувальник і перевізник, при цьому вони є обов'язковими тільки для партнерів і тільки на період даної угоди.

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

Таймшит – документ - відомість обліку стоянкового часу судна (сталійного часу), передбаченого чартером на виконання вантажних операцій. Він складається в кожному порту завантаження і вивантаження судна, підписується капітаном і представником фрахтувальника. Служить підставою для розрахунків по діспачу або демереджу. У таймшиті фіксуються всі виробничі операції і непродуктивні простой за час стоянки судна в порту. У ньому вказуються: найменування порту і судна; дата і час прибуття судна та вручення нотісу про готовність до завантаження (вивантаження); дата і час фактичного початку та закінчення вантажних робіт; тривалість і причини перерв у роботі; норми вантажних робіт із чартеру.

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

Маніфест – список вантажів, прийнятих на судно, який становлять роздільно для кожного порту призначення на основі відомостей, зазначених у коносаменті. Він оформляється для митниці. По кожній партії вантажів у маніфесті наводять наступні дані: номер коносаменту, маркування й кількість вантажних місць, рід вантажу, його масу й обсяг, найменування відправника й одержувача, загальну суму нарахованого фрахту й фрахт, оплачений відправником.

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

Люкові записки складаються роздільно по кожному трюму й містять перелік усіх коносаментних партій, розміщених у даному відсіку в порядку черговості їх вивантаження. Їх виписує вантажний помічник капітана на основі виконавчого вантажного плану й коносаментів.

### 3.3. Розрахунки чистої вантажопідйомності судна

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

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

Перехід Лас Пальмас – Сан Педро проходить у зоні дії літньої вантажної марки без обмежень по осадці. За розрахункову водотоннажність беремо установлене для зони дії літньої вантажної марки.

Повна водотоннажність по літню вантажну марку:

$$\Delta_p = 7479,0 \text{ т.}$$

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

$$\Delta_w = \Delta_p - \Delta_0,$$

де  $\Delta_0$  – водотоннажність судна порожньому, т.

$$\Delta_w = 7479,0 - 1945,0 = 5534,0 \text{ т}$$

Ходовий час визначається по формулі:

$$t_p = S / (Vs \cdot 24) + t_{\text{зп}},$$

де  $Vs$  – швидкість судна;

$S$  – довжина траси переходу, милі;

$t_{\text{зп}}$  – час затримок судна в шляху, діб.

$$t_x = 1822 / (12,9 \cdot 24) + 0,25 = 6,1 \text{ діб.}$$

Нормативна тривалість стоянкового часу розраховується по формулі:

$$t_{\text{ст}} = \frac{\sum Q_i}{M},$$

де  $Q_i$  – кількість вантажу, т;

$M$  – валова норма вантажних робіт, т/добу.

$$t_{\text{ст}} = 5400 / 1200 = 4,5 \text{ діб.}$$

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

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

Кількість ходових запасів становить суму:

$$P_{\text{зап}}^x = P_T^x + P_B^x + P_{\text{см}}^x;$$

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

$$P_T^x = q_T^x \cdot t_x \cdot k_{\text{шт}};$$

$$P_B^x = q_B^x \cdot t_x \cdot k_{\text{шт}};$$

$$P_{\text{см}}^x = 0,05 \cdot P_T^x;$$

де  $q_T^x$ ,  $q_B^x$ ,  $q_M^x$  – добова норма витрати палива, води та мастила на ходу судна відповідно, т/добу.

$$P_T^x = 5,2 \cdot 6,1 \cdot 1,1 = 34,9 \text{ т}$$

$$P_B^x = 4,0 \cdot 6,1 \cdot 1,1 = 26,8 \text{ т}$$

$$P_{\text{см}}^x = 0,05 \cdot 34,9 = 1,7 \text{ т}$$

$$P_{\text{зап}}^x = 34,9 + 26,8 + 1,7 = 63,4 \text{ т}$$

Аналогічно знаходять кількість стоянкових запасів:

$$P_{\text{зап}}^{\text{ст}} = P_T^{\text{ст}} + P_B^{\text{ст}};$$

$$P_T^{\text{ст}} = q_T^{\text{ст}} \cdot t_{\text{ст}};$$

$$P_B^{\text{ст}} = q_B^{\text{ст}} \cdot t_{\text{ст}};$$

де  $q_T^{\text{ст}}$ ,  $q_B^{\text{ст}}$  – добова норма витрати палива та води на стоянці судна відповідно, т/діб.

$$P_T^{\text{ст}} = 0,5 \cdot 5,4 = 2,2 \text{ т}$$

$$P_B^{\text{ст}} = 4,0 \cdot 4,5 = 18,0 \text{ т}$$

$$P_{\text{зап}}^{\text{ст}} = 2,2 + 18,0 = 20,2 \text{ т}$$

$$P_{\text{зап}} = 63,4 + 20,2 = 93,6 \text{ т}$$

Розрахувавши загальну кількість рейсових запасів, приступають до визначення чистої вантажопідйомності судна ( $\Delta_q$ ) на рейс:

$$\Delta_q = \Delta w - (P_{\text{зап}} + P_{\text{эк}});$$

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

$$\Delta_q = 5534,0 - (83,6 + 75,0) = 5375,4 \text{ т}$$

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

Таблиця 3.2 – Відомості про масу і обсяг вантажу

| Найменування вантажу | Маса вантажу, т $Q_i$ | Питомий навантажувальний обсяг вантажу, $\text{м}^3/\text{т}$ , $U_i$ | Обсяг займаний вантажем, $\text{м}^3$ , $V_i$ |
|----------------------|-----------------------|-----------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------|
| Азбест               | 5400                  | 1,26                                                                  | 6804                                          |

Кількість реальних запасів прийнятих на судно відрізняється від розрахованого.

### 3.4. Складання вантажного плану

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

Під час перевезення різнорідних вантажів у практиці використовується принцип розподілу вагового навантаження по довжині судна пропорційно кубатурі вантажних приміщень за допомогою коефіцієнта порівняння вантажомісткості кожного вантажного приміщення ( $K_i$ ):

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

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 порівняння вантажомісткості  $i$ -го вантажного приміщення на розраховану загальну масу вантажів ( $Q_{\text{полн}}$ ):

$$Q_i = K_i \cdot Q_{\text{полн}}.$$

Розрахунок розподіленої маси вантажних приміщень приведемо в табличній формі (табл. 3.3).

Таблиця 3.3 – Розподіл вагового навантаження по вантажних приміщеннях судна

| Найменування вантажного приміщення | Вантажомісткість вантажного приміщення $W_i$ , $m^3$ | Коефіцієнт порівняння, $K_i$ | Припустиме максимальне вагове навантаження вантажного приміщення $Q_i$ , т |
|------------------------------------|------------------------------------------------------|------------------------------|----------------------------------------------------------------------------|
| Трюм №1                            | 1277,1                                               | 0,129                        | 696,6                                                                      |
| Трюм №2                            | 3276,5                                               | 0,332                        | 1792,8                                                                     |
| Трюм №3                            | 3276,5                                               | 0,332                        | 1792,8                                                                     |
| Трюм №4                            | 2037,7                                               | 0,206                        | 1112,4                                                                     |
| Разом                              | 9867,8                                               | 1,0000                       | 5400                                                                       |

Відхилення завантаження вантажного приміщення від розподіленої маси не повинне перевищувати 10%.

Розподіл вантажів на судні виконаємо в табл. 3.4.

Таблиця 3.4 – Розподіл вантажів на судні

| Найменування вантажного приміщення | Об'єм , м <sup>3</sup> | Кількість вантажу, т |
|------------------------------------|------------------------|----------------------|
| 1                                  | 2                      | 3                    |
| Трюм №1                            | 504                    | 400                  |
| Трюм №2                            | 2280,6                 | 1810                 |
| Трюм №3                            | 2406,6                 | 1910                 |
| Трюм №4                            | 1612,8                 | 1280                 |
| Разом                              | 6804                   | 5400                 |

Прийнятий розподіл вантажів використовується в наступних розрахунках.

### 3.5. Характеристика експлуатаційних умов рейсу

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

Гідрометеорологічні умови плавання, опис і характеристика портів заходу в частині дотичній вантажних операцій представлено в розділі 2.

ЛАС ПАЛЬМАС, Гранд-Канарські острови.

ОГЛЯД: Порт пропонує можливості для більшості типів суден, включаючи найбільші танкери. Він розділений на внутрішню та зовнішню гавані і має причали загальною довжиною 11,5 км. Основний імпорт включає текстиль, продукти харчування, товари загального користування, добрива, зерно та харчові олії. Основним експортом є сільсько-господарська продукція з острова, рибні консерви та цемент.

РОЗТАШУВАННЯ: Штучна гавань, за 2 милі на південь від північного сходу острова Гран-Канарія. Вхідний канал приблизно 740 м, широкий і 30 м глибини. Ширина гавані 500 м глибиною 30,0 м.

МАКС. РОЗМІР: Глибина 22,0 м. Контейнери: Глибина 16,0 м. Танкери: Осадка 22,0 м. Найбільше судно: 153687 GRT, LOA 351 м., Осадка 22,38 м.

Щільність: 1025.

ОБМЕЖЕННЯ: відсутні.

ПІДХОДИ: Підхід до гавані з відкритого моря.

ЛОЦМАН: Обов'язковий для суден вагою понад 500 GRT і доступний протягом 24 годин.

ВЛАДА: Autoridad Portuaria de Las Palmas, Calle Tomas Quevedo Ramirez, s/n, 35008 Las Palmas de Gran Canaria, Canary Islands. Tel: +34 (928) 214400, 300480. Fax: +34 (928) 214422. Email: [palmasport@palmasport.es](mailto:palmasport@palmasport.es) Web: [www.palmasport.es](http://www.palmasport.es) Contact: Jose Daniel Lopez Lopez, Port Director. Email: [direccion@palmasport.es](mailto:direccion@palmasport.es) Pedro Mederos Martin, Harbour Master. Tel: +34 (928) 468289. Fax: +34 (928) 468269.

#### САН ПЕДРО

Порт має засоби щоб приймати контейнерні судна, Ro-Ro і танкери. Приблизно 1,600,000 т вантажу обробляється щорік.

Максимальний розмір: LOA 330 м, Осадка 13.5 м.

Лоцман: Обов'язковий для суден понад 300 GT. Правління лоцманів приблизно 0.5nm від головного хвилелому.

Діапазон приливів: 1.20 м.

Густина дока: 1025.

Погода: Переважаючі вітри: SW.

Буксири: 3 доступних буксира. 1 буксир обов'язковий для всіх суден понад 500 GT і 2 Буксира обов'язкові для всіх суден понад 10,000 GT.

Bunkers/water/stores: Доступні.

Медичні засоби: Доступні.

## 4. ОЦІНКА МОРЕХІДНИХ ЯКОСТЕЙ СУДНА

### 4.1. Розрахунок водотоннажності й координат центра ваги судна

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

Таблиця 4.1 - Розподіл запасів на відхід

| Найменування цистерн                               | Місткість,<br>т | На відхід  |                |                |                |                |
|----------------------------------------------------|-----------------|------------|----------------|----------------|----------------|----------------|
|                                                    |                 | Маса,<br>т | Плечі, м       |                | Моменти, тм    |                |
|                                                    |                 |            | X <sub>v</sub> | Z <sub>v</sub> | M <sub>x</sub> | M <sub>z</sub> |
| Дизельне паливо ( $\gamma=0,83$ т/м <sup>3</sup> ) |                 |            |                |                |                |                |
| Дизельного палива №10Т, ЛБ                         | 18,63           | 8,0        | -44,00         | 1,70           | -352,0         | 13,6           |
| Дизельного палива №11Т, ПРБ                        | 18,63           | 14,0       | -44,00         | 1,70           | -616,0         | 23,8           |
| Дизельного палива №16Т, ДП                         | 53,15           | 40,0       | -45,00         | 0,50           | -1800,0        | 20,0           |
| Всього дизельного палива                           |                 | 62,0       |                |                | -2768,0        | 57,4           |
| Мастило ( $\gamma = 0,91$ т/м <sup>3</sup> )       |                 |            |                |                |                |                |
| Масляна №8м, ЛБ                                    | 4,37            | 2,0        | -42,00         | 4,00           | -84,0          | 8,0            |
| Масляна №9М, ПРБ                                   | 4,37            | 2,0        | -42,00         | 4,00           | -84,0          | 8,0            |
| Всього мастила                                     |                 | 4,0        |                |                | -168,0         | 16,0           |
| Вода ( $\gamma = 1,000$ т/м <sup>3</sup> )         |                 |            |                |                |                |                |
| Питної води №19В, ЛБ                               | 18,70           | 15,0       | -57,90         | 4,40           | -868,5         | 66,0           |
| Всього води                                        |                 | 15,0       |                |                | -868,5         | 66,0           |
| ІТОГО ЗАПАСІВ:                                     |                 | 81,0       | -46,97         | 1,72           | -3804,5        | 139,4          |
| АРИФМЕТИЧНА СУМА МОМЕНТІВ M <sub>x</sub>           |                 |            |                |                | 3804,5         |                |

Таблиця 4.2.- Розподіл запасів на прихід

| Найменування цистерн                              | Місткість,<br>т | На прихід  |                |                |                |                |
|---------------------------------------------------|-----------------|------------|----------------|----------------|----------------|----------------|
|                                                   |                 | Маса,<br>т | Плечі, м       |                | Моменти, тм    |                |
|                                                   |                 |            | X <sub>v</sub> | Z <sub>v</sub> | M <sub>x</sub> | M <sub>z</sub> |
| 1                                                 | 2               | 3          | 4              | 5              | 6              | 7              |
| Дизельне паливо( $\gamma=0,83$ т/м <sup>3</sup> ) |                 |            |                |                |                |                |
| Дизельного палива №10Т, ЛБ                        | 18,63           | 5,4        | -44,00         | 1,70           | -237,6         | 9,2            |
| Дизельного палива №11Т, ПРБ                       | 18,63           | 10,0       | -44,00         | 1,70           | -440,0         | 17,0           |
| Всього дизельного палива                          |                 | 15,4       |                |                | -677,6         | 26,2           |

Продовження табл.4.2

| 1                                         | 2     | 3    | 4      | 5    | 6       | 7    |
|-------------------------------------------|-------|------|--------|------|---------|------|
| Мастило ( $\gamma = 0,91 \text{ т/м}^3$ ) |       |      |        |      |         |      |
| Масляна №8м, ЛБ                           | 4,37  | 1,6  | -42,00 | 4,00 | -67,2   | 6,4  |
| Масляна №9М, ПРБ                          | 4,37  | 1,7  | -42,00 | 4,00 | -71,4   | 6,8  |
| Всього мастила                            |       | 3,3  |        |      | -138,6  | 13,2 |
| Вода ( $\gamma = 1,000 \text{ т/м}^3$ )   |       |      |        |      |         |      |
| Питної води №19В, ЛБ                      | 18,70 | 6,0  | -57,90 | 4,40 | -347,4  | 26,4 |
| Всього води                               |       | 6,0  |        |      | -347,4  | 26,4 |
| ІТОГО ЗАПАСІВ:                            |       | 24,7 | -47,11 | 2,66 | -1163,6 | 65,8 |
| АРИФМЕТИЧНА СУМА МОМЕНТІВ $M_x$           |       |      |        |      | 1163,6  |      |

Розподіл вантажів представлений у табл.4.3.

Таблиця 4.3 – Розподіл вантажів

| Найменування приміщень          | Об'єм прим., $\text{м}^3$ | Об'єм вантажу, $\text{м}^3$ | Маса вантажу, т | Плечі, м |      | Моменти, тм |       |                  |
|---------------------------------|---------------------------|-----------------------------|-----------------|----------|------|-------------|-------|------------------|
|                                 |                           |                             |                 | x        | z    | $M_x$       | $M_z$ | $M_{\text{пгу}}$ |
| Трюм №1                         | 1277,10                   | 504                         | 400             | 47,33    | 2,88 | 18932       | 1152  | 1494             |
| Трюм №2                         | 3276,50                   | 2280,6                      | 1810            | 25,85    | 3,82 | 46789       | 6914  | 0                |
| Трюм №3                         | 3276,50                   | 2406,6                      | 1910            | -5,85    | 3,98 | -11174      | 7602  | 0                |
| Трюм №4                         | 2037,70                   | 1612,8                      | 1280            | -30,90   | 4,21 | -39552      | 5389  | 1287             |
| ІТОГО ВАНТАЖУ                   | 9867,80                   | 6804                        | 5400            | 2,78     | 3,90 | 14995       | 21057 | 2781             |
| Арифметична сума без трюму №3   |                           |                             |                 |          |      | 105273      |       |                  |
| Трюм №3 носова частина          |                           |                             | 600             | 4,90     |      | 2940        |       |                  |
| Трюм №3 кормова частина         |                           |                             | 1310            | 10,68    |      | 13991       |       |                  |
| АРИФМЕТИЧНА СУМА МОМЕНТІВ $M_x$ |                           |                             |                 |          |      | 122204      |       |                  |

На судно приймається легкий вантаж з питомим вантажним об'ємом (ПВО) більше одиниці, тому немає необхідності перевіряти місцеву міцність днища в трюмах.

На основі виконаних розподілів вантажу і запасів складемо таблицю зведених даних і розрахунку водотоннажності з указівкою координат центру ваги судна.

Таблиця 4.4 – Зведені дані і розрахунок водотоннажності

| Найменування статей навантаження | На відхід  |          |      |                |                |
|----------------------------------|------------|----------|------|----------------|----------------|
|                                  | Маса,<br>т | Плечі, м |      | Моменти, тм    |                |
|                                  |            | X        | Z    | M <sub>x</sub> | M <sub>z</sub> |
| Судно порожнє                    | 1945       | -8,00    | 5,22 | -15560,0       | 10152,9        |
| Константа                        | 50         | -53,00   | 5,49 | -2650,0        | 274,5          |
| Суднові запаси                   | 81,0       | -46,97   | 1,72 | -3804,5        | 139,4          |
| Вантаж                           | 5400       | 2,78     | 3,90 | 14995          | 21057          |
| РАЗОМ ВОДОТОННАЖНІСТЬ:           | 7476       | -0,94    | 4,23 | -7019,5        | 31623,8        |
| Найменування статей навантаження | На прихід  |          |      |                |                |
|                                  | Маса,<br>т | Плечі, м |      | Моменти, тм    |                |
|                                  |            | X        | Z    | M <sub>x</sub> | M <sub>z</sub> |
| Судно порожнє                    | 1945       | -8,00    | 5,22 | -15560,0       | 10152,9        |
| Константа                        | 50         | -53,00   | 5,49 | -2650,0        | 274,5          |
| Суднові запаси                   | 24,7       | -47,11   | 2,66 | -1163,6        | 65,8           |
| Вантаж                           | 5400       | 2,78     | 3,90 | 14995          | 21057          |
| РАЗОМ ВОДОТОННАЖНІСТЬ:           | 7419,7     | -0,59    | 4,25 | -4378,6        | 31550,2        |

Схематично вантажний план представлений на рис. 4.1.

