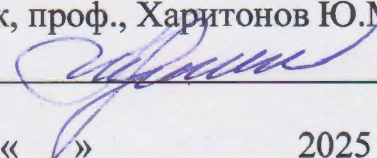


МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
Національний університет кораблебудування імені адмірала Макарова
Машинобудівний навчально-науковий інститут
Навчально-науковий центр морської інфраструктури

«Допущений до захисту»

Керівник ННЦМІ

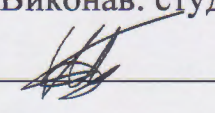
д-р техн. наук, проф., Харитонов Ю.М.


« » 2025 р.

КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА
на здобуття ступеня вищої освіти «бакалавр»

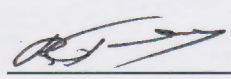
на тему: ТЕХНОЛОГІЧНЕ ПЛАНУВАННЯ ТЕРМІНАЛУ МОРСЬКОГО
ПОРТУ ДЛЯ НАВАЛОЧНИХ ТА НАСИПНИХ ВАНТАЖІВ

Виконав: студент 4641 групи

 Широких М.Р.

Керівник роботи:

асистент

 Голеншин В.В.

Миколаїв – 2025 р.

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
Національний університет кораблебудування імені адмірала Макарова
Машинобудівний навчально-науковий інститут

Навчально-науковий центр морської інфраструктури

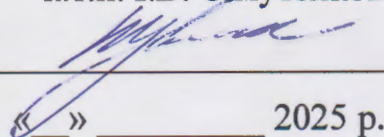
Спеціальність: 135 «Суднобудування»

Освітня програма: «Системотехніка об'єктів морської інфраструктури»

«ЗАТВЕРДЖУЮ»

Гарант освітньої програми

к.т.н. І.В. Сімутенков


«__» _____ 2025 р.

ЗАВДАННЯ
НА КВАЛІФІКАЦІЙНУ РОБОТУ
на здобуття ступеня вищої освіти «бакалавр»

Студента Широких Максима Романовича

1. Тема роботи: Технологічне планування терміналу морського порту для навалочних та насипних вантажів

Керівник роботи: асистент ННЦМІ Голеншин В.В.

Затверджено наказом ректора №299уч від 31.03.25 р.

2. Термін подання роботи: 15 червня 2025 р.

3. Вихідні дані по роботі: нормативні документи щодо проектування та експлуатації морських портів.

4. Перелік питань, що належать до розробки (найменування розділів)

1. Основні сучасні тенденції щодо розвитку інфраструктури для перевезення навалочних та насипних вантажів водним транспортом.

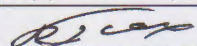
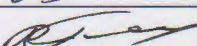
2. Сучасні технології переробки навалочних та насипних вантажів у портах та вимоги до проектування перевантажувальних комплексів.

3. Технологічне планування терміналу порту для переробки навалочних та насипних вантажів.

4. Техніка безпеки при переробці навалочних та насипних вантажів у портах.

5. Перелік презентаційних матеріалів: презентаційний матеріал складається зі слайдів, які містять титульний слайд, об'єкт, завдання роботи, тенденції щодо розвитку інфраструктури для перевезення навалочних та насипних вантажів, сучасні технології перевантаження навалочних та насипних вантажів, загальні вимоги до проектування терміналів навалочних та насипних вантажів, характеристика земельної ділянки для розташування терміналу, результати планування варіантів терміналу, порівняння варіантів та вибір найбільш раціонального.

6. Консультанти розділів роботи

Розділ	Прізвище, ініціали та посада консультанта	Підпис, дата	
		Завдання видав	Завдання прийняв
1.	асистент кафедри Голеншин В.В.		
2.	асистент кафедри Голеншин В.В.		
3.	асистент кафедри Голеншин В.В.		
4.	асистент кафедри Голеншин В.В.		

7. Дата видачі завдання «07» квітня 2025 р.