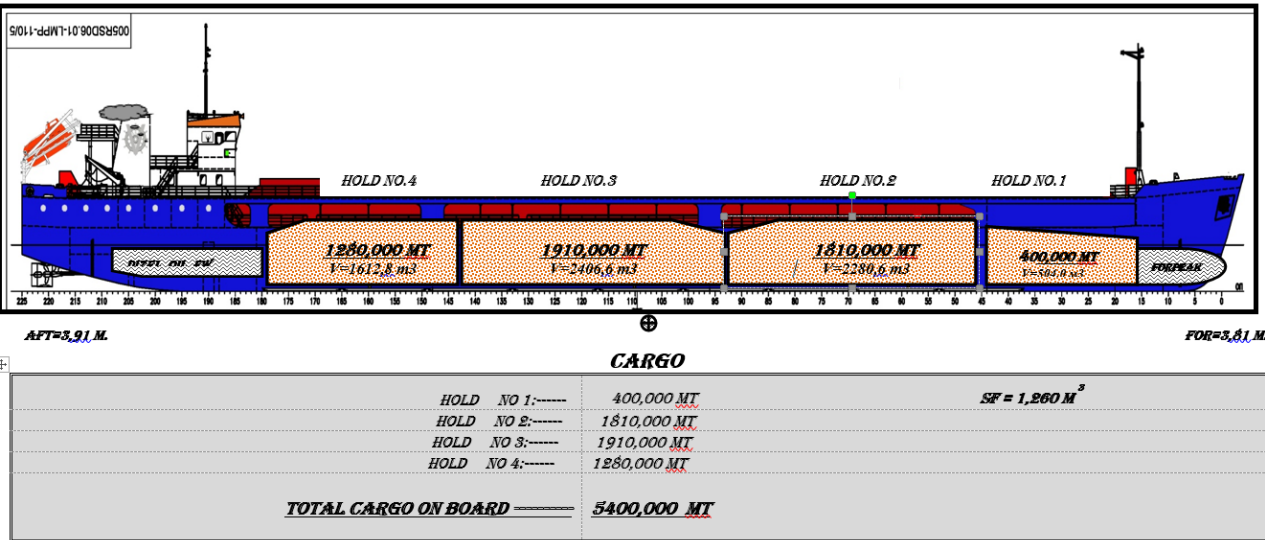


Рисунок 4.1 – Вантажний план судна

#### 4.2. Розрахунки посадки і початкової остійності

Розрахунок посадки судна на відхід і на прихід виконується з використанням вантажної шкали (Cargo Scale) і гідростатичних кривих (Hydrostatic Curves).

Таблиця 4.5 – 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                                  | 7476             | 7419,7 |
| Абсциса центра ваги судна, м            | $x_g$                              | -0,94            | -0,59  |
| Водотоннажність об'ємна, м <sup>3</sup> | $V = D / \rho$                     | 7476             | 7239   |
| Густина води, т/м <sup>3</sup>          | $\rho$                             | 1,000            | 1,025  |
| Осадка судна, м                         | T (з вантажної шкали)              | 3,86             | 3,75   |
| Момент диферентуючий на 1 см, тм/см     | $M_1$ (з вантажної шкали)          | 235,8            | 235,1  |
| Абсциса центра величини судна, м        | $x_c$ (з вантажної шкали)          | -0,63            | -0,58  |
| Абсциса Ц.Т. площі ватерлінії, м        | $x_f$ (з вантажної шкали)          | -2,21            | -2,26  |
| Апліката поперечного метацентра, м      | $z_m$ (з вантажної шкали)          | 8,08             | 8,21   |
| Коефіцієнт загальної повноти            | $\delta$ (з гідростатичних кривих) | 0,869            | 0,867  |
| Диферент судна, м                       | $d = D(x_g - x_c)/(100M_1)$        | -0,10            | 0,00   |
| Осадка судна носом, м                   | $T_n = T - (L/2 + x_f) d/L$        | 3,81             | 3,75   |
| Осадка судна кормою, м                  | $T_k = T_n + d$                    | 3,91             | 3,75   |

Для виконання розрахунків і контролю остійності судна необхідно визначити виправлення на вплив вільної поверхні рідких вантажів (запасів) до метацентричної висоти і пліч статичної остійності. Поправочні моменти  $\Delta m_h$  вибираються з таблиці даних по судових цистернах, що приводиться в Інформації.

Таблиця 4.6 – Виправлення на вплив вільної поверхні рідких вантажів

| Найменування цистерн        | $\Delta m_h$ , тм |
|-----------------------------|-------------------|
| Дизельного палива №10Т, ЛБ  | 2                 |
| Дизельного палива №11Т, ПРБ | 2                 |
| Дизельного палива №16Т, ДП  | 760               |
| Питної води №19В, ЛБ        | 9                 |
| Сума: $\Delta m_h$          | 773               |

Розрахунок параметрів початкової остійності виконаний у табл.4.7.

Таблиця 4.7 – Розрахунок параметрів початкової остійності

| Найменування величин                 | Позначення і формули        | Значення величин |        |
|--------------------------------------|-----------------------------|------------------|--------|
|                                      |                             | відхід           | прихід |
| Водотоннажність масова, т            | D                           | 7476             | 7419,7 |
| Невиправлена апліката ЦВ, м          | $z'_g$                      | 4,23             | 4,25   |
| Апліката поперечного метацентра, м   | $z_m$                       | 8,08             | 8,21   |
| Невиправлена метацентрична висота, м | $h_0 = z_m - z'_g$          | 3,85             | 3,96   |
| Виправлення до МТЦ висоти, м         | $\Delta h = \Delta m_h / D$ | 0,10             | 0,10   |
| Виправлена МТЦ висота, м             | $h = h_0 - \Delta h$        | 3,75             | 3,86   |
| Виправлена апліката Ц.Т. судна, м    | $z_g = z'_g + \Delta h$     | 4,33             | 4,35   |

### 4.3. Контроль остійності за матеріалами Інформації

Кожне судно повинне бути забезпечене Інформацією про остійність (Stability Booklet, Trim & Stability Book), затвердженою класифікаційним товариством і яка має достатню інформацію для перевірки відповідності остійності судна вимогам цього класифікаційного товариства або ІМО.

Перевірка остійності за матеріалами Інформації виконується по граничних статичних моментах, або по припустимих метацентричних висотах, або по критичній аплікаті центра ваги судна (у залежності від того, який графік або таблиця є в Інформації).

Перевірку остійності за матеріалами Інформації виконаємо по критичній аплікаті ЦВ судна.

Таблиця 4.8– Перевірка остійності по критичній аплікаті центра ваги судна

| Найменування величин                  | Позначення і формули          | Значення величин |        |
|---------------------------------------|-------------------------------|------------------|--------|
|                                       |                               | відхід           | прихід |
| Водотоннажність масова, т             | D                             | 7476             | 7419,7 |
| Апліката Ц.В. судна, м                | $z'_g$                        | 4,23             | 4,25   |
| Виправлення аплікати Ц.В. судна, м    | $\Delta z_g = \Delta m_h / D$ | 0,10             | 0,10   |
| Виправлена апліката Ц.В. судна, м     | $z_g = z'_g + \Delta z_g$     | 4,33             | 4,35   |
| Максимальна гранична апліката Ц.В., м | $z_g^{\max}$                  | 6,78             | 6,83   |

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

#### 4.4. Розрахунок і побудова діаграм остійності

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

Плечі остійності форми  $l_\phi$  вибираються по осадці для тих кутів крену, які приведені в таблиці. Ці плечі відлічуються від точки К, що відповідає кільовій лінії, то плечі остійності ваги необхідно розраховувати по формулі:

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

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

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

Виправлені плечі динамічної остійності знаходяться чисельним інтегруванням плечей статичної остійності.

Таблиця 4.9 – Розрахунок плеч статичної і динамічної остійності на відхід

| Н а в і д х і д (T = 3,86 м)        |       |       |       |       |       |       |       |
|-------------------------------------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| Кути крену $\theta$ , °             | 10    | 20    | 30    | 40    | 50    | 60    | 70    |
| Плече остійності форми $l_\phi$ , м | 1,418 | 2,702 | 3,917 | 4,764 | 5,198 | 5,308 | 5,178 |
| Плече остійності ваги $l_g$ , м     | 0,752 | 1,481 | 2,165 | 2,783 | 3,317 | 3,750 | 4,069 |
| Плече статичної остійн. $l$ , м     | 0,666 | 1,221 | 1,752 | 1,981 | 1,881 | 1,558 | 1,109 |

## Продовження табл. 4.9

| На прихід ( $T = 3,75$ м)        |       |       |       |       |       |       |       |
|----------------------------------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| Кути крену $\theta$ , °          | 10    | 20    | 30    | 40    | 50    | 60    | 70    |
| Плече остійності форми $l_f$ , м | 1,440 | 2,760 | 3,970 | 4,800 | 3,734 | 5,338 | 5,198 |
| Плече остійності ваги $l_e$ , м  | 0,755 | 1,488 | 2,175 | 2,796 | 3,332 | 3,767 | 4,088 |
| Плече статичної остійн. $l$ , м  | 0,685 | 1,272 | 1,795 | 2,004 | 1,841 | 1,571 | 1,110 |

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

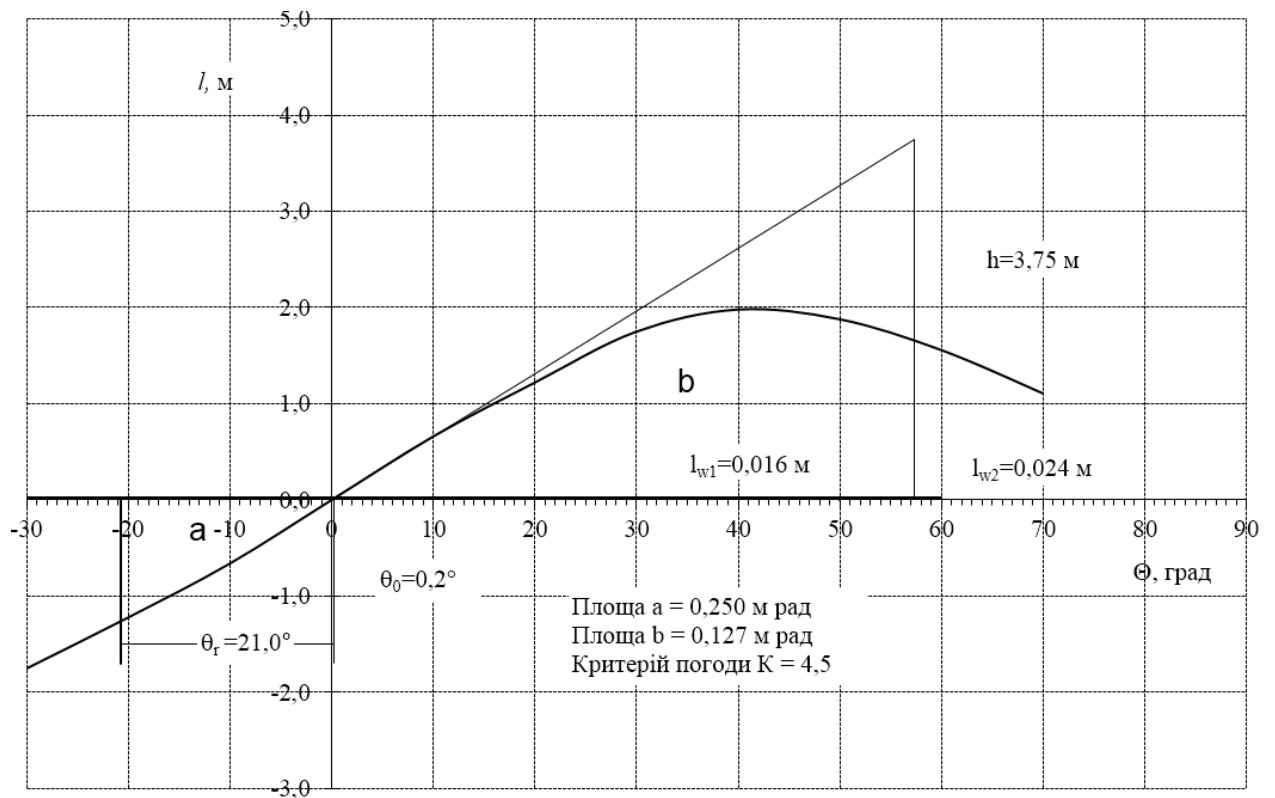


Рис. 4.2 - Діаграми остійності на відхід

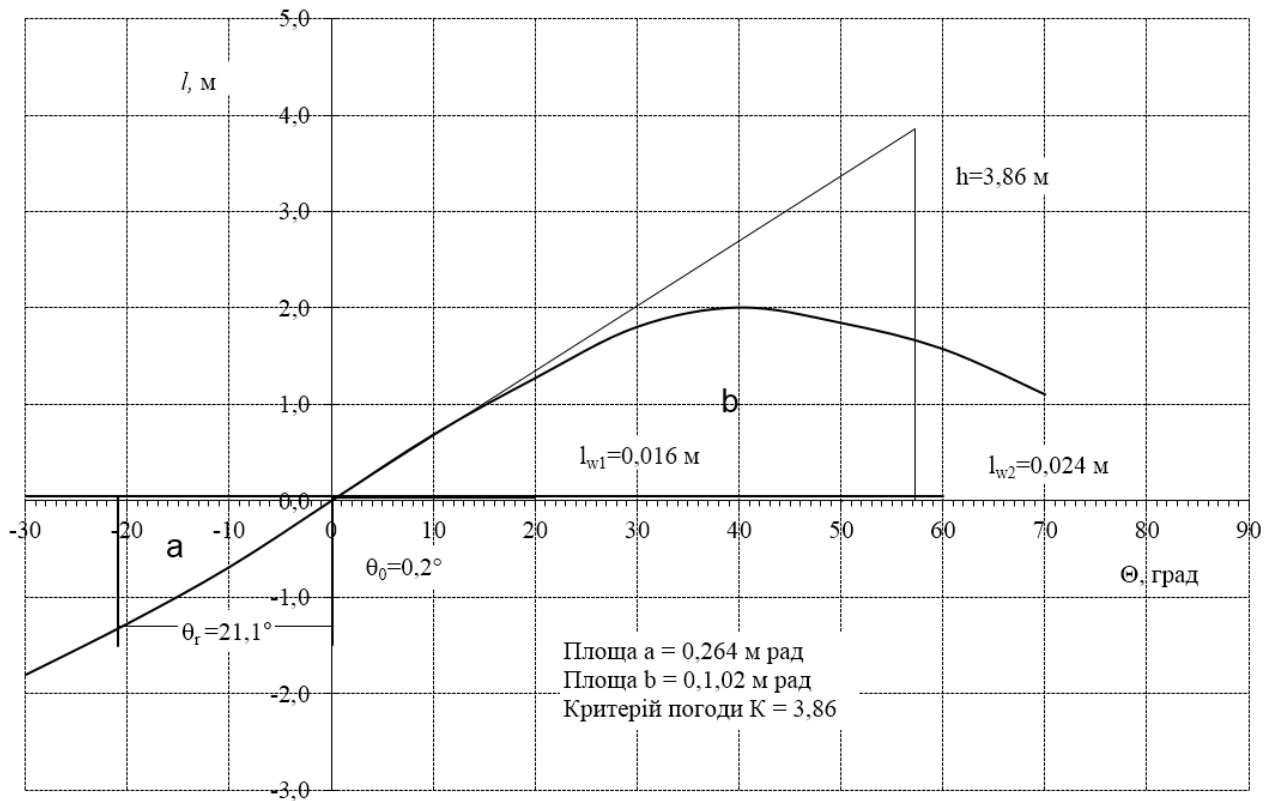


Рис. 4.3 - Діаграми остійності на прихід

#### 4.5. Розрахунки нормованих параметрів остійності

Рекомендовані критерії остійності непошкоджених суден ІМО містяться в International Code on Intact Stability for All Types of Ships Covered by IMO 2008 (ISC).

Остійність суден вважається достатньою, якщо задовольняються загальні для всіх суден вимоги до критерію погоди, кута крену від дії постійного вітру і діаграми статичної остійності (ДСО), а також додаткові вимоги для суден окремих типів.

Результати розрахунку нормованих параметрів остійності зведені в таблицю 4.10.

Таблиця 4.10 – Розрахунок нормованих параметрів остійності

| Найменування величин                            | Позначення і формули                           | Значення величин |        |
|-------------------------------------------------|------------------------------------------------|------------------|--------|
|                                                 |                                                | відхід           | прихід |
| Водотоннажність масова, т                       | D                                              | 7476             | 7419,7 |
| Осадка судна, м                                 | T                                              | 3,86             | 3,75   |
| Виправлена метацентрична висота, м              | h                                              | 3,75             | 3,86   |
| Площа парусності, м <sup>2</sup>                | A <sub>v</sub> (з Інформації)                  | 830              | 844,9  |
| Апліката центра парусності, м                   | z <sub>v</sub> (з Інформації)                  | 3,54             | 3,59   |
| Плече кренувального моменту від тиску вітру, м  | $l_{w1}=0,504 A_v z_v / (g D)$                 | 0,016            | 0,016  |
| Плече кренувального моменту від пориву вітру, м | $l_{w2} = 1,5 l_{w1}$                          | 0,024            | 0,024  |
| Відносна площа скулових кілей, %                | $100 A_k / (L B)$                              | 2,13             |        |
| Коефіцієнт                                      | k (з таблиці ISC)                              | 0,857            |        |
| Аргумент                                        | $\sqrt{h_0} / B$                               | 0,119            | 0,121  |
| Відносна ширина                                 | B/T                                            | 4,27             | 4,4    |
| Безрозмірний множник                            | X <sub>1</sub> (з таблиці ISC)                 | 0,800            | 0,800  |
| Коефіцієнт загальної повноти                    | δ                                              | 0,869            | 0,867  |
| Безрозмірний множник                            | X <sub>2</sub> (з таблиці ISC)                 | 1,000            | 1,000  |
| Інерційний коефіцієнт                           | $c=0,373+0,023B/T-0,043L/100$                  | 0,413            | 0,416  |
| Період хитавиці, з                              | $T_{\theta} = 2 c B / \sqrt{h_0}$              | 6,9              | 6,9    |
| Коефіцієнт                                      | S                                              | 0,0982           | 0,0982 |
| Коефіцієнт                                      | $r = 0,73 + 0,6 (z_g - T) / T$                 | 0,803            | 0,826  |
| Амплітуда хитавиці, °                           | $\theta_r = 109 k X_1 X_2 \sqrt{rS}$           | 21,0             | 21,3   |
| Кут заливання, °                                | θ <sub>f</sub> (з Інформації)                  | >60              | >60    |
| Кут входу палуби в воду, °                      | $\theta_d = \arctg(2(H - T) / B)$              | 11,2             | 12,0   |
| Кут крену від постійного вітру, °               | θ <sub>0</sub>                                 | 0,2              | 0,2    |
| Кут крену при хитавиці назустріч вітру, °       | $\theta_1 = \theta_{r \text{ IMO}} - \theta_0$ | 20,8             | 21,1   |
| Границя площі “b” ДСО справа, °                 | θ <sub>b</sub>                                 | 50               | 50     |
| Площа “a” діаграми, м-рад                       | a                                              | 0,2497           | 0,2649 |
| Площа “b” діаграми, м-рад                       | b                                              | 1,127            | 1,022  |
| Критерій погоди                                 | $K = b / a$                                    | 4,51             | 3,86   |

#### 4.6. Перевірка виконання рекомендованих ІМО критеріїв остійності

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

Таблиця 4.11 – Перевірка виконання рекомендацій ІМО

| Найменування величин                                    | Позна-чення        | Значення величин |        |        | Викон.<br>(YES/NO) |
|---------------------------------------------------------|--------------------|------------------|--------|--------|--------------------|
|                                                         |                    | норма-тивні      | відхід | прихід |                    |
| Загальні критерії:                                      |                    |                  |        |        |                    |
| Площа ДСО при крені до 30 <sup>0</sup> , м рад          | A <sub>30</sub>    | ≥ 0,055          | 0,483  | 0,499  | YES                |
| Площа ДСО при крені до 40 <sup>0</sup> , м рад          | A <sub>40</sub>    | ≥ 0,09           | 0,810  | 0,832  | YES                |
| Площа ДСО між 30 <sup>0</sup> і 40 <sup>0</sup> , м рад | A <sub>30-40</sub> | ≥ 0,03           | 0,327  | 0,333  | YES                |
| Найбільше плече стат. остійності, м                     | l <sub>30</sub>    | ≥ 0,20           | 1,752  | 1,795  | YES                |
| Кут максимуму діаграми, °                               | θ <sub>m</sub>     | ≥ 25             | 41,5   | 41,4   | YES                |
| Виправлена початкова метацентрична висота, м            | h                  | > 0,15           | 3,75   | 3,86   | YES                |
| Критерій погоди                                         | K                  | ≥ 1              | 4,51   | 3,86   | YES                |
| Кут крену від постійного вітру, °                       | θ <sub>0</sub>     | ≤ 15,0           | 0,2    | 0,2    | YES                |

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

#### 4.7. Перевірка загальної подовжньої міцності корпусу

Перевірку подовжньої міцності виконуємо по наближених формулах. Для розрахунку складової згинаючого моменту на міделі від сил дедвейту варто зробити розрахунок арифметичної суми моментів мас дедвейту (табл. 4.12).

Таблиця 4.12 – Розрахунок арифметичної суми моментів від мас дедвейту

| Найменування величин                            | Значення величин |          |
|-------------------------------------------------|------------------|----------|
|                                                 | відхід           | прихід   |
| Арифметична сума $M_x$ вантажів, тм             | 122204           | 122204   |
| Арифметична сума $M_x$ запасів, тм              | 3804,5           | 1163,6   |
| Арифметична сума $M_x$ постачання й екіпажу, тм | 2650             | 2650     |
| СУМА                                            | 128658,5         | 126017,6 |

Перевірка подовжньої міцності судна в рейсі з використанням наближених формул може бути представлена у формі табл.4.13.

Таблиця 4.13 – Перевірка загальної подовжньої міцності

| Найменування величин                       | Позначення і формули              | Значення величин |          |
|--------------------------------------------|-----------------------------------|------------------|----------|
|                                            |                                   | відхід           | прихід   |
| Числ. коефіцієнт для порожнього судна      | $k_n$                             | 0,126            |          |
| Момент від ваги порожнього судна, кНм      | $M_n = k_n D_0 L g$               | 324558           |          |
| Момент від сил дедвейту, кНм               | $M_{DW} = 1/2 g / M_x /$          | 631070           | 618116   |
| Коефіцієнт загальної повноти               | $\delta$                          | 0,869            | 0,867    |
| Числ. коефіцієнт для сил підтримки         | $k_{сп} = 0,0895 k_n + 0,0315$    | 0,1093           | 0,1091   |
| Момент від сил підтримки, кНм              | $M_{сп} = - k_{сп} D L g$         | -1082162         | -1072047 |
| Момент на тихій воді, кНм                  | $M_{изг} = M_n + M_{DW} + M_{сп}$ | -126534          | -129373  |
| Вид деформації                             | (перегин / прогин)                | прогин           | прогин   |
| Чисельний коефіцієнт                       | $k_0$                             | 0,0182           | 0,0182   |
| Допустимий момент на міделі, кНм           | $M_{доп} = k_0 B L^{2,3} g$       | 221518           | 221518   |
| Згинальний момент до допустимого в морі, % | $100 M_{изг} / M_{доп}$           | -57,1            | -58,4    |

Протягом усього рейсу загальна подовжня міцність корпусу забезпечена.

## **5. ДОСЛІДЖЕННЯ МОРЕХІДНИХ ЯКОСТЕЙ СУДНА**

### **5.1. Морехідність, її критерії та контроль в умовах рейсу.**

Кожне судно повинно мати певні морехідні якості. Від того, в якій мірі воно має такі якості, залежить морехідність судна, тобто безпека та ефективність його експлуатації.

Морехідні якості загалом надаються судну під час його проектування і будівництва. Розрахунки, пов'язані з проектуванням суден доволі складні і виконуються спеціалістами-кораблебудівниками.

Однак морехідні якості судна в процесі його експлуатації змінюються. Вони в значній мірі залежать від завантаженості судна – кількості і розподілу на ньому вантажу. Змінюючи цей розподіл, можна надати судну необхідні морехідні якості. Для цього судноводій повинен виконати необхідні розрахунки.

Морехідністю зазвичай називають здатність судна до безпечного плавання в умовах інтенсивного морського хвилювання і вітру з можливістю ефективного використання всіх бортових систем і механізмів. Іншими словами, морехідність – це комплекс властивостей, які забезпечують судну можливість виконувати своє призначення в заданих гідрометеорологічних умовах. Вона залежить від розмірів, архітектури і форми обводів, навантаження судна, співвідношення його розмірів і параметрів морських хвиль, від інтенсивності і курсового кута хвиль, швидкості судна і ряду інших факторів. Морехідність визначається плавучістю, остійністю, ходовістю, керованістю, непотоплюваністю, плавністю хитавиці судна. Однак поняття «морехідність» має більш вузький сенс ніж термін «морехідні якості». Воно об'єднує лише властивості судна, значущі під час плавання в умовах вітру і хвилювання. До них відносяться:

- хитавиця на хвилюванні;
- зумовлені хвилюванням і хитавицею напруги елементів корпусу, перенавантаження головного двигуна, пристроїв, механізмів;
- заливання і забризкування палуби та надбудов;
- оголення носової кінцівки днища і схильність до слемінгу;

- втрата швидкості через зростання опору руху судна і погіршення умов роботи гребного гвинта;
- зниження остійності і погіршення керованості;
- пристосованість людей до перебування в морських умовах.

Остання властивість визначається герметичністю приміщень, можливістю безперешкодного сполучення між надбудовами і відсіками в штормових умовах, ступенем захищеності екіпажу на відкритих місцях роботи від вітру, дощу, фізіологічної і психологічної здатності екіпажу виконувати свої функції.

Забезпечення морехідності. Морехідність судна забезпечується:

- конструктивно (формою корпусу; достатньою його загальною, місцевою міцністю і герметичністю; достатньою висотою надводного борту, відсутністю виступаючих частин за бортом; віддаленістю механізмів, люків трюмів, надбудов від форштевня; встановленням на баці хвильових відбійників для захисту об'єктів на палубі від хвиль та запобігання прийняття на неї великої маси води та ін.);
- правильним завантаженням (достатньою для плавання в штормових умовах остійністю, міцністю корпусу та ін.);
- діями судноводіїв і екіпажу перед рейсом і під час переходу (планування переходу і його коректування в рейсі, підготовка судна до штормових умов, вибором режиму руху, баластуванням та ін.).

Підготовка до плавання у штормових умовах. Для уникнення несприятливих наслідків поганої погоди екіпажем проводяться заходи для передчасної підготовки судна до плавання судна в штормових умовах. Перед виходом в море, незалежно від водотоннажності, району плавання і тривалості рейсу, переважаючих погодних умов, судно з вантажем на ньому, судновим знарядженням та інвентарем повинно повністю бути готовим до плавання в штормових умовах.

Заходи для забезпечення морехідності підготовленого до плавання в шторм судна включають в себе:

- рішення перед виходом в море (затримка в порту через погану погоду);

- передчасне рішення в рейсі до зустрічі зі штормом (зміна маршруту для попередження важких умов, зміна баластного стану);
- рішення в процесі плавання в штормових умовах (зміна швидкості або швидкості та курсу судна для зменшення інтенсивності несприятливих умов).

Чим раніше і надійніше можна передбачити поведінку судна в очікуваних погодних умовах, тим безпечніше й ефективніше можна виконувати експлуатацію судна).

Аналіз морехідності зазвичай включає три задачі:

- визначення параметрів, які характеризують зовнішні умови (головним серед яких є характеристика хвилювання);
- отримання характеристик реакції судна на зовнішній вплив;
- встановлення критеріїв, що дозволяють робити висновки про морехідність судна.

Параметри хвилювання можуть визначатися самим судноводієм; вибиратися з метеорологічних бюлетенів, що поступають від служб погоди, факсимільних карт; розраховуватися на основі вимірів параметрів хитавиці, прийматися з супутників. В майбутньому необхідні дані про хвилювання, включаючи його спектр, для всіх районів Світового океану будуть отримуватися практично в реальному часі на основі супутників, котрі з високою точністю виконують моніторинг земної поверхні.

Характеристики реакції судна на хвилювання отримуються шляхом прямих і непрямих вимірювань з використанням спеціальних приладів або розраховуються за параметрами хвилювання.

Вибір критеріїв морехідності, їхніх допустимих обмежень або методик розрахунку їхніх меж виконується з урахуванням віку судна на основі вивчення поведінки в умовах хвилювання конкретних суден з різною завантаженістю з використанням експертних оцінок і моделювання реакції судна на хвилювання.

Критерії морехідності. В умовах вітру і хвиль судно можна вважати морехідним, коли воно може нормально функціонувати впродовж часу без пошкоджень. Ознаками морехідності є спокійна хитавиця, відсутність

заливання, слемінга, розгону гребного гвинта, небезпечності перекидання, легкість в управлінні та ряд інших факторів. Величини, за якими можна вважати, що судно знаходиться в нормальному функціональному стані в умовах вітру і хвилювання, називають критеріями морехідності. Їх також називають показниками морехідності, функціональними або операційними критеріями безпеки. В якості показників морехідності можна використовувати багато параметрів реакції судна на хвилювання:

- амплітуди, швидкості і прискорення основних видів хвилювання;
- швидкості, прискорення, переміщення деяких частин корпусу;
- вірогідність заливання, слемінга, розгону гвинта;
- напруга елементів корпусу;
- показники роботи рушійної установки, рульового пристрою та інших величин.

Мінімальна сукупність показників, які повністю відображають властивості морехідності в умовах вітру і хвиль, називається вектором критеріїв морехідності. Безпечному стану судна відповідає область значень показників морехідності, яка має певні межі. Ці межі називають припустимими значеннями, рівнями ризику, операційними обмеженнями, нормами морехідності. Стан судна в умовах вітру і хвиль можна вважати морехідним, коли компоненти вектора критеріїв не виходять за операційні межі. Слід відмітити, що критерії морехідності характеризують ризик появи обставин, які призводять до пошкодження судна, вантажу і до інших небажаних наслідків, не відображаючи безпосередню небезпеку аварії, несправності механізмів, або псування вантажу.

Нажаль, неможливо відібрати конкретний постійний склад критеріїв, призначених для аналізу морехідності всіх суден. Для різних типів суден ці показники різні. Більш того, для одного і того ж судна при різних варіантах завантаження вони теж можуть бути неоднаковими. В загальному випадку склад вектора критеріїв морехідності і припустимі його межі залежать від типу судна, його завантаженості, віку та інших особливостей. Наприклад, для крупнотонажних танкерів і балкерів надзвичайні навантаження на корпус є

найбільш небезпечним наслідком впливу хвилювання. Тому для них основний критерій – вертикальний вигинаючий момент (VBM – vertical bending moment) в різних перерізах корпусу по довжині судна. У великих контейнеровозів окрім загального поздовжнього вигину в вертикальній площині через велике розкриття палуби небезпеку представляють деформації крутіння. Тому для цих суден дуже важливим є момент крутіння. Для пасажирських суден одним з важливих факторів експлуатації є комфорт умов для пасажирів. Для них одним з основних критеріїв нормального функціонування вважаються вертикальні прискорення в різних частинах судна, які являються головною причиною виникнення морської хвороби.

Для деяких суден основним компонентом вектора морехідності служить комбінований критерій. Його називають ефективним кутом бортової хитавиці і позначають  $\theta_F$ . Цей критерій враховує дію на вантаж гравітаційних сил і сил, виникаючих під час хитавиці судна від вертикальних, поперечних прискорень і нахилення. Поздовжні прискорення і диферент тут до уваги не беруться.

На конкретних критеріях і їхніх нормах засновані штормові діаграми і програмні продукти, призначені для контролю морехідності. Прикладом граничних рівнів безпеки для штормових діаграм є норми, рекомендовані відомим спеціалістом в області морехідних якостей суден Аертсеном:

- 3 удари днищем при слемінгу за час, який дорівнює 100 періодам кильової хитавиці;
- 7 заливань палуби баку за той же час;
- 25 оголень гвинта за цей же час;
- значна амплітуда 0,5g вертикального прискорення на носовому перпендикулярі;
- значна амплітуда 0,4g вертикального прискорення на ходовому містку
- значна амплітуда 30° бортової хитавиці.

Амплітуда хитавиці – це найбільше відхилення судна від положення рівноваги. Для характеристики бортової хитавиці можуть використовуватися її амплітуди різної забезпеченості. Для розрахунків морехідності користуються

елементами 3%-ої забезпеченості, за якою серед 100 хвиль лише у трьох розміри можуть перевищувати вказані обмеження. Амплітуда хитавиці  $\theta\sigma = \sigma\theta$  називається найбільш ймовірною. Її повторюваність складає 60,6%. Середня амплітуда хитавиці (математичне сподівання амплітуди)  $\theta \approx 1,25\sigma_\theta$  має забезпеченість 45,6%. Значна амплітуда  $\theta_{1/3}$  бортових коливань судна дорівнює  $\theta_{1/3} = 2\sigma_\theta$  і характеризується повторюваністю 13,5%.

Режими штормового плавання. Окрім конструктивних особливостей і завантаження на хитавицю судна впливають його курс і швидкість. Тому, коли умови функціонування виходять за межі, за умовами яких судно можна вважати морехідним, можна зменшити негативний вплив хвилювання на судно. Для забезпечення безпеки в таких випадках використовуються зазвичай два способи: змінюється режим ходу або режим плавання. Рідше переміщується баласт для зміни посадки судна.

Під режимом ходу мається на увазі вибрана частота  $n$  обертання ГФК (гвинта фіксованого кроку) або крок  $H_p$  ГФК і відповідна їй швидкість ходу  $V$ , тобто сукупність значень  $(n, V)$  або  $(H_p, V)$ . У спрощеному варіанті режимом ходу вважається швидкість судна. При зміні режиму ходу напрямок руху судна залишається постійним.

Режимом плавання в штормових умовах називається переміщення з певним  $n, V$  (або  $H_p, V$ ) і курсом відносно хвиль, тобто вектор  $(q, n, V)$  або  $(q, H_p, V)$  де  $q$  – курсовий кут хвиль. При спрощеному розгляді режим плавання визначається сукупністю значень  $(q, V)$ .

До зменшення швидкості ходу вдаються, щоб уникати сильних ударів хвиль, заливання (слемінга) або інших небажаних явищ. Курс і швидкість змінюють, коли необхідність забезпечення безпеки плавання примушує відмовитися від руху в заданому напрямку. Різниця між граничними і дійсними значеннями показника морехідності при даному режимі плавання називається запасом морехідності за цим параметром. Показник, за яким при заданому режимі плавання запас морехідності мінімальний, називається визначальним.

Таким в конкретних умовах може бути один або декілька параметрів. Безліч значень курсу і швидкості судна, за яких значення окремого критерію морехідності не виходять за рамки припустимих, називається зоною безпечних режимів плавання за цим показником.

Безпечним (сприятливим) режимом плавання в умовах хвилювання називають режим, при якому не виникає обставин, які можуть призвести до пошкодження судна, вантажу і до інших небажаних наслідків. Безліч можливих поєднань курсу і швидкості, за яких не виникає проблем, представляє собою область припустимих (безпечних) режимів плавання в умовах вітру і хвилювання. Ця область також може бути визначена як безліч режимів плавання, за яких стан судна морехідний. Як уже згадувалася, морехідність судна визначається вектором операційних критеріїв. Тому область припустимих режимів плавання може бути представлена як перетин безпечних зон за складовими вектора критеріїв морехідності.