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

Номер	Назва етапів роботи	Терміни виконання етапів роботи	Примітка
1	Вибір теми	02.04.2025	
2	Визначення мети, завдань, об'єкта та предмета дослідження	14.04.2025	
3	Складання плану, підбір і опрацювання списку використаних джерел	04.05.2025	
4	Виконання кваліфікаційної роботи	15.06.2025	
5	Підготовка до захисту	18.06.2025	
6	Захист кваліфікаційної роботи	20.06.2025	

Студент  Широких М.Р.

Керівник роботи  Голеншин В.В.

Анотація

Темою кваліфікаційної роботи є технологічне планування терміналу морського порту для навалочних та насипних вантажів.

В роботі виконано аналіз світових тенденцій щодо використання та розвитку морської інфраструктури для перевезення навалочних і насипних вантажів та розглянута сучасна інфраструктура України для їх перевезення водним транспортом. Також в роботі наведені законодавчі вимоги до портової інфраструктури в Європейському союзі та Україні.

Зроблено опис технологій які використовуються для накопичення та перевантаження навалочних і насипних вантажів у портах і описано технологічне обладнання, що застосовується для цього.

Розглянута ділянка існуючого морського порту з метою створення спеціалізованого терміналу для переробки навалочних і насипних вантажів. Розроблено 3 варіанти просторового планування терміналу порту для переробки навалочних і насипних вантажів, та виконано їх зіставлення.

В останньому розділі розглянуто заходи з техніки безпеки при переробці навалочних і насипних вантажів у портах.

КЛЮЧОВІ СЛОВА: морська інфраструктура, морський порт, насипні вантажі, технології перевантаження, просторове планування.

Annotation

The topic of the qualification work is the technological planning of a seaport terminal for bulk cargo.

The paper analyzes global trends in the use and development of maritime infrastructure for the transportation of bulk cargo and examines the modern infrastructure of Ukraine for their transportation by water transport. The paper also presents legislative requirements for port infrastructure in the European Union and Ukraine.

A description of the technologies used for the accumulation and transshipment of bulk cargoes in ports is provided, and the technological equipment used for this is described.

A section of the existing seaport was considered with the aim of creating a specialized terminal for processing bulk cargo. Three variants of spatial planning of the port terminal for bulk cargo processing were developed, and their comparison was made.

The last section discusses safety measures when handling bulk cargoes in ports.

KEYWORDS: maritime infrastructure, seaport, bulk cargo, transshipment technologies, spatial planning.

ЗМІСТ

<i>ВСТУП</i>	8
<i>РОЗДІЛ 1. ОСНОВНІ СУЧАСНІ ТЕНДЕНЦІЇ ЩОДО РОЗВИТКУ ІНФРАСТРУКТУРИ ДЛЯ ПЕРЕВЕЗЕННЯ НАВАЛОЧНИХ ТА НАСИПНИХ ВАНТАЖІВ ВОДНИМ ТРАНСПОРТОМ</i>	10
1.1. Світові тенденції щодо розвитку інфраструктури для перевезення навалочних та насипних вантажів водним транспортом	10
1.2. Портова інфраструктури в Україні.....	13
1.3. Законодавчі вимоги до портової інфраструктури в Україні.....	16
1.4. Висновок до розділу 1	20
<i>РОЗДІЛ 2. СУЧАСНІ ТЕХНОЛОГІЇ ПЕРЕРОБКИ НАВАЛОЧНИХ ВАНТАЖІВ У ПОРТАХ ТА ВИМОГИ ДО ПРОЄКТУВАННЯ ПЕРЕВАНТАЖУВАЛЬНИХ КОМПЛЕКСІВ</i>	21
2.1. Основні вимоги до проектування терміналів для насипних і навалочних вантажів	21
2.2. Основні характеристики суден для транспортування вантажів, що перевозяться насипом та навалом	28
2.3. Основні характеристики навалочних вантажів.....	31
2.4. Технологічні схеми механізації вантажно-розвантажувальних робіт з вантажами відкритого зберігання.....	34
2.5. Визначення розрахункового вантажообігу та продуктивності обладнання терміналу	44
2.6. Висновок до розділу 2.....	61
<i>РОЗДІЛ 3. ПРОСТОРОВЕ ПЛАНУВАННЯ ВАНТАЖНОГО ТЕРМІНАЛУ ДЛЯ ПЕРЕРОБКИ НАВАЛОЧНИХ ВАНТАЖІВ</i>	62

3.1. Характеристика земельної ділянки для розташування вантажного району порту для переробки навалочних вантажів	62
3.2. Просторове планування варіантів терміналу для переробки навалочних вантажів	64
3.3. Висновок до розділу 3.....	69
<i>РОЗДІЛ 4. ТЕХНІКА БЕЗПЕКИ ПРИ ПЕРЕРОБЦІ НАСИПНИХ І НАВАЛОЧНИХ ВАНТАЖІВ</i>	<i>70</i>
Висновок до розділу 4.....	82
<i>ВИСНОВКИ:</i>	<i>83</i>
<i>СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ:</i>	<i>84</i>

ВСТУП

Актуальність теми дослідження. Подальша глобалізація світової економіки призводить до стрімкого зростання вантажних перевезень, найбільша частка яких здійснюється водним транспортом.

Морські та річкові порти є важливими елементом транспортування вантажів, від ефективності їх роботи в значній мірі залежить вартість та своєчасність надходження вантажів до споживачів.

Зростання транспортних вантажопотоків водним транспортом потребує у свою чергу і розвитку портової галузі, причому розвиток портової інфраструктури є доволі затратним та потребує багато часу.

Також зараз до морських та річкових портів висуваються додаткові законодавчі вимоги які пов'язані з енергетичною ефективністю їх роботи та екологічністю переробки вантажів. Це змушує власників портів модернізувати існуючі термінали та робити додаткові капіталовкладення в сучасне перевантажувальне обладнання.

Будівництво нових портів стримується не тільки значними капіталовкладеннями, а і відсутністю придатних земельних ділянок з береговими лініями з достатніми глибинами для руху суден.

Тому модернізація порту з метою інтенсифікації його роботи, за рахунок раціоналізації технологічних процесів та впровадження сучасного обладнання, є більш привабливою, а робота пов'язана з раціональним технологічним плануванням терміналу є актуальним науково-прикладним завданням.

Об'єктом дослідження є процеси переробки вантажів на спеціалізованому терміналі морського порту для навалочних та насипних вантажів.

Предметом дослідження є просторове компонування переробки вантажів на спеціалізованому терміналі морського порту для навалочних та насипних вантажів.

Метою дослідження є підвищення ефективності переробки вантажів на спеціалізованому терміналі морського порту для навалочних та насипних вантажів.

Основними задачами дослідження для досягнення поставленої мети є

- аналіз законодавчих та нормативних вимог щодо функціонування морських портів;
- аналіз технологічних процесів переробки вантажів на спеціалізованих портових терміналах для навалочних та насипних вантажів;
- аналіз сучасного технологічного обладнання для перевантаження навалочних та насипних вантажів;
- компонування варіантів розташування технологічного обладнання та допоміжних споруд на ділянці, яка відведена для створення спеціалізованого терміналу морського порту для навалочних та насипних вантажів;
- зіставлення розроблених варіантів компонування та розробка рекомендацій щодо технологічного планування спеціалізованого терміналу морського порту для навалочних та насипних вантажів на наявній ділянці.

Методи дослідження. Науково-прикладна задача вирішувалась в рамках новітніх концепцій та сучасних методологій теорії системного аналізу, статистичних досліджень, математичного моделювання та інформаційних технологій.

Структура роботи: бакалаврська робота складається зі вступу, чотирьох розділів, висновків, переліку використаних джерел з 19 найменувань. Загальний обсяг бакалаврської роботи складає 86 сторінок, містить 18 рисунків та 13 таблиць.

РОЗДІЛ 1. ОСНОВНІ СУЧАСНІ ТЕНДЕНЦІЇ ЩОДО РОЗВИТКУ ІНФРАСТРУКТУРИ ДЛЯ ПЕРЕВЕЗЕННЯ НАВАЛОЧНИХ ТА НАСИПНИХ ВАНТАЖІВ ВОДНИМ ТРАНСПОРТОМ

1.1. Світові тенденції щодо розвитку інфраструктури для перевезення навалочних та насипних вантажів водним транспортом

У глобалізованій економіці сировина та товари повинні долати більші відстані і у великій кількості. Порти є основними воротами для потрапляння товарів до країн. Вони забезпечують інфраструктурний зв'язок між морською та наземною логістичною транспортною мережею.