Оптимальним режимом плавання в заданих гідрометеорологічних умовах називається припустимий режим, відповідний підходящому екстремуму критерію ефективності, що відображає основну ціль переходу.

Основні види контролю морехідності в рейсі. Забезпечення безпечного і ефективного плавання на хвилюванні – одна з важливих задач екіпажу судна. Не дивлячись на збільшення експлуатаційних вимог, покращення гідрометеорологічних умов, зростання розмірів судна, збільшення їхньої енергоозброєності, вдосконалення навігаційного обладнання, щорічно сотні морських суден потерпають аварії через шторм. Багато з них при виході в рейс були в задовільному морехідному стані і задовольняють розрахунковим критеріям безпеки з остійності і міцності. Аналіз свідчить, що до числа основних причин аварій відносяться неправильні рішення судноводіїв під час управління судами в складних гідрометеорологічних умовах і неповне знання ними морехідних якостей судна. Однак слід також визнати, що в основі незадовільності рішень що приймаються судноводієм нерідко лежать і труднощі отримання достатньо точної і повної інформації про стан зовнішньої середовища і

судна, відсутність часу на проведення розрахунків і підготовку обґрунтованих рішень. Достатньо повний для прийняття рішень контроль морехідності судна в процесі рейсу включає такі операції:

- вимір параметрів що характеризують стан судна і зовнішньої середи;
- розрахунок параметрів морехідності за даними про вітер і хвилювання;
- оцінку морехідності;
- обчислення елементів хвилювання за даними хитавиці;
- визначення областей припустимих режимів руху;
- знаходження оптимального режиму руху;
- розрахунок необхідного баластного стану судна;
- прогноз морехідності судна на очікувані умови плавання і ряд інших.

Традиційний контроль морехідності судна зазвичай засновується на виконаних судноводієм спостереженнях зовнішніх умов і поведінки судна, аналізу даних факсимільних карт погоди, використання існуючих рекомендацій, спрощених розрахунків і штормових діаграм. Висота хвиль та їхня довжина по традиційній оцінці морехідності визначається окомірно шляхом порівняння з розмірами корпусу судна при проходженні хвиль вздовж борту. Напрямок хвилювання встановлюється за допомогою пеленгатора. При знаходженні середнього удаваного періоду хвиль використовують пеленгатор і секундомір. Похибки таких замірів достатньо великі. Середня квадратична похибка висот хвиль складає  $\pm 25\%$ , напрямку їх руху -  $\pm(23-30)^\circ$ , періоду -  $\pm 1$ с. Середню (розрахункову) довжину хвилі отримують також за допомогою діаграми Ремеза за виміряними значеннями середнього удаваного періоду і курсового кута хвиль. Іноді довжина хвиль вимірюється за їхніми ехо-сигналами на екрані РЛС під час роботи на малій шкалі дальності. Фіксуючи час проходження гребенів хвиль через одну й ту саму точку екрану РЛС, оператор може виміряти й удаваний період хвиль. Однак в практиці судноводіння такі радіолокаційні визначення елементів хвилювання широкого застосування не знайшли.

Серед параметрів, що характеризують реакцію судна на хвилювання, при традиційній оцінці вимірюється амплітуда кутів бортової хитавиці та його

період. Однак показання застосовуваних для виміру кутів хитавиці маятникових кренометрів можуть значно відрізнятися від дійсних кутів крену. Період хитавиці вимірюється оператором за допомогою секундоміру.

Для розрахунку показників морехідності судна за даними про хвилювання і для прогнозування поведінки судна на частину шляху, що залишилася, традиційно користуються спеціальними діаграмами, факсимільними картами погоди і спрощеними розрахунковими залежностями. Отримання необхідної інформації з допомогою цих засобів потребує певного часу і відволікання судноводія від спостереження за навколишнім середовищем.

Частіше за все в традиційній методиці з метою забезпечення безпеки визначають лише резонансні зони, знаходячись в яких необхідно змінювати режим плавання через несприятливу хитавицю. Слід враховувати, що резонансна зона – не завжди ефективна оцінка несприятливих умов для судна. Інтенсивність резонансних явищ залежить від сили хвилювання, розмірів і форми корпусу судна, а також від його демпфуючих властивостей. При помірному хвилюванні в резонансній зоні енергії хвиль може бути недостатньо, щоб значення показників морехідності вийшли за операційні межі. Судна зі скуловими кілями, які мають великі демпфуючі властивості, кренуються менше і зазнають менші навантаження під час резонансу бортового хвилювання. Тому в дійсності небезпечні області значень курсу і швидкості судна в умовах хвилювання можуть бути як вузькими, так і ширшими за резонансні зони. Чисельна оцінка багатьох визначаючих морехідність параметрів тут не проводиться, що не дозволяє обирати оптимальний режим плавання в умовах вітру і хвилювання. В традиційній оцінці морехідності велику роль грає суб'єктивний фактор, тут досить важливі власні відчуття і досвід капітана. Капітан, не використовує пристроїв, розмірковує про плавність хвилювання, про надмірність прискорень корпусу і ударів хвиль, про небезпеку виникаючих в корпусі напруг та ін.

Аналізуючи традиційну методику контролю морехідності, можна відмітити наступні її недоліки:

- необхідність витрат часу судноводія на вимірювання і розрахунки;

- великі інтервали часу між спостереженнями, неможливість вимірювань параметрів хвилювання вночі;
- оцінка повного вектору морехідності;
- великі похибки вимірювань, розрахунків, суб'єктивних оцінок;
- значна роль суб'єктивного фактору як джерела можливих похибок, неможливість на основі досвіду ідентифікувати ряд несприятливих для судна ситуацій і отримувати кількісні оцінки;
- необхідність формування рішень на основі недостатньо повної і точної інформації.

Відмічені недоліки традиційної методики складають одну з причин неефективності рішень що приймаються з управління судном в штормових умовах.

Автоматизований контроль морехідності судна в процесі рейсу засновується на використанні комп'ютеру, вимірювачів параметрів руху і напруг елементів корпусу, програм для моніторингу, прогнозу морехідності судна, і виконання операцій. В даний час склалися всі умови для реалізації такого контролю на судах. Створені пристрої для вимірювання параметрів хвилювання, руху корпусу на хвилюванні, напруг елементів корпусу та ін. Розроблені електронні системи для контролю морехідності. Вони забезпечують безперервний аналіз морехідності судна в рейсі. Параметри хвилювання в цих системах розраховуються за допомогою комп'ютеру за даними про хвилювання і отримуються з інформації РЛС. Для вимірювання параметрів хитавиці застосовуються інерційні датчики лінійних і кутових переміщень, а також спеціальні супутникові пристрої. До інерційних пристроїв відносяться гіроскопічні датчики обертань і акселерометри, які заміряють лінійні прискорення. Існують і комбінації таких датчиків, так звані інерційні вимірювальні модулі (IMU – Inertial Motion Units), які вимірюють параметри руху об'єктів у всіх шести ступенях свободи.

Спеціальне бортове обладнання супутникових систем здатне визначати параметри всіх видів хитавиці. Головна ідея комп'ютерного контролю

морехідності судна складається в моніторингу параметрів її характеризують, в порівнянні їхніх значень з припустимими межами, в попередженні штурманського складу, коли поточні значення параметрів морехідності наближаються до операційних обмежень або перевищують їх. Додаткова система може виробляти рекомендації, як змінити курс і/або швидкість, щоб уникнути небезпечних ситуацій. Бортові комп'ютери дозволили використовувати для оцінки морехідності найбільш точні методи розрахунку реакції судна на вітрохвильовий вплив.

Використання пристроїв, що вимірюють достатню кількість характеризуючих морехідність параметрів, моніторинг їхніх значень, автоматизація розрахунків і вироблення рекомендацій, автоматичні попередження і сигналізація про виникаючі проблеми, дозволяють судноводію уявити повну і точну інформацію про морехідний стан судна, залишити більше часу на прийняття рішень, підвищити надійність і безпеку плавання.

Управління судном в шторм вимагає від судноводіїв знання і врахування всіх видів впливу вітру і хвиль на судно.

Вітер. Одним з факторів, що впливають на рух судна, є вітер. Він характеризується швидкістю і напрямом. Швидкість вітру виражається в метрах в секунду, в вузлах, або в балах шкали Бофорта. Напрямок представляється в градусах або в румбах. Рух повітря в атмосфері завжди турбулентний, внаслідок чого параметри вітру мають мінливість. Розрізняють середні і миттєві значення швидкості і напрямку вітру. У практиці судноводіння використовуються зазвичай середні значення елементів вітру, так як миттєві відчують сильні коливання. Різкі зміни швидкості вітру називаються поривами, а особливо найсильніші з них - шквалами. При шквалах вітер раптово і короткочасно (до декількох хвилин) різко посилюється, часто до штормового, і потім слабшає. Напрямок вітру при шквалах, як правило, змінюється.

Результат дії вітру на судно визначити точно важко. При слабкому зустрічному вітрі судно мало втрачає швидкість, і злегка збільшує її, коли такий вітер з корми. При сильному вітрі хід судна зменшується як при зустрічному, так

і при попутному вітрі. Причиною цього є дія хвилювання, яке розвивається при вітрі і збільшує опір руху судна. Зустрічний вітер може знизити хід судна з великою площею парусності на 40%. В загальному випадку вважається, що сильний вітер з носових курсових кутів зменшує швидкість середнетонажних суден на величину від 3 до 13%. При бортових кутах вітру втрати в  $1,5 \div 2,0$  рази менше, ніж при зустрічному вітрі тієї ж сили.

Вітер викликає також відхилення судна від лінії шляху. Величина вітрового дрейфу залежить від швидкості судна, бічної площі його парусності, сили і курсового кута вітру. У суден бічна площа парусності неоднакова.

Вітер не тільки змінює елементи руху судна, але й впливає на його керованість. Коли на переході морем судно йде повним ходом, дія вітру мало позначається на його здатності управлятися. При швартуванні, під час руху в вузькості і у відкритому морі малим ходом сильний вітер може стати причиною значного погіршення, і навіть втрати судном керованості. Для ряду суден пориви вітру та шквали в умовах шторму супроводжуються значними динамічними нахиленнями, які, складаючись з бортовою хитавицею, можуть привести до появи небезпечних кутів крену. Слід зазначити, що зі зростанням розмірів суден вплив вітру на їхню поведінку послаблюється.

Хвилювання. Морське хвилювання є головним фактором, який впливає на морехідність судна. Воно викликає хитавицю, збільшує гідродинамічні навантаження на корпус, зменшує упор гвинта і погіршує показники роботи головного двигуна, призводить до зростання зносу судна з лінії шляху. Плавання в умовах хвилювання може супроводжуватися такими негативними явищами як заливання палуби, слемінг, оголення лопатей гребного гвинта, зменшення остійності.

Дія хвилювання залежить від його інтенсивності, курсового кута, розмірів і форми корпусу судна, його швидкості. Зустрічне хвилювання зменшує хід судна. При слабкому попутному хвилюванні швидкість судна може трохи підвищитися. При помірному і сильному попутному хвилюванні швидкість судна знижується.

Слід відзначити, що досить важко відокремити в реакції судна на погодні умови результати впливу вітру і хвиль.

Види реакції судна. Виділяють наступні види реакції судна на хвилювання:

- коливальні рухи корпусу судна у всіх шести ступенях свободи (хитавиця);
- мінливі з частотою хвилювання напруги елементів корпусу, ударні навантаження;
- вібрації корпусу і його елементів;
- зміни, що мають постійний характер (зниження швидкості ходу, збільшення навантаження на двигун, дрейф і т.д.);
- несприятливі явища, такі як слемінг, заливання, оголення гвинта, брочинг і т.д.

При русі судна з постійною швидкістю  $v$  під довільним курсовим кутом  $\mu$  до набігаючого хвилювання враховані шість компонентів переміщення (рис. 5.1.):

три лінійних -  $\eta_1$  - поздовжньо-горизонтальне;

$\eta_2$  - поперечно-горизонтальне;

$\eta_3$  - вертикальне;

три кутових -  $\eta_4$  - поворот навколо осі X;

$\eta_5$  - поворот навколо осі Y;

$\eta_6$  - поворот навколо осі Z.

Дані компоненти мають наступні характеристики:

- бортова (Roll) - обертальні коливання навкруги поздовжньої осі, що лежить в діаметральній площині судна (змінний крен на правий і лівий борт);
- кільова (Pitch) - обертальні коливання навкруги поперечної осі судна, паралельній площині мідель шпангоута (диферент судна то на ніс, то на корму);
- вертикальна (Heave) - коливання уздовж вертикальної осі судна;
- поздовжньо-горизонтальна (Surge) - коливання уздовж поздовжньої осі судна;
- поперечно-горизонтальна (Sway) - коливання уздовж поперечної осі;
- рискання (Yaw) - обертальні коливання навкруги вертикальної осі.

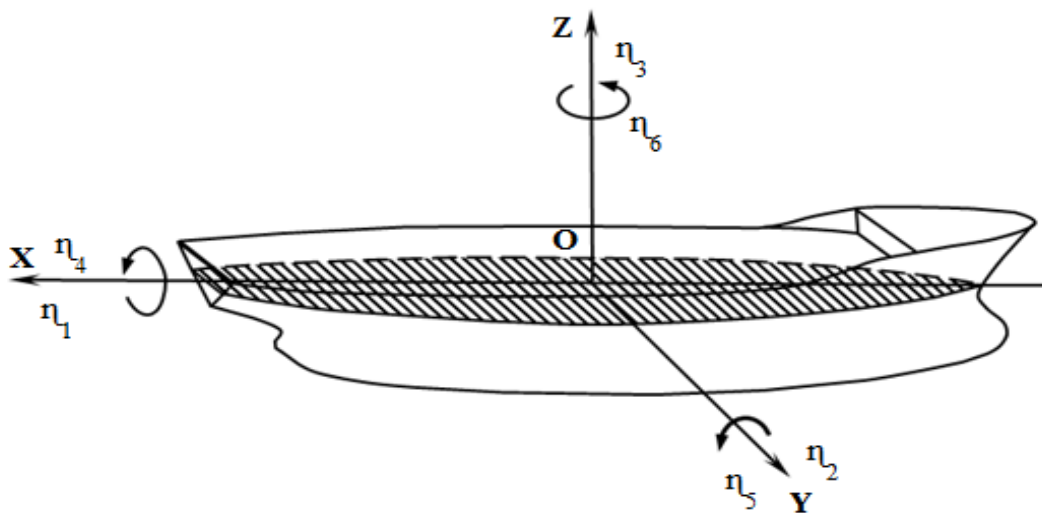


Рис. 5.1 - Види хитавиці

Основними видами хитавиці вважають бортову, кільову і вертикальну. Поздовжньо-горизонтальні, поперечно-горизонтальні коливання і рискання судна відносять до додаткових видів хитавиці.

Небезпека штормового плавання. Сильне хвилювання є серйозною перешкодою для плавання суден середнього і особливо малого тоннажу. Воно може стати причиною пошкоджень цих суден та вантажу що ними перевозиться. На великотоннажні морські судна з потужними двигунами штормова погода впливає набагато менше. Однак і для них в умовах сильного хвилювання складаються небезпечні ситуації. При плаванні судна в шторм можуть спостерігатися зменшення остійності, надмірні прискорення, днищевий і бортовий слемінг, заливання носової частини судна і прийом великих мас води на палубу, періодичне оголення лопатей гребного гвинта, підвищена вібрація, додаткові напруги в конструкціях корпусу. Всі ці проблеми пов'язані з хвилюванням моря і хитавицею судна, в першу чергу з її основними видами: бортовою, кільовою і вертикальною.

## 5.2. Характеристика хитавиці.

Особливості хитавиці. У судноводінні при розгляданні кутових коливань судна на хвилюванні виділяють бортову, кильову і бортову з кильової (змішану) хитавицю. Для того щоб судно було морехідним, його хитавиця повинна бути плавною і помірною. Крім того, на морехідність судна впливає і різниця фаз коливань судна і хвилювання, яка може бути сприятливою або погіршувати ситуацію.

Бортова хитавиця. Форми корпусу суден, співвідношення їх власних частот і звичайних частот хвилювання моря, як правило, такі, що бортові коливання є найнебезпечнішим видом хитавиці. Надмірна бортова хитавиця несе безпосередню небезпеку виникнення аварійних ситуацій. Найчастіше несприятливі щодо розмаху нахилень курсові кути до хвилі, близькі до  $90^\circ$ . Однак необхідно відзначити, що у суден з малою метацентричною висотою велика бортова хитавиця може виникнути на попутному хвилюванні ( $q = 135 \div 225^\circ$ ), особливо коли довжина судна близька до довжини хвилі. У деяких суден при  $q = 90^\circ$  бортові коливання при відсутності резонансу можуть бути помірними (судно легко сходить на хвилю і опускається до її підшви без великих кутів крену).

Коли судно в шторм розташовується лагом до хвилі, небезпеку може викликати резонанс бортової хитавиці. У цьому випадку коливання судна відстають по фазі на  $90^\circ$  від хвилювання. За такої умови на схилі хвилі (рис. 1.2, б) до інерційного моменту  $M_i$  додається значний кренуючий момент  $M_k$  від зсуву центру величини  $C$ , що призводить до збільшення швидкості і амплітуди хитавиці. В процесі хитавиці, рухаючись по схилу хвилі, судно досягає максимального крену на навітряний борт біля підшви хвилі (рис. 1.2, в). Наступна хвиля обрушує на палубу велику масу води, різко збільшує крен, вдаряє по палубним об'єктам, може призвести до їх пошкодження та порушення водонепроникності закриттів трюмів. Прийом води на палубу призводить до підвищення центру ваги судна і зменшення його остійності. При надмірних

нахиленнях судно може перевернутися. Перекидання суден під час шторму відноситься до найважчих аварій, так як відбувається майже миттєво і зазвичай супроводжується загибеллю всього екіпажу.