Порти зв'язують різні логістичні транспортні системи, забезпечуючи інтермодальність перевезень різних товарів.

Зі зростанням глобалізації ринків порти та припортова інфраструктура відіграють дедалі більшу роль у розвитку країн, що підкреслює важливість та необхідність їхньої модернізації для задоволення зростаючого вантажопотоку.

Важливість добре функціонуючих морських портів для промислової діяльності, торгівлі товарами, глобалізованих виробничих процесів та економічного зростання неможливо переоцінити. Світові порти обробляють понад 80 відсотків світової торгівлі товарами за обсягом та понад дві третини її вартості. Як ключові вузли у світових транспортних ланцюгах, що забезпечують доступ до ринків, підтримують ланцюги поставок та пов'язують споживачів і виробників, порти постійно перебувають під тиском, змушені адаптуватися до змін в економічному, інституційному, регуляторному та операційному середовищі [4].

Зростаючі конкурентні сили, що впливають на порти, підкреслюють необхідність підвищення рівня ефективності, що виходить за рамки таких критеріїв, як оптимізація операцій, скорочення витрат, ефективність використання часу та сприяння торгівлі [4].

Необхідність модернізації портових терміналів потрібна для врахування зовнішніх факторів, що впливають на їхню життєздатність, включаючи національну конкуренцію на світових ринках, зміни в портових та транспортних технологіях, а також посилення конкуренції між портами.

Тенденції зростання світових перевезень основних навалочних вантажів (див. табл. 1.1 та рис. 1.1) також стимулюють власників портів до впровадження більш ефективних технологій модернізуючи портову інфраструктуру.