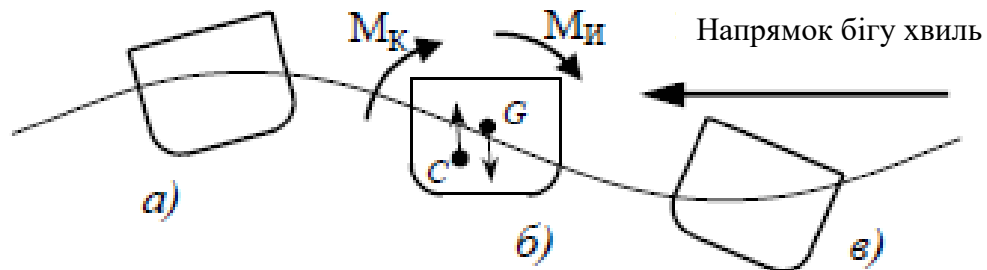


Рис. 5.2 - Схема бортової резонансної хитавиці

Внаслідок зсуву фаз між вертикальною хитавицею і хвилюванням середні за період значення моменту що нахилає на один та інший борт судна виявляються різними. Це призводить до несиметричної хитавиці, при якій середнє положення судна відхилено від вертикалі. У найбільшій мірі до несиметричної хитавиці схильні судна з високим розташуванням центру тяжіння. У них постійна складова нахилень спостерігається в сторону бігу хвиль.

Великі прискорення і кути бортової качки можуть бути причиною пошкоджень вантажів і їх зміщення. З метою зменшення інтенсивності бортової хитавиці при будівництві ряд суден забезпечується скуловими кілями, або іншими стабілізуючими пристроями, які збільшують демпфірування хитавиці.

У суден з нормальною остійністю бортова хитавиця зазвичай мінімальна при зустрічному і попутному хвилюванні.

Кільова хитавиця. По відношенню до кільової хитавиці вплив курсового кута хвиль зворотній в порівнянні з бортовими коливаннями. На хвилюванні з носа або з корми кільова хитавиця найбільш інтенсивна і найменша при бортових курсових кутах хвиль. Амплітуда кільової хитавиці зростає при резонансі та при близькості довжини хвилі до довжини судна, проте великих значень вона не досягає. Під час резонансу кільова хитавиця відстає по фазі на  $90^\circ$  від

хвилювання. На гребені хвилі судно «задирає» ніс, а потім змінює диферент на ніс, який досягає максимуму на підшві хвилі. У цей час наступна хвиля накочує велику масу води на палубу. «Зариваючись» у хвилю, судно зазнає значні навантаження на корпус і втрачає швидкість.

Сама по собі кільова хитавиця не загрожує безпеці судна, небезпечні супутні їй явища. При зустрічному хвилюванні істотно зростає опір руху судна, сильні удари хвиль, підвищені забризкування і заливання палуби, можуть спостерігатися оголення гребного гвинта, слемінг, виникають значні згинальні моменти і інші проблеми. При курсі по хвилі можливі небезпечне зниження остійності, погіршення керованості судна.

Бортова з кільової хитавиця виникає при косих курсових кутах хвилювання. При відсутності резонансу амплітуда бортової хитавиці тут менше, ніж при розташуванні судна лагом до хвилі. Відповідно зменшується і амплітуда кільових коливань в порівнянні з хитавицею на зустрічних і попутних хвилях. Коли судно зазнає надмірну бортову хитавицю при хвилюванні в борт або сильну кільову хитавицю на зустрічному хвилюванні, то для того щоб знизити ризик нерідко змінюють курс з розрахунком напрямку хвилі в скулу судна. В умовах змішаної хитавиці з'являються динамічно змінюючі обертальні моменти на корпусі судна, які при сильному хвилюванні можуть викликати а пошкодження суден з великим розкриттям палуби. При курсових кутах хвилювання від  $120^\circ$  до  $170^\circ$  спостерігається максимальна амплітуда хвильового нищпорення судна щодо утримуваного курсу.

Резонансні явища. Інтенсивність бортової, кільової, вертикальної хитавиці різко зростає в умовах резонансу. При поздовжньо-горизонтальній, поперечно-горизонтальній хитавиці та ризиканні це явище не виникає. Розрізняють основний і параметричний резонанс хитавиці.

При основному резонансі амплітуда хитавиці досягає максимального значення, коли частота  $\omega_K$  (період  $T_K$ ) власних коливань судна дорівнює уявній середній частоті  $\omega_e$  хвилювання. Відношення  $\varepsilon_K = \omega_e / \omega_K = T_K / \tau_e$  називають відносною (по виду хитавиці) уявною частотою хвилювання або показником

резонансу. Для бортової хитавиці цей показник буде позначатися  $\varepsilon_\theta$ , для кильової і вертикальної -  $\varepsilon_\psi$ ,  $\varepsilon_\zeta$  відповідно. Періоди  $T_\theta$ ,  $T_\psi$ ,  $T_\zeta$  власних бортових, кильових і вертикальних коливань судна наближено оцінюються за формулами:

$$T_\theta \approx CB/\sqrt{h_\theta} \quad (5.1)$$

$$T_\psi \approx 2,4\sqrt{T} \quad (2.2)$$

$$T_\zeta \approx 2,5\sqrt{T} \quad (5.3)$$

де  $B$ ,  $T$  - ширина і осадка судна,  $h_\theta$  - поперечна метацентрична висота,  $C \approx 0,7 \div 0,9$ . Коефіцієнт  $C$  зазвичай обчислюють при будівництві судна і вказують в «Інформації про остійність для капітана судна». Внаслідок близькості періодів  $T_\theta$ , і  $T_\psi$ , резонанс кильової хитавиці зазвичай супроводжується резонансом вертикальних коливань. Значне збільшення амплітуди хитавиці виникає не тільки при рівності, а й близькості  $\varepsilon_K$  до одиниці. Зазвичай це спостерігається, коли показник резонансу лежить в діапазоні від 0,7 до 1,3. Тому умовою основного резонансу хитавиці (бортової, кильової, вертикальної) є:

$$0,7 < \varepsilon_K < 1,3 \quad (5.4)$$

Максимуму резонансних явищ відповідає значення  $\varepsilon_K = 1$ . Під резонансною зоною розуміють область значень курсу і швидкості судна, в якій показник резонансу знаходиться в межах  $(0,7 \div 1,3)$ . Існує певна залежність між відношенням періодів (частот) і різницею фаз коливань судна і хвиль. При резонансі різниця фаз цих коливань становить  $90^\circ$ . Коли  $\varepsilon_K$  більше 1,3, зміщення між фазами хитавиці і хвиль менше  $90^\circ$ ; якщо  $\varepsilon_K < 0,7$ , то більше  $90^\circ$ .

Параметричний резонанс являє собою явище швидкого зростання кутів бортової хитавиці. Він з'являється, коли удаваний період хвилювання близький до половини періоду власних бортових коливань судна і центр ваги (ЦВ) судна досить віддалений від площини діючої ватерлінії. Якщо ж ЦВ розташований поблизу цієї площини, то хитавиця параметричного типу зазвичай не виникає. Особлива небезпека параметричного резонансу полягає в тому, що на тлі сприятливого штормування нахилення великої амплітуди можуть виникнути несподівано при проходженні групи хвиль з періодом, близьким до  $0,5 T_\theta$ . У

морській практиці відомі випадки зростання при параметричному резонансі амплітуди хитавиці від  $15^\circ$  до  $50^\circ$  менше, ніж за 6 хвилин. Умовою параметричного резонансу зазвичай вважається  $1,6 < \varepsilon_0 < 2,4$ , а його максимум припадає на значення  $\varepsilon_0 = 2$ .

Надмірні прискорення. В умовах кільової хитавиці, особливо при резонансі, можуть спостерігатися високі рівні вертикальних прискорень центру судна, бака і корми, що призводять до зростання амплітуди вертикального згинального моменту на корпусі і збільшують знос його конструкцій. При косих і бортових курсових кутах хвилювання значні як вертикальні, так і бічні прискорення в русі судна. Спільно з нахиленнями вони призводять до збільшення напруг в місцях кріплення вантажів і можуть стати причиною зміщення сипучих вантажів. Надмірні прискорення порушують нормальний режим роботи суднового устаткування, сприяють зсуву вантажу, погіршують умови роботи екіпажу. Для зменшення величини прискорень зазвичай навмисно знижується швидкість судна. Необхідність в цьому диктується або умовою зсуву вантажу, або величиною напруг в місцях кріплення, або інерційним впливом хитавиці на фізіологічний і психологічний стан людей.

Заливання. Рух судна, що зазнає хитавицю, може супроводжуватися додатковими проблемами, однією з яких є заливання - прийом великих мас води на палубу. При аналізі морехідності зазвичай розглядається заливання судна зустрічною хвилею через бак («зариваємість» у хвилю). Явище прийняття води на носову частину палуби судном на зустрічному хвилюванні, називається в англомовних джерелах «Green water». Таке заливання вважається сильним, коли довжина носової частини судна що покривається водою складає  $0,15L$  і більше. Якщо хвилі досягають палубної лінії в будь-якій точці по довжині судна і тільки деякі з них перевищують її, заливання вважається помірним. Заливання немає, коли вода не потрапляє на палубу.

Інтенсивність заливання залежить від стану моря, швидкості і курсу судна, його завантаження, форми корпусу, особливо носової частині. Найбільше заливання відбувається на зустрічному хвилюванні, коли судно з повним

вантажем і довжина хвиль близька до довжини судна. Умова максимального заливання на зустрічному хвилюванні, згідно з дослідженнями Р.Н.Ньютона, може бути представлено співвідношенням (5.5):

$$0,8 < (h\lambda / FL) < 1,2 \quad (5.5)$$

де  $h$ ,  $\lambda$  - висота і довжина хвилі;  $F$ ,  $L$  - висота надводного борту і довжина судна. З досвіду експлуатації морських суден встановлено, що заливання відсутнє при значеннях  $L/\lambda > 1,7$ . Для зменшення небезпечного заливання на зустрічному хвилюванні найбільш раціонально знизити швидкість судна або зменшити осадку носом. Зміною курсу можна піти від ударів носом об хвилю, але важко значно зменшити заливання, так як при косому хвилюванні може зрости амплітуда коливань кромки борта щодо рівня води.

Заливання палуби з'являється не тільки на зустрічному хвилюванні, а й при інших його курсових кутах, коли великі маси води можуть потрапляти на палубу з боку бортів, погрожуючи висадити фальшборт і нанести пошкодження об'єктам на палубі. На попутному хвилюванні заливання може відбуватися через корму. Наприклад, при проходженні на попутному дуже великому хвилюванні судно може відчувати сильну змішану хитавицю і приймати через борти і корму занадто багато води на палубу, чим створюється загроза розкриття вантажних люків і різних пошкоджень. Заливання також спостерігається при русі лагом до хвилі при режимі руху, близькому до резонансної зони. Особливо сильне воно в умовах резонансу.

Слемінг (від англ. Slam - ляскати) - явище удару днища носової частини корпусу об воду в процесі хитавиці при русі судна на зустрічних хвилях. Удар супроводжується здриганням корпусу внаслідок раптового наростання навантаження на днище і повільно затухаючої вібрації. Таку загальну вібрацію корпусу називають віпінгом. Розрізняють ще незатухаючу вібрацію (спрінгінг), обумовлену збудженням згинальних коливань корпусу під дією гідродинамічних тисків що періодично змінюються на зустрічних хвилях. Поява слемінгу залежить від розмірів судна, осадки носом, форми корпусу, стану моря, курсу і швидкості судна. Особливості слемінгу як фізичного явища визначаються в

основному спільним виконанням двох умов: оголенням днища і входом його в воду з досить великою вертикальною швидкістю відносно води.

Слемінгу неодмінно передуює оголення днища, виникаюче найчастіше при зустрічі з хвилями, близькими по довжині до судна. Гідродинамічні удари по днищу і загальна вібрація корпусу можуть бути причинами порушень місцевої і загальної міцності судна. Пошкодження зазвичай розвиваються повільно у вигляді накопичення пластичної деформації обшивки і елементів набору корпусу. Зовнішнім проявом ударів служить утворення потужних сплесків води уздовж борта у форштевня, що обрушуються на палубу у вигляді струйно-бризгових потоків.

Умова виникнення слемінгу. Слемінг з'являється при сильному хвилюванні з носових курсових кутів, коли:

- осадка носом менше  $0,04 \div 0,05$  довжини судна;
- удаваний період хвилювання близький до періоду власних кільових коливань судна;
- крутизна хвилі становить не менше 1:30;
- вхід днища в воду відбувається з вертикальною швидкістю, що перевищує  $(3 \div 4) \sqrt{L}$  м/с.

Слемінг зазвичай виникає у суден з малою осадкою носом (при плаванні в баласті або з неповним вантажем на зустрічному хвилюванні). Ймовірність небезпечних ударів тим вище, чим більше висота хвиль і швидкість судна. Спостерігаються вони на зустрічному хвилюванні в широкому діапазоні курсових кутів. Тому відхилення за курсом від чисто зустрічного руху не завжди є ефективним засобом проти слемінгу. Виключити небезпечні удари хвиль легше зниженням швидкості або збільшенням осадки судна носом. Щоб уникнути неприємних наслідків слемінгу, капітани зазвичай знижують швидкість судна. Вибір режиму ходу носить суб'єктивний характер. Він залежить від досвіду судноводія, а також від психологічного впливу на екіпаж струсів корпусу. Чим інтенсивніше хвилі і вітер, тим меншу швидкість можна допустити при постійній

осадці носом або тим більша осадка носом необхідна для збереження колишньої швидкості судна.

У штормових умовах на зустрічних і косих щодо хвиль курсах, особливо коли судно має великий розвал бортів, спостерігаються також удари хвиль в борт носової кінцівки судна. Таке явище називається бортовим слемінгом.

Віпінг (від англ. Whip - шмагати) являє собою пружні несталі коливання корпусу судна, викликані ударами його днища і бортів о воду і накатом води на відкриті ділянки палуб при русі на хвилюванні. Віпінг з'являється через випадкові інтервали часу, має характер згасаючих коливань з частотою першого тону вільної вібрації корпусу. Напруження в поздовжніх зв'язках, викликані віпінгом, накладаються на напруги від хвильових згинальних моментів. при несприятливих умовах плавання вони можуть бути причиною втомних деформацій і пошкоджень конструкцій корпусу.

При штормовій погоді підвищуються динамічні навантаження на лопаті гребного гвинта, на валопровід і на головний двигун. Значне збільшення опору руху судна в умовах хвилювання призводить до перевантаження рушійної установки і до необхідності зниження її потужності. Зміна занурення і оголення гребного гвинта супроводжується зниженням ефективності його дії, поперемінним розгоном і гальмуванням, значними коливаннями навантаження на гребному валу. Це надає негативний вплив на головний двигун, призводить до періодичного спрацьовування його захисту, вимагає обмеження його потужності. Змінні гідродинамічні навантаження, що діють на гвинт при хитавиці, можуть викликати вібрацію гребного валу і корми, призвести до несправності лопатей гвинта, конструкцій гребного валопроводу. Розгін і гальмування гвинта при його періодичному оголенні і зануренні несприятливі для гребних установок, особливо для широко поширених дизельних двигунів.

Швидкість судна на переході в штормових умовах менше швидкості на тихій воді через дві обставини: додаткового опору від хвиль, вітру і зниження ефективності рушія (природна втрата швидкості); зменшення режиму ходу самим судноводієм при виникненні небезпечних для судна і вантажу явищ

(вимушена або навмисна втрата швидкості). Для уникнення перенавантаження двигуна в умовах хвилювання знижують його потужність і, відповідно, швидкість руху.

Деформації корпусу. Під впливом зовнішніх сил будь-яке тверде тіло змінює свою форму - деформується. Деформація, що зникає з припиненням дії зовнішніх сил, які її викликали, називається пружною. При такій деформації всередині тіла виникають сили пружності, які прагнуть повернути тілу первісну форму. Величина цих сил пропорційна деформації тіла. Пружна сила, яка припадає на одиницю площі перетину тіла, називається напругою (механічною). Деформація є пружною, коли викликані зовнішньою силою напруги не перевищують межі пружності і/або тривалість її впливу невелика. Якщо ці умови не дотримані, то після припинення дії на тіло зовнішніх сил, воно не відновить повністю свою форму. Деформація тіла, яка не зникла після зняття навантаження, називається залишковою. Пружні деформації можуть бути дуже різні. Однак чимало з них можна звести до одного виду - розтягування (або стиску). При розтягуванні тіла напруги вважаються позитивними, а при стисненні - негативними. Загальні деформації корпусу. Під дією зовнішніх сил змінюється форма суднового корпусу. Деформації судна, розглянутого як балка змінного по довжині перетину, називаються загальними. Найбільш значними і небезпечними видами цих деформацій є поздовжній вигин і кручення. Здатність корпусу протистояти їм, не руйнуючись, називається загальною міцністю судна.

Загальний вигин - це деформація корпусу, при якій на палубі і на днищі судна виникають поздовжні напруження, причому на палубі знак цих напруг протилежний знаку на днищі. Загальний вигин особливо небезпечний для великотоннажних суден. Розрізняють два види такої деформації: прогин (sagging) і перегин (hogging). При перегині палуба розтягнута, а днище стисле, при прогині - навпаки.

В умовах хитамиці на курсах врозріз хвилі і по хвилі періодично змінюється величина і форма зануреної частини судна, а також швидкості і прискорення руху корпусу (рис. 5.3). Викликані цими обставинами знакозмінні динамічні

навантаження викликають вигин корпусу в вертикальній площині, а на косому хвилюванні, крім того, вигин в горизонтальній площині і скручування. Головною складовою зовнішніх сил вважається хвильовий момент що вигинає. Від його дії загальний вигин, властивий судну при тихій погоді, збільшується, особливо при попаданні судна з початковим прогином на підшву хвилі (або судна з перегином на її вершину). При певних умовах такі деформації виходять за межі пружних. В результаті в конструкціях корпусу можуть з'явитися залишкові деформації і ушкодження.