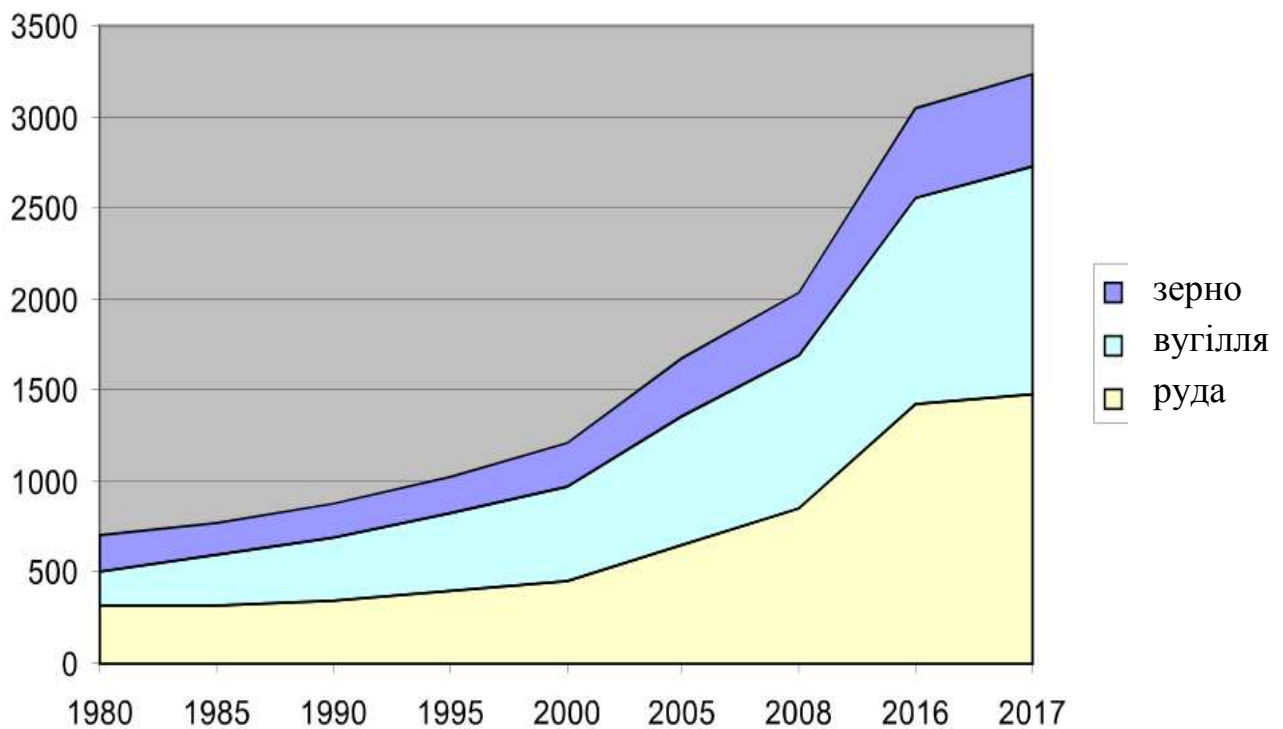


Рисунок 1.1 – Зміни світових обсягів перевезень основних навантажувальних вантажів морем за роками у млн т

Статистичні дані щодо судозаходів у порти різних типів суден та час їх перебування у портах наведені на рисунках 1.2 та 1.3 відповідно.

Таблиця 1.1 – Світові обсяги морських перевезень основних навалочних вантажів

Рік	Обсяг перевезень, млн т/рік	Темп приросту до попереднього року, %
2011	2392	5,89
2012	2594	8,44
2013	2761	6,44
2014	2988	8,22
2015	2961	0,90
2016	3041	2,70
2017	3196	5,10
2018	3210	0,44
2019	3227	0,53