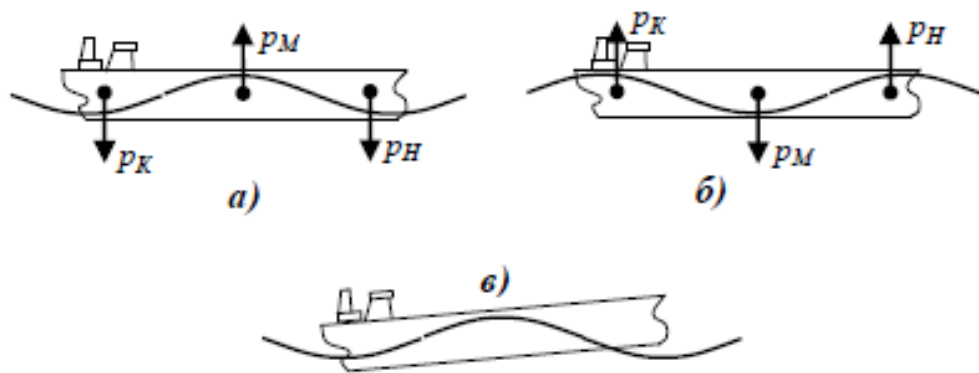


Рис. 5.3 - Положення судна під час поздовжньої хитавиці

Для великотоннажних суден (довжина більше 150 метрів) сильне зустрічне хвилювання може стати причиною втрати загальної міцності. На тихій воді напруги в поздовжніх зв'язках великотоннажного судна зазвичай невеликі, так як вага його поперечних секцій урівноважена силами підтримки води. При сильному хвилюванні довжина морських хвиль становить 130 ... 300 м і часто близька до довжини великотоннажного судна. В цьому випадку при знаходженні міделю судна на вершині або на підшві хвилі в середній частині і в кряях судна з'являється різниця між силами ваги і силами підтримки. Сумарні сили на корпус в кінцівках по напрямку протилежні силі в середній частині. Внаслідок цього корпус судна знаходиться під дією значного хвильового згинального моменту, який при русі судна щодо хвиль змінюється з великою амплітудою. Ця ситуація ускладнюється при оголенні країв судна при заливанні носової частини палуби.

На величину хвильового згинального моменту впливають також інерційні сили, обумовлені вертикальними прискореннями руху корпусу. Залежно від різниці фаз коливань судна і хвиль вони можуть збільшувати або зменшувати величину згинального моменту. Вигинаючий момент що змінюється з великою амплітудою призводить до значних коливань напруги в поздовжніх зв'язках, в обшивці палуби і днища в центральній частині судна, до появи в цих елементах залишкових деформацій. Наслідком може бути їх пошкодження, і навіть розриви, що призводять іноді до перелому корпусу.

Крутінням називається деформація корпусу під дією двох протилежно спрямованих поперечних моментів, прикладених до країв судна. Крутіння корпусу досягає максимальних значень при плаванні на косому хвилюванні. Такого виду деформація може виявитися небезпечною для суден з великим розкриттям палуб (контейнеровозів, балкерів).

Місцеві деформації. Крім схильності до загальних деформацій конструкції корпусу (набір, палуба, днище, борту) його окремі частини беруть участь в місцевому вигині під впливом локальних зусиль, таких як тиск вантажу, удари хвиль, і т.д. Слід зазначити, що сила тиску води на корпус при ударах хвиль може досягати  $38 \text{ т/м}^2$ . На хвилюванні місцеві напруги в певних частинах корпусу зростають. Наприклад, через вертикальні прискорення при хитавиці зростає тиск вантажу на палуби трюмів і твіндек. При слемінгу значно збільшуються гідродинамічні сили на обшивці носової частини днища, і т.д. Властивість елементів корпусу протистояти дії на них локальних навантажень, не руйнуючись, називається місцевою міцністю судна.

У конструкціях, що беруть участь в загальних і локальних деформаціях, викликані ними напруги складаються.

Інтенсивність коливань судна, викликаних хвилюванням, залежить головним чином від наступних факторів:

- висоти морських хвиль та їхньої форми (чим більше хвилі, тим інтенсивніше хитавиця);

- розмірів і демпфіруючих властивостей судна (чим більше розміри судна і вище його демпфіруючі властивості, тим менше інтенсивність коливань);
- різниці фаз між коливаннями судна і поверхні моря (найгірший варіант - різниця фаз  $90^\circ$ );
- співвідношення між періодами власних коливань судна і хвильового впливу на нього (стан резонансу при  $0,7 < \varepsilon_k < 1,3$ );
- співвідношення між довжиною судна  $L$  і переважної довжиною морської хвилі  $\lambda$  (найбільш несприятливо, коли  $\lambda = L$ ).

Слід також зазначити, що з ростом швидкості судна прискорення, швидкості, кутові і лінійні переміщення корпусу, сила ударів хвиль і інтенсивність інших несприятливих явищ в загальному випадку збільшуються.

### **5.3. Плавання суден в штормових умовах.**

Штормове плавання суден призводить іноді до несприятливих і навіть катастрофічних наслідків. Бортова хитавиця з великою амплітудою або зниження остійності на хвилюванні можуть привести до перекидання судна, а під впливом хвиль і кильової качки може статися перелом корпусу. Але і тоді, коли безпосередня загроза загибелі судна відсутня, при штормі виникають несприятливі явища, що ведуть до місцевих пошкоджень корпусу, аварій механізмів і порушення нормальної експлуатації судна: удари корпусу днищем про хвилі (слемінг), удари хвиль в розвал бортів в носовій частині і заливання палуби водою, зміщення недостатньо надійно закріплених або сипучих вантажів, змивання за борт палубного вантажу, підвищена вібрація, зниження швидкості через зростання загального опору води руху судна, неможливість утримання судна на курсі і розворот попутної хвилею (бровичинг), обмерзання судна при заливанні, погіршення живучоті і хвороблива фізіологічна дія на екіпаж і пасажирів.

Якщо в штормових умовах судно здатне безпечно плавати і виконувати відповідні його призначенням завдання, то вважають, що воно володіє задовільною морехідністю.

При забезпеченні безпечного плавання суден в процесі їх проектування враховуються, головним чином, ті умови штормового плавання, які можуть спричинити за собою втрату остійності і перекидання судна при спільному шквалистого вітру та інтенсивної бортовий хитавиці, а також загибель судна внаслідок втрати загальної міцності під дією хвиль і поздовжньої хитавиці.

Перекидання судів при штормі відноситься до катастроф найважчого характеру ще й тому, що відбувається майже миттєво і зазвичай супроводжується загибеллю всіх, хто знаходиться на борту.

Щоб уникнути небезпечних наслідків шторму судноводій змушений змінювати початкові режими руху: вибрати нову швидкість, перейти на інший курс щодо хвиль, лягти в дрейф або зробити можливе переміщення вантажу і баласту. В результаті змінюються фази і амплітуди хитавиці, остійність, навантаження на корпус, ходові та маневрені характеристики судна.

Розробка конкретних технічно обґрунтованих рекомендацій щодо вибору безпечного режиму штормового плавання являє собою досить складну проблему системної оцінки різних аспектів мореплавства судна. Необхідно визначити, в яких умовах і наскільки слід змінити швидкість, курс або посадку судна, щоб, з одного боку, безумовно забезпечити безпеку плавання, а з іншого - не допустити зайвої втрати ходового часу.

Конкретні технічні рекомендації по вибору безпечного режиму штормового плавання можуть бути обґрунтовані, таким чином, тільки на базі комплексного аналізу морехідних якостей судна, який представляє дуже складну задачу теорії корабля. Необхідність вирішення цього завдання давно привертала увагу фахівців. Починаючи з 30-х років в різних країнах для визначення безпечних режимів штормового плавання були запропоновані діаграми хитавиці і діаграми допустимої швидкості.

Діаграма Ремеза. В теорії хвиль глибина вважається великою, якщо вона перевищує половину довжини хвилі. У цьому випадку швидкість бігу хвиль буде відрізнятися менш ніж на 0,2% від швидкості бігу в необмежено глибокій рідині, прийнятій в розрахунок при побудові відповідної діаграми.

Однак з огляду на точність визначення періодів власних коливань судна, подібних періодів і використовувати її в практиці, якщо глибина перевищує чверть довжини хвилі. При цьому швидкість бігу буде відрізнятися від швидкості в необмежено глибокій рідині не більше ніж на 4,3%, що відповідає загальній точності вихідних даних.

З аналізу качки відомо, наприклад, що інтенсивність бортових і поздовжніх коливань судна залежить від різних характеристик хвилювання моря, геометрії судна і його завантаження, але основний вплив має співвідношення між періодом власних коливань судна і періодом сил, що обурюють. Тому при розробці штормових діаграм, що відображають небезпечні умови качки судна, як критерій мореплавства прийнято ставлення періоду вільних коливань судна  $T_c$  до середнього удаваного періоду хвилювання  $\tau$ . Прийнято, що безпечна зона лежить поза зоною резонансної качки  $0,7 < T_c / \tau < 1,3$ . Простота прийнятого критерію і його нормування дає можливість розділити вплив режиму руху і характеристик хвилювання (через  $\tau$ ), з одного боку, і характеристик судна (через  $T_c$ ) - з іншого. Ця обставина використана при виборі форми штормових діаграм Ю.В. Ремеза, які універсальні в тому сенсі, що ні залежать від індивідуальних особливостей судна. Універсальні штормові діаграми (рис. 5.4) служать для визначення режимних зон, в яких може знадобитися навмисна зміна курсу і швидкості судна через несприятливу хитавицю.

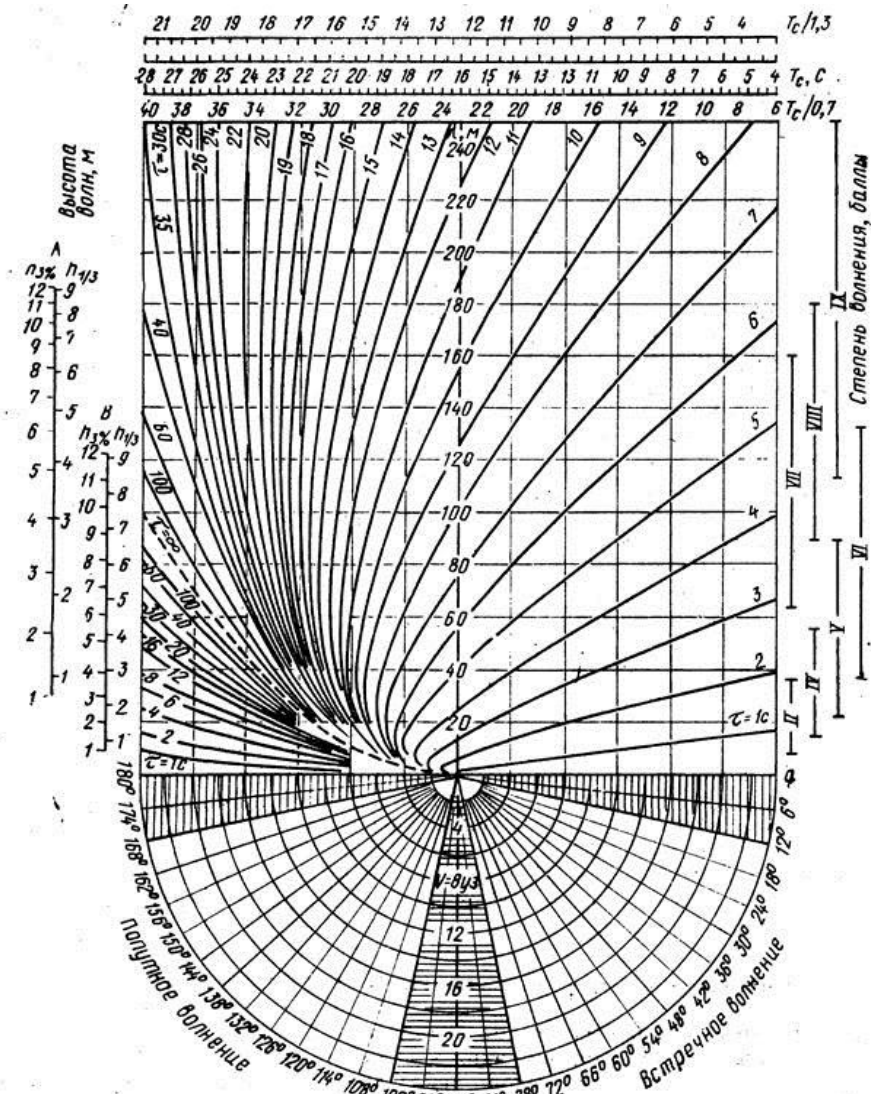


Рис. 5.4 – Універсальна діаграма Ремеза для великих глибин.

Діаграма Богданова (рис. 5.5), залежно від фактичної остійності судна та характеристик хвилювання, дозволяють встановити безпечні поєднання швидкостей та курсових кутів хвиль. Ними слід користуватися при такій висоті  $h_{3\%}$  і довжині попутних хвиль  $L$ , при яких їх несприятливий вплив на безпеку судна стає помітним. Область існування таких параметрів обмежена зовнішнім багатокутником, який наведено на допоміжній діаграмі на рис. 5.5. і встановлена залежно від відношення  $h_{3\%}/h_{3\%расч}$ , і  $\lambda/L$  ( $h_{3\%расч}$  - розрахункова висота хвилі 3-х процентної забезпеченості, яка визначається при довжині хвилі  $\lambda$  і за формулою або графіком, наведеним на цьому ж рисунку). Внутрішньому

заштрихованому багатокутнику відповідає область найбільш несприятливих, а також небезпечних для судна хвиль. У ній цифрами 1, 2 та 3 позначені параметри трьох таких хвиль заввишки  $h_b$  рівних відповідно  $h_{3\%расч}$ ,  $0,75 h_{3\%расч}$  і  $0,5 h_{3\%расч}$ , у яких кожного типового випадку навантаження побудовані діаграми безпечних швидкостей і курсових кутів хвиль. Таким чином, необхідність використання діаграм Богданова спочатку визначається за допоміжною діаграмою з метою оцінки параметрів несприятливих хвиль. Як зазначалося вище, ця діаграма дозволяє по відношенню довжини хвилі до довжини судна  $\lambda/L$  і по відношенню фактичної висоти хвилі 3-х процентної забезпеченості до розрахункової (найнесприятливішої) висоті хвилі 3-х процентної забезпеченості ( $h_{3\%}/h_{3\%расч}$ ) оцінити існують чи небезпечні або несприятливі умови при штормуванні на попутній хвилі. Для визначення  $h_{3\%}$  розраховуються внутрішні шкали допоміжної діаграми. Вхід у діаграму здійснюється за довжиною судна  $L$ , на внутрішній горизонтальній шкалі, від якої проводиться вертикальна лінія до кривої, розрахованої за формулою  $h_{3\%расч} = 0,22L^{0,715}$ , а від неї проводиться горизонтальна лінія до внутрішньої вертикальної осі, з якої знімається значення  $h_{3\%расч}$  (значення  $h_{3\%расч}$  можна безпосередньо розрахувати і за зазначеною формулою). Потім слід розрахувати відношення  $h_{3\%}/h_{3\%расч}$ , а також відношення довжини хвилі до довжини судна  $\lambda/L$ . За значеннями цих відносин, використовуючи зовнішнє оцифрування шкал, проводять горизонтальну та вертикальну лінії. Залежно від того, в якій області допоміжної діаграми знаходиться точка перетину проведених ліній, робиться висновок про наявність небезпечних або несприятливих умов, або ж про безпечні умови штормування на попутному хвилюванні. Якщо результат, отриманий за допоміжною діаграмою, вказує на наявність несприятливих або небезпечних умов штормування, слід скористатися основними діаграмами Богданова (за наявності їх в інформації для капітана), вибравши з них ту, що відповідає даному завантаженню судна і висоті хвилі 3-х процентної забезпеченості, що спостерігається. За допомогою цієї діаграми за значенням поперечної метацентричної висоти визначають безпечні курс та швидкість судна.

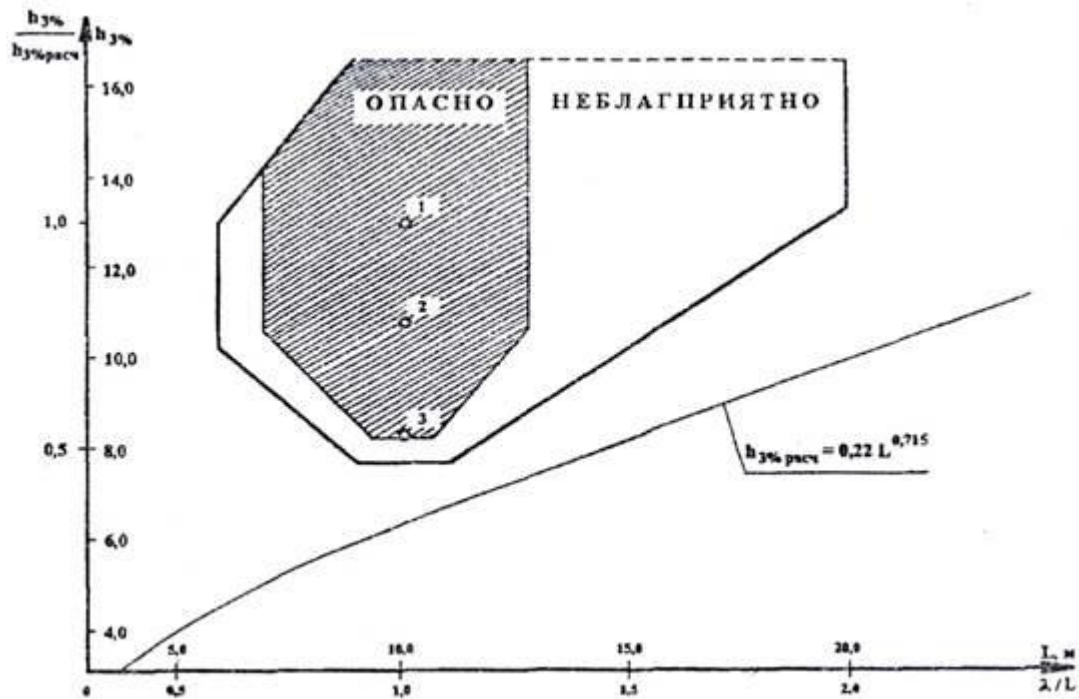


Рисунок 5.5 - Діаграма Богданова

Діаграма Ліпіса та Кондрікова. Діаграми призначені для оперативного визначення безпечного режиму руху судна в умовах вітру і хвиль. Режим руху судна характеризується його швидкістю, курсовим кутом хвилі, частотою обертання двигуна або кроком гвинта (для суден з гвинтами регульованого кроку), осадками носом і кормою. Враховуються такі умови штормового плавання:

- сила і напрямок вітру;
- інтенсивність і напрямок нерегулярного морського вітрового хвилювання;
- кильова, вертикальна і бортова хитавиця судна, зрушення фаз між ними і профілем набігаючих хвиль;
- додатковий опір руху судна внаслідок морського хвилювання і вітру;
- обмеження потужності головного двигуна по захисним параметрам;
- слемінг, небезпека якого оцінюється за умовами міцності дніщевих перекриттів корпусу;

- зниження ефективності роботи гребного гвинта;
- розгін гребного гвинта і двигуна при підсосі гвинтом повітря і оголення лопатей в процесі качки;
- заливання палуби судна;
- прискорення в процесі хитавиці.

Мета такої інформації - полегшити капітану прийняття обґрунтованих рішень щодо забезпечення безпеки судна при плаванні в несприятливу погоду. Оскільки розрахунковим шляхом принципово неможливо заздалегідь передбачити все розмаїття мінливих і складним чином взаємопов'язаних ситуацій штормових рейсів, передбачувана інформація служить допоміжним засобом, що не зв'язує ініціативу капітана і не звільняє його від відповідальності за прийнятті рішення.

Для діаграми обрано такі критерії морехідності:

- середнє число ударів  $n_{oc} = 0,2$  при слемінгу за час 100 періодів кильової хитавиці;
- середнє число випадків небезпечного струменево-бризгового заливання палуби  $n_{бз} = 3,0$  за час 100 періодів кильової хитавиці;
- середній тиск потоку на палубний вантаж при заливанні  $p_n$ , Па;
- середнє число спрацьовування захисту двигуна по частоті обертання при розгоні гвинта  $n_{op} = 0,1$  за 1 год;
- «значні» амплітуди абсолютних вертикальних прискорень носа  $a_{1/3} = 0,4$ .

В світовому флоті використовується діаграма ІМО (рис. 5.6).

Оцінка за допомогою візуального спостереження: Вахтовий офіцер повинен використовувати секундомір та вимірювати проміжок часу між утворенням пінної плями хвилею, що розбивається, та її повторною появою після проходження

хвильової западини.

2. Оцінка за діаграмою періоду зустрічного хвилювання:

- Швидкість судна у вузлах – зелена стрілка

- Судно та кут хвилі – червона стрілка
- Крива періоду хвилювання – оранжева стрілка
- Горизонтальна лінія від точки (швидкість судна, кут хвилі) до кривої періоду хвилювання – фіолетова стрілка
- Вертикальна лінія від точки (швидкість судна, кут хвилі, крива періоду хвилювання) до шкали періоду зустрічного хвилювання – голуба стрілка

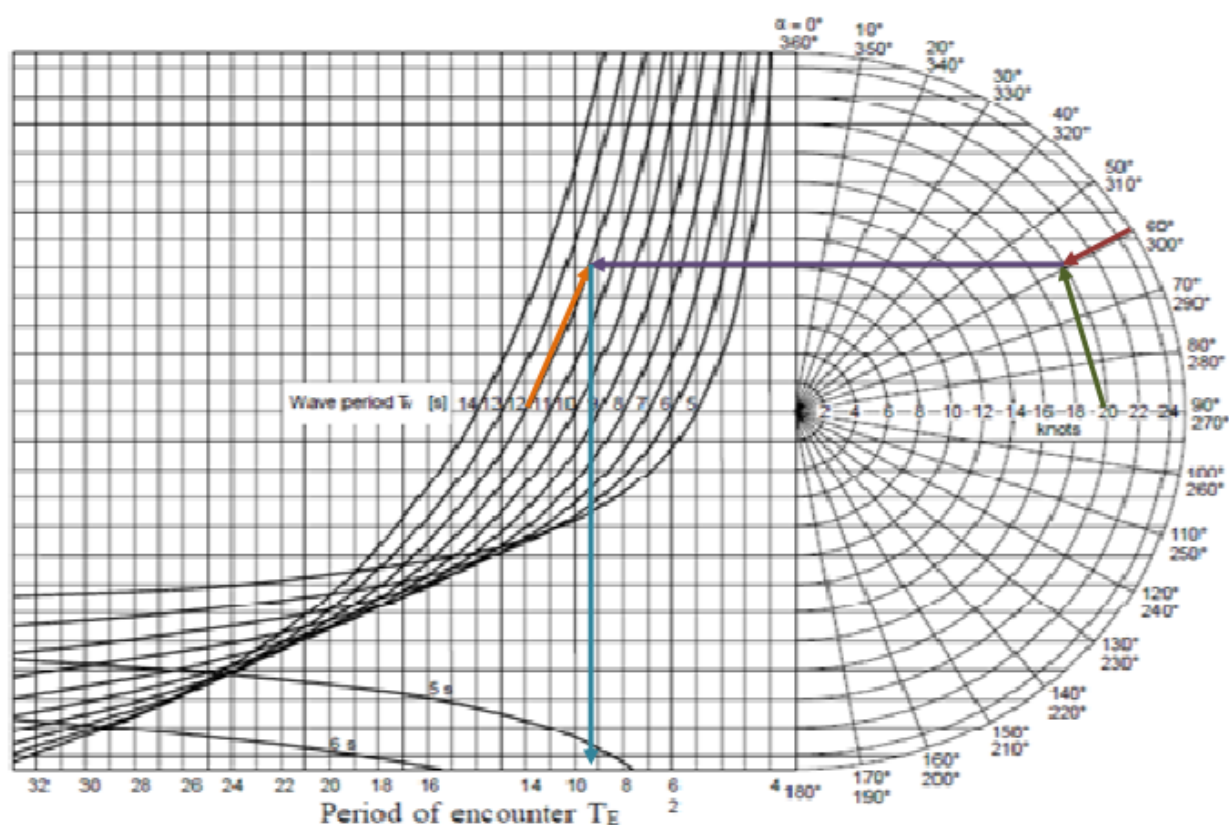


Рисунок 5.6 - Діаграма ІМО

Використання даних діаграм допомагає судноводіям вибрати безпечний курс і швидкість в штормових умовах.



Продовження табл. 6.1

| 1  | 2                               | 3                  | 4        | 5       |
|----|---------------------------------|--------------------|----------|---------|
| 12 | Балансова вартість судна        | $C_{бал}$          | \$       | 1753000 |
| 13 | Річна норма амортизації         | $H_a$              | %        | 10      |
| 14 | Позаексплуатаційний час         | $T_{зе}$           | діб.     | 15      |
| 15 | Чисельність екіпажу             | $\mathcal{C}_{ек}$ | чол.     | 13      |
| 16 | Час затримки в дорозі           | $t_{зат}$          | діб.     | 0,25    |
| 17 | Додатковий час в портах стоянки | $t_{дод}$          | доб.     | -       |
| 18 | Заробітна платня                | $R_{зн}$           | \$/доб   | 1800    |
| 19 | Витрати на технічне постачання  | $R_{т.пос}$        | \$/доб   | 170     |
| 20 | Навігаційні витрати             | $R_{нав}$          | \$/доб   | 100     |
| 21 | Портові збори                   | $R_{порт}$         | \$       | 18790   |
| 22 | Агентування суден               | $R_{аз}$           | \$/доб   | 100     |
| 23 | Витрати на страхування судна    | $R_{стр}$          | \$/доб   | 80      |
| 24 | Витрати на ремонт               | $C_{рем}$          | \$/мр.п. | 1300000 |
| 25 | Вартість одного доковання       | $C_{док}$          | \$       | 10000   |

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

1. Розраховуємо чисту вантажопідйомність судна:

$$D_q = D_w - G_{зан}, \quad (6.1)$$

$$D_q = 5534 - 81,0 = 5453 \text{ т}$$

2. Розраховуємо експлуатаційний період роботи судна:

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

де  $T_k$  - календарний період, приймаємо 365 діб;

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

3. Розраховуємо час рейсу:

- ходовий час:

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

$$t_x = 1821,9 / (12,9 \times 24) + 0,25 = 6,1 \text{ діб}$$

- стоянковий час:

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

$$t_{cm} = 5400 / 1200 + 5400 / 1200 = 9,0 \text{ діб.}$$

- час рейсу складе:

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

$$t_p = 6,1 + 9,0 = 15,1 \text{ діб}$$

4. Розрахуємо провізну спроможність судна:

- зроблено тонно-миль за рейс:

$$\Sigma QL = 5400 \times 1821,9 = 9838260 \text{ тонно-миль/рейс}$$

- зроблено тоннаже-миль за рейс:

$$\Sigma D_{\text{ч}} L = 5534 \times 1821,9 = 10082395 \text{ тоннаже-миль/рейс}$$

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

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

$$\Sigma F_{\text{рейс}} = 5400 \times 40 = 216000 \text{ $/рейс}$$

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

Постійні експлуатаційні витрати судна за добу розраховуємо за формулою:

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

- витрати на заробітну плату ( $R_{\text{зн}}$ ) 1400 \$/добу;

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

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

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

$$R_{\text{хар}} = 13 \times 12 = 156 \text{ $/добу;}$$

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

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

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

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

$$R_{рем} = ((10000 + 1300000) / 5) / 350 = 749 \text{ \$/добу}$$

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

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

$$R_{ам} = (1753000 \times 0,1) / 350 = 501 \text{ \$/добу};$$

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

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

де  $H_{сн}$  - норма постачання;

$$R_{сн} = (1753000 \times 0,02) / 350 = 100 \text{ \$/добу};$$

- витрати на технічне постачання ( $R_{т.нос.}$ ) 170 \\$/добу;
- навігаційні витрати, \\$/добу ( $R_{нав}$ ) 100 \\$/добу;
- портові збори ( $R_{порт}$ ) 18790 \\$/рейс;
- витрати з агентування ( $R_{аг}$ ) 100 \\$/добу;
- витрати на страхування ( $R_{стр}$ ) 100 \\$/добу.

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

$$R_{екс} = 1800 + 156 + 749 + 501 + 100 + 170 + 100 + 18790 / 15,1 + \\ + 100 + 100 = 5020 \text{ \$/ добу}$$

7. Розраховуємо непрямі (адміністративно-управлінські)

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

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

$$R_{кос.} = 5020 \times 0,02 = 100 \text{ \$/добу}$$

8. Знаходимо загальні постійні експлуатаційні витрати судна за добу:

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

$$R_{заг} = 5020 + 100 = 5120 \text{ \$/добу}$$

9. Знаходимо загальні постійні експлуатаційні витрати судна за рейс:

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

$$\Sigma R_{заг.екс} = 5120 \times 15,1 = 77312 \text{ \$/рейс}$$

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

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

$$R^m_x = k_{см} \cdot q_x \cdot Ц_m \quad (6.15)$$

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

$$R^s_x = 1,1 \times 5,2 \times 550 = 3146 \text{ \$/ добу}$$

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

$$R^s_{см} = k_{см} \cdot q_{см} \cdot Ц_{л} \quad (6.16)$$

$$R^s_{см} = 1,1 \times 0,5 \times 700 = 385 \text{ \$/ добу}$$

- витрати на паливо і мастильні матеріали витрати за рейс:

$$\Sigma R_{неп} = (R^m_x \cdot t_x) + (R^s_{см} \cdot t_{см}) \quad (6.17)$$

$$\Sigma R_{неп} = 3146 \times 6,1 + 385 \times 9,0 = 22656 \text{ \$/рейс}$$

11. Знаходимо загальні витрати судна за рейс:

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

$$\Sigma R_{рейс} = 77312 + 22656 = 99968 \text{ \$/рейс}$$

12. Знаходимо прибуток судна за рейс:

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

$$\Sigma П_{рейс} = 216000 - 99968 = 116032 \text{ \$/рейс}$$

Прибуток судна т/х «Arklow Villa» з порту Лас Пальмас в порт Сан Педро з вантажем шлам за рейс склав 116032 \\$/рейс.

## 6.2 Розрахунок якісних показників роботи судна в рейсі

Якісні показники роботи судна в рейсі розраховуємо за методикою:

1. Коефіцієнт використання календарного періоду:

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

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

2. Коефіцієнт завантаження судна:

$$\alpha_z = \frac{\Sigma Q}{\Sigma D_{\kappa}}, \quad (6.21)$$

$$\alpha_z = 5400 / 5453 = 0,990$$

3. Середньодобова експлуатаційна швидкість:

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

$$V_{cp} = 1821,9 / 6,1 = 299$$

4. Коефіцієнт ходового часу:

$$\varepsilon_x = \frac{t_x}{t_p}; \quad (6.23)$$

$$\varepsilon_x = 6,1 / 15,1 = 0,404$$

5. Продуктивність однієї тони вантажопідйомності судна в добу експлуатації:

$$\mu_{\kappa} = \alpha_z \cdot V_{cp.} \cdot \varepsilon_x, \quad (6.24)$$

$$\mu_{\kappa} = 0,990 \times 299 \times 0,404 = 119,58804$$

6. Валова прибутковість одних судно-днів:

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

$$\mu = 216000 / 15,1 = 14305 \text{ \$ / доба}$$

7. Собівартість перевезення однієї тони вантажу в рейсі:

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

$$S_m = 99968 / 5400 = 18,51 \text{ \$ / т}$$

8. Собівартість 1 тонно-милі в рейсі:

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

$$S_{m-m} = 99968 / 9846360 = 0,0101528 \text{ \$ / Т-м}$$

9. Собівартість утримання судна в добу експлуатації:

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

$$S_{с-с} = 99968 / 15,1 = 6620 \text{ \$ / доба.екс}$$

10. Рівень дохідності являє відношення доходів до витрат:

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

$$PF = 216000 / 99968 = 2,16$$

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

### 6.3 Прогнозування роботи судна, оцінка ефективності рейсу

1. Число рейсів за експлуатаційний період:

$$Ч_p = T_{екс} / t_p \quad (6.30)$$

$$Ч_p = 350 / 15,1 = 23,18$$

2. Обсяг перевезеного вантажу за експлуатаційний період:

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

$$\Sigma Q_{екс} = 5400 \times 23,18 = 125172 \text{ Т / рік}$$

3. Обсяг транспортної роботи за експлуатаційний:

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

$$\Sigma Ql_{екс} = 9846360 \times 23,18 = 228238625 \text{ Т-милі / рік}$$

4. Дохід за експлуатаційний період:

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

$$\Sigma F_{екс} = 216000 \times 23,18 = 5006880 \text{ \$ / рік}$$

5. Загальні витрати судна за експлуатаційний період:

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

$$\Sigma R_{екс} = 99968 \times 23,18 = 2317258 \text{ \$ / рік}$$

6. Прибуток судна за експлуатаційний період:

$$\Sigma \Pi = \Pi_p \cdot \mathcal{C}_p \quad (6.35)$$

$$\Sigma \Pi = 116032 \times 23,18 = 26896212 \text{ \$ / рік}$$

7. Рівень дохідності роботи судна за експлуатаційний період:

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

$$PF = 5006880 / 2317258 = 2,16$$

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

Таблиця 6.2 - Кількісні і якісні показники виконаного рейсу

| №<br>п/п | Найменування показників                              | Умовні<br>позначення | Одиниця<br>вимірювання | Значення  |
|----------|------------------------------------------------------|----------------------|------------------------|-----------|
| 1        | 2                                                    | 3                    | 4                      | 5         |
| 1        | Валовий дохід                                        | $F$                  | \$                     | 216000    |
| 2        | Затрати загальні                                     | $R$                  | \$                     | 99968     |
| 3        | Прибуток                                             | $\Pi$                | \$                     | 116032    |
| 4        | Коефіцієнт ходового часу                             | $\varepsilon_x$      |                        | 0,404     |
| 5        | Середньодобова<br>експлуатаційна швидкість           | $V_{cp}$             | милі/доб               | 299       |
| 6        | Дохідність судна                                     | $\mu$                | \$/ доб                | 14305     |
| 7        | Рівень дохідності                                    | $PF$                 |                        | 2,16      |
| 8        | Собівартість перевезення 1 т<br>вантажу              | $S_T$                | \$/т                   | 18,51     |
| 9        | Собівартість 1 т-милі                                | $S_{T-M}$            | \$/т-м                 | 0,0101528 |
| 10       | Собівартість утримання<br>судна за добу експлуатації | $S_{C-C}$            | \$/доб.                | 6620      |

В результаті проведених розрахунків, наведених у таблиці 6.2. слід зазначити, що виконаний рейс є прибутковим. Рівень дохідності 2,16,

прибуток 116032 \$ за рейс, а за експлуатаційний період прибуток складе 26896212 \$. Судно «Arklow Villa» доцільно використовувати на даній лінії.

## **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 «BALEARES» стоїть в порту Джорджтаун (Гайана) біля причалу No 8. Отримано повідомлення про інцидент з токсичною рідиною на танкері-хімовозі, що знаходиться біля причалу No 2 спеціалізованого перевантажувального комплексу для хімічних і наливних вантажів. В результаті терористичного акту сталося пошкодження системи контролю перекачки вантажу, що призвело до розливу сірковуглецю. Кількість розлитої токсичної рідини, що є сильнодіючою отруйною речовиною (СДОР), - 12 т. Характер розливу - «вільно». На території порту оголошена терористична загроза.

Метеорологічні умови на момент аварії: час доби - день, 15:00, температура повітря 20<sup>0</sup>, швидкість вітру 5 м / с, вітер - зустрічний, суцільна хмарність. Відстань до аварійного судна - 0,5 км. Характер місцевості - територія порту.

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

Визначити стандартні робочі процедури по залишенню судна після звершення терористичного акту, що призвів до незворотнього зруйнування судна.