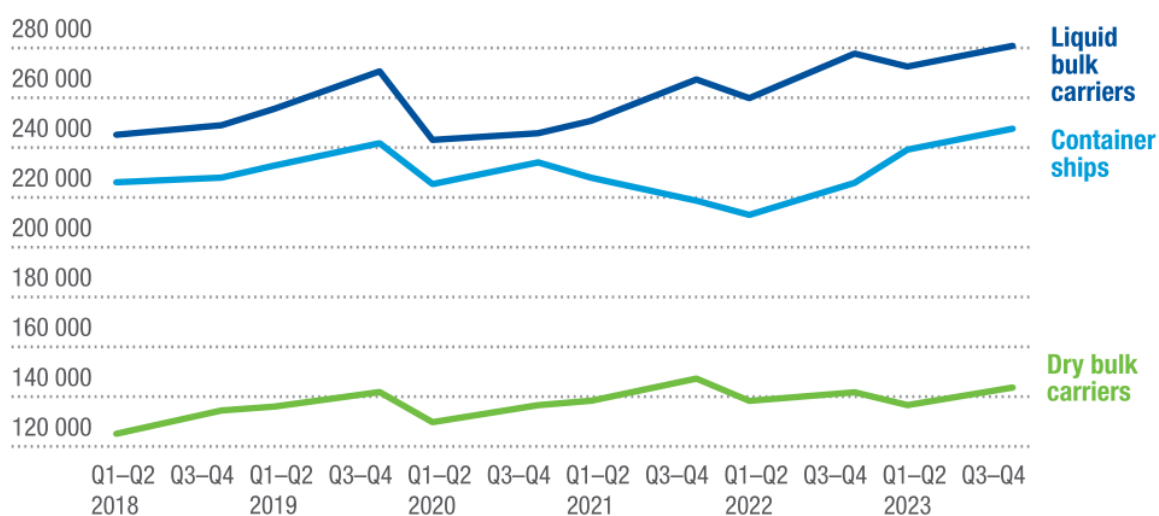


Рисунок 1.2 – Заходи в порти за півроку різного типу суден, загалом у світі

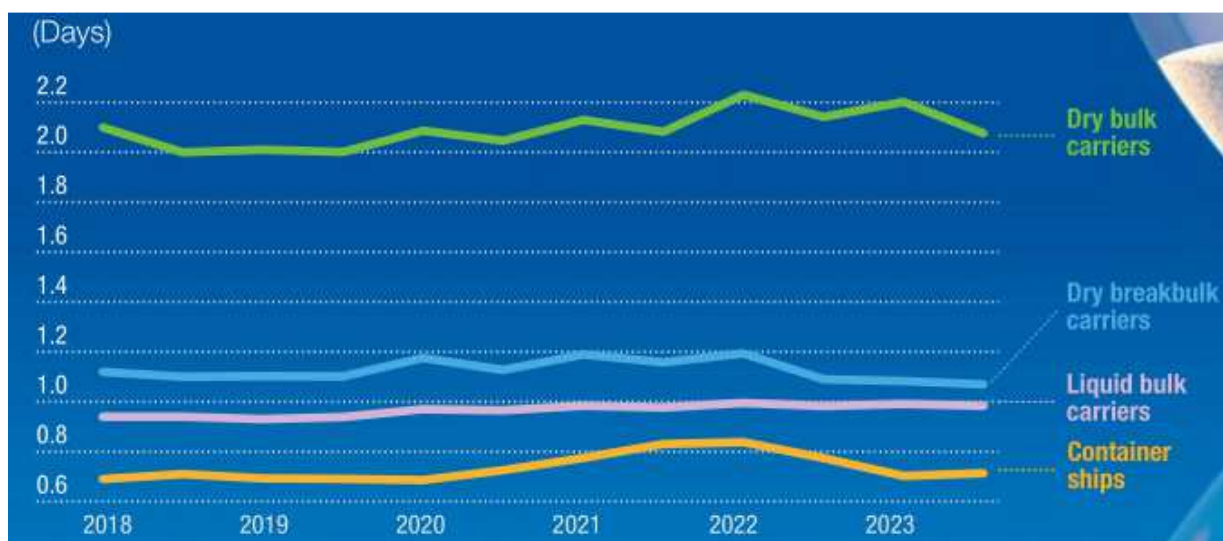


Рисунок 1.3 – Перебування у порту суден різного типу, світовий медіанний показник

1.2. Портова інфраструктури в Україні

Портова інфраструктура України сьогодні складається з 18 основних морських портів, які мають загальна потужність перевалки та зберігання вантажів тільки на континентальних портах і терміналах близько 313,3 млн. т. [13].

Завантаженість українських портів у 2018 році становила 43 % (перевалка 135,2 млн. т.), а у 2019 році – 51 % (перевалка 160 млн. т.). Характеристики основних українських морських портів наведені у таблиці 1.2.

Розвиток та вдосконалення портової інфраструктури є дуже важливим для Української держави оскільки вона має експортноорієнтовану економіку та географічне розташування дозволяє стати транзитером вантажів між Європою і Азією.

У довоєнні роки відбувався інтенсивний розвиток портової інфраструктури, в тому числі інфраструктури для перевантаження навалочних та насипних вантажів. Також відбувалися зміни у напрямках руху традиційних для України вантажів. В Україну в значній кількості почало надходити вугілля.

Хоча у попередні роки відбувалася модернізація морської портової інфраструктури та будівництво нових портів та терміналів, в загалом по Україні ця інфраструктура в основному застаріла та має низьку ефективність.

Інфраструктура річкових портів України ще більш застаріла, та фактично за останні 30 років не оновлювалася крім будівництва зернових терміналів.

Такий стан портової інфраструктури України вказує на те, що при відновленні економіки України, необхідно буде інвестувати в розвиток портів за для можливості ефективно постачати товари України на світові ринки та отримувати необхідні для України.

Таблиця 1.2 – Характеристики основних українських морських портів [19]

Назва МТП	Кількість терміналів	Групи вантажів	Технічні характеристики суден (осадка/довжина/ширина), граничні дані
1	2	3	4
Білгород-Дністровський	4	Зернові; Непродовольчі навалювальні вантажі; Генеральні вантажі	5,5/140/20
Бердянський	6	Нафта та нафтопродукти; Масла технічні; Масла продуктів; Зернові; Рефрижераторні вантажі; Непродовольчі навалювальні вантажі; Генеральні вантажі	7,9/205/32,2
Ізмаїльський	3	Масла продуктів; Зернові; Непродовольчі навалювальні вантажі; Генеральні вантажі	7 / 150/ 30
Маріупольський	1	Масла продуктів; Ро-Ро, легкових і вантажних авто; Зернові; Рефрижераторні вантажі; Непродовольчі навалювальні вантажі; Генеральні вантажі	8 / 240 / 30
Миколаївський	18	Нафта та нафтопродукти; Масла технічні; Масла продуктів; Ро-Ро, легкових і вантажних авто; Зернові; Рефрижераторні вантажі; Непродовольчі навалювальні вантажі; Генеральні вантажі	10,3 / 215 / 32,5
Одеський	17	Нафта та нафтопродукти; Газ; Масла технічні; Масла продуктів; Ро-Ро, легкових і вантажних авто; Зернові; Рефрижераторні вантажі; Непродовольчі навалювальні вантажі; Генеральні вантажі	14 / 305 / 48,2

Продовження таблиці 1.1			
1	2	3	4
Спеціалізований морський порт Ольвія	1	Ро-Ро, легкових і вантажних авто; Зернові; Рефрижераторні вантажі; Непродовольчі навалювальні вантажі; Генеральні вантажі	10,5/215/32,5
Південний	15	Нафта та нафтопродукти; Газ; Масла технічні; Масла продуктові; Ро-Ро, легкових і вантажних авто; Зернові; Рефрижераторні вантажі; Непродовольчі навалювальні вантажі; Генеральні вантажі	18,5/328,6/54,1
Ренійський	11	Нафта та нафтопродукти; Газ; Масла технічні; Масла продуктові; Ро-Ро, легкових і вантажних авто; Зернові; Рефрижераторні вантажі; Непродовольчі навалювальні вантажі; Генеральні вантажі	7/150/22
Скадовський	2	Ро-Ро, легкових і вантажних авто; Зернові; Непродовольчі навалювальні вантажі; Генеральні вантажі	4,0/130/14
Усть-Дунайський	3	Нафта та нафтопродукти; Масла технічні; Масла продуктові; Зернові; Рефрижераторні вантажі; Непродовольчі навалювальні вантажі; Генеральні вантажі	П/п Кілія - 4,5/123/6,5 База Обробка ліхтеровозів - 11,73/215,38/31,86
Херсонський	8	Нафта та нафтопродукти; Газ; Масла технічні; Масла продуктові; Ро-Ро, легкових і вантажних авто; Зернові; Рефрижераторні вантажі; Непродовольчі навалювальні вантажі; Генеральні вантажі	7,6/ 230/30,2

Продовження таблиці 1.1			
1	2	3	4
Чорноморський	12	Нафта та нафтопродукти; Газ; Масла технічні; Масла продуктові; Ро-Ро, легкових і вантажних авто; Зернові; Рефрижераторні вантажі; Непродовольчі навалювальні вантажі; Генеральні вантажі	14/3

1.3. Законодавчі вимоги до портової інфраструктури в Україні

Державні органи влади України за останні роки приділили багато уваги щодо вдосконалення законодавства та регулювання діяльності пов'язаної з морською транспортною інфраструктурою та портовою діяльністю.

У 2013 році Верховна Рада України прийняла Закон України «Про морські порти України».

Дія Закону спрямована на регулювання відносин у портової діяльності, він встановлює основи державного регулювання діяльності в морських портах, порядок будівництва, відкриття, розширення та закриття морських портів в Україні, порядок провадження на їх території господарської діяльності, у тому числі надання послуг, визначає правовий режим об'єктів портової інфраструктури [9].

Цей Закон унормовує діяльність наступних органів виконавчої влади:

- органів які здійснюють державне регулювання, управління, державний нагляд та контроль за безпекою мореплавства;
- органів які здійснюють нагляд та контроль у сфері діяльності морських портів;
- національної комісії, що здійснює державне регулювання у сфері транспорту;
- адміністрації морських портів України.

Також цей Закон регулює діяльність власників морських терміналів, стивідорних компаній, інших суб'єктів господарювання, що провадять свою діяльність у морському порту, та споживачів їхніх послуг [9].