### 7.1.2. Оцінка масштабів хімічного зараження території

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

#### 1) Визначення ступеня вертикальної стійкості повітря

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

Таблиця 7.1 - Визначення ступеня вертикальної стійкості повітря за прогнозом погоди

| Швид-<br>кість<br>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 |

2) Розрахунок еквівалентної кількості СДОР у первинній хмарі.<sup>[11]</sup> Кількісні характеристики викиду СДОР для розрахунку масштабів зараження визначаються за його еквівалентними значеннями.<sup>[11]</sup> При розливі

токсичних рідин первинна хмара не утворюється, тому еквівалентна кількість  $Q_{\Sigma 1}$  (т) речовини у первинній хмарі

$$Q_{\Sigma 1} = 0 \text{ т.} \quad (7.1)$$

Таблиця 7.2 - Характеристики СДОР і значення допоміжних коефіцієнтів.

| Найменування СДОР | Щільність СДОР, т/м <sup>3</sup> |        | Температура кипіння, °С | Порогова токсодоза, мг·хв/л | Значення допоміжних коефіцієнтів |       |       |                                 |     |     |    |     |
|-------------------|----------------------------------|--------|-------------------------|-----------------------------|----------------------------------|-------|-------|---------------------------------|-----|-----|----|-----|
|                   | Газ                              | Рідина |                         |                             | К1                               | К2    | К3    | К7 для температури повітря (°С) |     |     |    |     |
|                   |                                  |        |                         |                             |                                  |       |       | -40                             | -20 | 0   | 20 | 40  |
| Сірковуглець      | -                                | 1,263  | 46,2                    | 45                          | 0                                | 0,021 | 0,013 | 0,1                             | 0,2 | 0,4 | 1  | 2,1 |

3) Розрахунок площі розливу, тривалості вражаючої дії та еквівалентної кількості СДОР у вторинній хмарі. Площа розливу  $S_p$  (м<sup>2</sup>) сірковуглецю дорівнює:

$$S_p = \frac{V_p}{h} = \frac{Q_0/p}{h} = \frac{12/1,263}{0,05} = 190,02 \text{ м}^2 \quad (7.2)$$

де:  $V_p$  – об'єм сірковуглецю, що розлився, м<sup>3</sup>;

$Q_0 = 12$  т – кількість сірковуглецю, що розлився при аварії;  $\rho = 1,263$  т/м<sup>3</sup> – щільність сірковуглецю (табл. 7.2);

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

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

Тривалість вражаючої дії СДОР визначається часом, що потрібний на його випаровування з площі розливу, і часом, протягом якого триває спад його

концентрації до безпечного рівня після відходу хмари зараженого повітря від заданої точки.

Розраховуємо тривалість вражаючої дії  $T$  (год.) сірковуглецю:

$$T = \frac{h \cdot p}{K_2 \cdot K_4 \cdot K_7} + \frac{1}{K_m \cdot V_{\Pi}} = \frac{0,05 \cdot 1,263}{0,021 \cdot 2,34 \cdot 1} + \frac{1}{0,2 \cdot 29} = 1 \text{ год } 45 \text{ хв}$$

(7.3)

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

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

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

$K_m = 0,2$  – коефіцієнт, що враховує вплив місцевості на швидкість поширення хмари сірковуглецю (табл. 7.4);

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

Таблиця 7.3 - Значення коефіцієнту  $K_4$  залежно від швидкості вітру

| Швидкість<br>вітру( $u$ ), м/с | 1≤ | 2    | 3    | 4   | 5    | 6    | 7   | 8    | 9    | 10  |
|--------------------------------|----|------|------|-----|------|------|-----|------|------|-----|
| $K_4$                          | 1  | 1,33 | 1,67 | 2,0 | 2,34 | 2,67 | 3,0 | 3,34 | 3,67 | 4,0 |

Таблиця 7.4 - Значення коефіцієнту  $K_M$  залежно від впливу характеру місцевості

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

Таблиця 7.5 - Швидкість (км/год.) перенесення  $v_{\Pi}$  переднього фронту хмари зараженого повітря залежно від швидкості вітру

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

Розраховуємо еквівалентну кількість сірковуглецю  $Q_{\Sigma 2}$  (т) у вторинній хмарі за формулою

(7.4)

$$Q_{\Sigma 2} = (1 - K_1) \cdot K_2 \cdot K_3 \cdot K_4 \cdot K_5 \cdot K_6 \cdot K_7 \cdot I \cdot \frac{Q_0}{h \cdot p} = (1 - 0) \cdot 0,021 \cdot 0,013 \cdot 2,34 \cdot 0,23 \cdot 1 \cdot \frac{12}{0,05 \cdot 1,263} = 0,028 \text{ т}$$

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

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

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

$K_6 = N^{0,8} = 1^{0,8} = 1$  – 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 техно-логічних ємностях, сховищах і транспорті визначаємо за допомогою таблиці 7.6.

Таблиця 7.6 - Глибина (км) зони зараження

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

Так як первинна хмара відсутня, то для  $Q_{31} = 0,0$  т та швидкості вітру  $u = 5$  м/с глибина зони зараження буде дорівнювати:  $\Gamma_1 = 0,0$  км.

Для  $Q_{32} = 0,028$  т та швидкості вітру  $u = 5$  м/с визначаємо глибину зони зараження вторинною хмарию сірковуглецю:  $\Gamma_2 = 0,26$  км.

Визначаємо повну глибину зони зараження  $\Gamma_{\Sigma}$  (км), що обумовлена дією первинної і вторинної хмари СДОР за формулою (7.5)

$$\Gamma_{\Sigma} = \Gamma' + 0,5 \cdot \Gamma'' = 0,26 + 0,5 \cdot 0,0 = 0,26 \text{ км,}$$

де:  $\Gamma'$  - найбільший,  $\Gamma''$  - найменший з розмірів  $\Gamma_1$  і  $\Gamma_2$ .

Визначаємо гранично можливе значення глибини перенесення повітряних мас  $\Gamma_{\Pi}$  (км) за формулою (7.6)

$$\Gamma_{\Pi} = N \cdot v_{\Pi} = 1 \cdot 29 = 29 \text{ км.}$$

За остаточну розрахункову глибину зони зараження  $\Gamma$  (км) приймаємо менше з двох порівнюваних між собою значень  $\Gamma_{\Sigma}$  и  $\Gamma_{\Pi}$ :

$$\Gamma = \min \left\{ \begin{matrix} \Gamma_{\Sigma} \\ \Gamma_{\Pi} \end{matrix} \right\} = 0,26 \text{ км}$$

Визначаємо площу зони можливого зараження  $S_B$  (км<sup>2</sup>) хмарою сірковуглецю за формулою (7.7)

$$S_B = \pi \cdot \Gamma^2 \cdot \varphi / 360^0 = 3,14 \cdot 0,26^2 \cdot 45^0 / 360^0 = 0,026 \text{ км}^2,$$

де:  $\Gamma = 0,26$  км — розрахункова глибина зони зараження;  $\varphi = 45^0$  - кутовий розмір зони зараження (табл. 7.7).

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

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

Визначаємо площу зони фактичного зараження  $S_{\Phi}$  (км<sup>2</sup>) за формулою (7.8)

$$S_{\Phi} = K_8 \cdot \Gamma^2 \cdot N^{0,2} = 0,133 \cdot 0,26^2 \cdot 1^{0,2} = 0,009 \text{ км}^2,$$

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

5) Розрахунок глибин поширення хмари СДОР у вражаючих концентраціях при смертельному, важкому, середньому і легкому ураженні Територія можливого хімічного зараження представляє собою сектор, що має кутовий розмір  $\varphi = 45^0$  (табл. 7.7) і радіус, який дорівнює значенню розрахунковій глибині зони зараження  $\Gamma = 0,26$  км. Центр сектора співпадає з джерелом зараження – місцем розливу сірковуглецю. Бісектриса сектора співпадає з віссю сліду хмари та орієнтована по напрямку вітру.

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

Розраховуємо глибину зони смертельних уражень  $\Gamma$  (км) за формулою (7.9)

$$\Gamma_1 = \lambda * K_m * \left( \frac{Q_3}{D_1} \right)^{\Psi} = 1,34 * 0,2 * \left( \frac{0,028}{6} \right)^{0,542} = 0,0146 \text{ км}$$

де:  $\lambda = 1,34$ ;  $\Psi = 0,542$  – коефіцієнти, що залежать від швидкості вітру (табл. 7.8);

$Q_3 = Q_{31} + Q_{32} = 0,0 + 0,028 = 0,028$ т – загальна еквівалентна кількість СДОР, що перейшла в первинну і вторинну хмару;

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

Таблиця 7.8 - Коефіцієнти  $\lambda$  і  $\psi$ , що залежать від швидкості вітру

| Коефіцієнти | Швидкість вітру (u), м/с |       |       |       |       |       |       |       |
|-------------|--------------------------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
|             | 1 и меньше               | 2     | 3     | 4     | 5     | 6     | 7     | 10    |
| $\lambda$   | 3,73                     | 2,31  | 1,80  | 1,52  | 1,34  | 1,20  | 1,11  | 0,92  |
| $\psi$      | 0,606                    | 0,580 | 0,563 | 0,551 | 0,542 | 0,537 | 0,531 | 0,515 |

Розраховуємо глибину зони важких уражень  $\Gamma_{0,4}$  (км) за формулою (7.10)

$$\Gamma_1 = \lambda * K_m * \left( \frac{Q_{\text{э}}}{D_{04l}} \right)^{\Psi} = 1,34 * 0,2 * \left( \frac{0,028}{2,4} \right)^{0,542} = 0,024 \text{ км}$$

де:  $D_{0,4} = 0,4$   $D = 0,4 * 6 = 2,4$  мг.хв/л – значення токсодози, що відповідає 40% летальної токсодози для хлору.

Розраховуємо глибину зони уражень середньої важкості  $\Gamma_{0,2}$  (км) за формулою (7.11)

$$\Gamma_1 = \lambda * K_m * \left( \frac{Q_{\text{э}}}{D_{02l}} \right)^{\Psi} = 1,34 * 0,2 * \left( \frac{0,028}{1,2} \right)^{0,542} = 0,035 \text{ км}$$

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

Глибина зони легких уражень відповідає значенню розрахунковій глибині зони зараження  $\Gamma = 0,26$  км.

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

Час підходу хмари СДОР до заданого об'єкту  $t$  (год.) залежить від швидкості перенесення хмари повітряним потоком і визначається за формулою (7.12)

$$t = \left( \frac{x}{K_m V_{\Pi}} \right) = \left( \frac{0,5}{0,2 * 29} \right) = 0,086 \text{ год} = 5,17 \text{ хв}$$

де:  $x = 0,5$  км – відстань від джерела зараження до заданого об'єкту.

### 7.1.3. Висновки і рекомендовані заходи для зменшення людських втрат

Проведена оцінка масштабів хімічного зараження території в результаті аварійного розливу сірковуглецю на танкері-хімовозі «BALEARES» показала, що хмара зараженого повітря досягне межі житлової надбудови судна, де

укрився екіпаж, через 5,17 хв. В результаті утворення зони хімічного зараженого приміщення надбудови судна, де знаходиться екіпаж судна, потрапляють в зону важких уражень, що у свою чергу є серйозною загрозою для життя моряків. Це значною мірою ускладнює можливість проведення ефективних заходів по ліквідації наслідків розливу сірковуглецю.

При досить швидкому підході зараженого повітря до житлової надбудови дія вражаючих концентрацій хмари може тривати майже 1 год 45 хв. Сила вітру (5 м/с) забезпечує збереження вражаючих концентрацій на глибині до 0,26 км.

Для зменшення людських втрат пропонується виконати наступні заходи:

- якнайскоріше прибрати усіх людей з палуби всередину надбудови судна;
- по можливості максимально герметизувати усі приміщення в надбудові судна, в яких укритися екіпаж;
- використати наявні на судні дихальні апарати, при цьому забезпечити контроль часу знаходження людей в апаратах (захисна дія дихальних апаратів обмежена часом у 30 хв.);
- по можливості розгорнути судно за вітром, щоб хмара зараженого повітря рухалася в бік від надбудови судна;
- встановити контроль концентрації СДОР на відкритому повітрі і в повітрі приміщень судна;
- підготувати екіпаж до можливої евакуації.

## **7.2. Розподіл обов'язків та відповідальності щодо забезпечення охорони судна**

Розподіл обов'язків і відповідальності членів екіпажу, залучених до охорони судна, визначається наказом капітана. Перш за все, це відноситься до вахтового помічника капітана та персоналу палубної вахти, до вахтового

механіка та персоналу машинної вахти, до персоналу, відповідальному за своїм завідуванням.

Основним видом виконання судновим екіпажем службових обов'язків по забезпеченню охорони судна є суднова вахтова служба. Вахтовий помічник капітана є головним судновим вахтовим начальником, який очолює суднову вахтову службу. Він підкоряється тільки капітану і несе відповідальність за безпечну експлуатацію судна. З питань охорони судна вахтовий помічник капітана також підпорядковується особі командного складу, відповідальній за охорону судна, і виконує покладені на вахтового помічника обов'язки з охорони.

Зобов'язання та відповідальність вахтового помічника капітана:

- забезпечує постійне несення радіовахти, проводить регулярні перевірки зв'язку;
- при отриманні вказівки Адміністрації про зміну рівня охорони доповідає про це капітану та особі командного складу, відповідальній за охорону судна;
- спільно з особою командного складу, що відповідальна за охорону судна, організовує виконання вахтовим персоналом заходів з охорони для відповідного рівня охорони; при необхідності виділяє і залучає додатковий персонал;
- здійснює контроль ефективного виконання заходів з охорони, передбачених планом охорони судна; при наявності невідповідностей та недоліків вживає заходи щодо їх усунення, доповідає капітану та особі командного складу, відповідальній за охорону;
- організовує дії, спрямовані на підготовку судна до швидкого реагування на зміну рівня охорони (при встановленні рівня 2 або 3);
- проводить інструктаж вахтового персоналу з питань охорони і керує його діями.

Вахтовий механік очолює машинну вахтову службу. Він підпорядковується вахтовому помічникові капітана і несе відповідальність за

контроль та управління судновою енергетичною установкою і технічними засобами. З питань охорони судна вахтовий механік підпорядковується також особі командного складу, відповідальній за охорону судна, і виконує покладені на вахтового механіка обов'язки з охорони.

Зобов'язання і відповідальність вахтового механіка:

- виконує вказівки вахтового помічника капітана та особи командного складу, відповідальній за охорону судна, які стосуються підтримки відповідного рівня охорони або переходу на новий рівень охорони;
- організовує та забезпечує виконання заходів з охорони, передбачених планом охорони судна, із залученням персоналу машинної вахти.
- доповідає вахтовому помічнику та особі командного складу, відповідальній за охорону судна, про всі недоліки або невідповідності та вживає заходів щодо їх усунення;
- проводить інструктаж персоналу машинної вахти з питань охорони і керує його діями.

Загальне керівництво з вирішення всіх питань, пов'язаних із забезпеченням охорони, здійснює особа командного складу, відповідальна за охорону судна (офіцер з охорони судна). Особа командного складу, відповідальна за охорону судна, підзвітна капітану. Обов'язки з охорони судна додатково включені в коло вже існуючих прямих обов'язків суднового екіпажу.

## ВИСНОВОК

У даній дипломній роботі був розглянутий порядок виконання навігаційної підготовки до планування рейсу судна. По каталогу карт і книг проведений підбір карт, книг і посібників на перехід. Виконана робота дозволила провести навігаційне опрацювання переходу і забезпечення безпеки плавання при його виконанні.

Проведено розміщення вантажу по вантажним приміщенням і виконані розрахунок і перевірка остійності по вимогах ІМО. Проведена перевірка подовжньої міцності судна.

Розраховані кількісні і якісні економічні показники роботи судна в рейсі і виконаний порівняльний їх аналіз за рейс і за експлуатаційний період.

В цілому рейс є безпечним.

## СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Методичні вказівки для виконання магістерської роботи / Укл. І.І. Ворохобін та ін. – Одеса: НУ «ОМА», 2023. – 96 с.
2. Резолюція ІМО А.893 (21) –1999 «Керівництво по плануванню рейсу».
3. Рекомендации по организации штурманской службы на морских судах Украины (РШСУ-98).—Одесса: ЮжНИИИМФ, 1998.—111с.
4. Bridge Procedure Guide. - International chamber of shipping. 1998-87 p.
5. Конвенція и кодекс по підготці, дипломуванню моряків і несенню вахти (ПДМНВ-78/95) – International Convention on Standards of Training, Certification and Watchkeeping for Seafarers, 1978/95 (STCW-78/95)
6. Николаева Л. Л. Коммерческая эксплуатация судна: учебн. [для студ. высш. учебн. зав.] / Л. Л Николаева. – Одесса: Феникс, 2006. – 754 с.
7. Савчук В. Д. Технологія перевезення вантажів : підруч. / В. Д. Савчук. – Одеса: ВидавІнформ, 2008. – 335 с.
8. Сизов В.Г. Теория корабля: Учебник. Издание 4-е., переработанное и дополненное. – Одесса: Фенікс, 2008. – 464 с.
9. Code on Intact Stability for All Types of Ships Covered by IMO Instruments. Resolution A.267(85). -London: International Maritime Organization, 2008. - 109 p
10. Регістр Судноплавства України. Правила класифікації та побудови морських суден.: У 5-ти т. Том 2. - Київ: Регістр судноплавства України, 2016.
11. Егоров Г.В., Ильницкий И.А. Исследование ходовых качеств судна смешанного река-море плавания большой полноты с винторулевыми колонками // Судостроение и морская инфраструктура (Shipbuilding and Marine Infrastructure). – 2014. – N1 (1). - С. 37-52.
12. Офіціальний сайт компанії Schottel, [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <https://www.schottel.de/marine-propulsion/srp-rudderpropeller>.
13. <https://unctad.org/en/pages/> - Review of Maritime Transport 2019 (Обзор морского транспорта)

14. Винников В.В. Экономика предприятия морского транспорта (экономика морских перевозок): - 3 изд., перераб. доп. – О.: Феникс, 2011. – 944 с.
15. Дем'янченко А.Г., Сотниченко Л.Л. Вдосконалення організаційно-економічного механізму управління розвитком підприємств морської галузі / кол. монографія за ред. А. Г. Дем'янченко. – Одеса: НУ «ОМА», 2017. – 325 с.
16. Сотниченко Л.Л., Бабаченко М.В. Економіка водного транспорту: методичні вказівки розрахункової роботи. – Одеса: НУ «ОМА», 2017, с. 20.
17. Международная конвенция по охране человеческой жизни на море 1974 г. (СОЛАС-74)
18. Иванов Б.М. Основы охраны труда на морском транспорте: Підручник для студентів вищих навчальних закладів./ Б.М. Иванов, М.О. Колегаєв, Ю.І. Касилов, О.І. Иванов – Одеса: КОМПАС, 2003. – 416 с.
19. Колегаев М. А., Иванов Б.Н., Басанец Н.Г. Безопасность жизнедеятельности и выживание на море: учебное пособие - О., 2007. - 352 с.
20. Международная Конвенция МАРПОЛ-73/78. - ИМО, 2014. - 143 с.
21. Москальова В: Охрана труда: питання та відповіді. Довідник. Навчальний посібник/ Москальова В М: Батлук В А: Кусковець С Л: Филипчук В – Магнолія 2006, 2011.-438 с.
22. Терновский В. Б. Методические указания по выполнению раздела дипломной работы «Охранные мероприятия и гражданская оборона на судне» / В. Б. Терновский – Одесса: НУ «ОМА», 2015. – 75 с.