Закон України «Про морські порти України» визначив принципи за якими здійснюється функціонування та розвиток морських портів [9]:

- об'єднання інтересів та діяльності держави в особі служби капітана морського порту, адміністрації морських портів України, інших державних підприємств, що забезпечують функціонування морського порту, та суб'єктів господарювання, що провадять свою діяльність у морському порту;
- збереження та утворення, зокрема на основі об'єднання майна приватної, державної та комунальної форм власності, єдиних майнових комплексів, розташованих у межах території та акваторії морського порту;
- забезпечення конкуренції серед суб'єктів господарювання, що виробляють однакову продукцію (товари, роботи, послуги) у морському порту;
- розмежування адміністративних функцій щодо забезпечення безпеки мореплавства та нагляду (контролю) за безпекою мореплавства і господарської (комерційної) діяльності;
- розмежування функцій забезпечення безпеки мореплавства та нагляду (контролю) за безпекою мореплавства;
- забезпечення безпеки мореплавства та господарської діяльності, що провадиться у морському порту;
- цільового використання портових зборів;
- збереження у державній власності стратегічних об'єктів портової інфраструктури морського порту;
- рівності прав усіх суб'єктів господарювання, що провадять діяльність у морському порту, недопущення дискримінації у доступі до об'єктів портової інфраструктури загального користування.

Також у даному законі зазначено, що [9]:

- будівництво нових морських портів здійснюється з урахуванням Стратегії розвитку морських портів України та відповідно до законодавства;

– порядок відкриття та закриття морських портів визначається Кабінетом Міністрів України;

– будівництво нового морського порту здійснюється на підставі рішення Кабінету Міністрів України, яке повинно містити інформацію про географічне місце розташування з визначенням координат території та акваторії морського порту, планові глибини акваторії, внутрішнього підхідного каналу, розрахункові параметри суден та параметри тоннажу суден, які прийматимуться у морському порту, а також джерела фінансування будівництва морського порту.

Згідно з Законом [9] основою планування розвитку портової галузі є Стратегія розвитку морських портів України на 25 років, яка включає короткострокові (на п'ять років), середньострокові (на 10 років) та довгострокові (на 25 років) плани розвитку. Основою Стратегії розвитку морських портів України на 25 років є плани розвитку морських портів та морських терміналів, прогнози щодо вантажопотоків, завдання, основні напрями та джерела фінансування реалізації Стратегії, інші основні параметри розвитку.

Розвиток морського порту здійснюється відповідно до плану розвитку морського порту, який формується з урахуванням планів розвитку морських терміналів, а також підприємств, основні продукція та/або сировина яких є об'єктами експортно-імпортних операцій і обслуговуються як вантажі у морському порту. План розвитку кожного морського порту затверджується адміністрацією морських портів України та погоджується центральним органом виконавчої влади, що забезпечує формування та реалізує державну політику у сферах морського і річкового транспорту. План розвитку морського порту повинен відповідати положенням Стратегії розвитку морських портів України у короткостроковій перспективі та містити деталізовану схему території морського порту.

На вимогу цього закону розпорядженням Кабінету Міністрів України від 11 липня 2013 р. № 548-р було прийнято «Стратегію розвитку морських портів України на період до 2038 року».

У цьому документі зазначено, що проблеми функціонування та розвитку портової галузі у тому числі пов'язані з недосконалою інфраструктурою портів. Визначено, що має місце [19]:

- зниження рівня прибутковості морських портів у зв'язку із значним зносом основних засобів (більш як 70 відсотків);
- повільне оновлення основних фондів морських портів, невідповідність їх технічного рівня вимогам щодо надання послуг із здійснення операцій з вантажами;
- зменшення обсягу транзитних вантажопотоків у зв'язку з недостатньо розвинутою інфраструктурою морських портів (зокрема, недостатньою глибиною та довжиною причалів), низькою якістю виконання навантажувально-розвантажувальних робіт;
- обмеження на перевалку вугілля, залізорудного концентрату та хімічних вантажів морськими портами, розміщеними в межах міста, згідно з міжнародними екологічними стандартами;
- відсутність чіткої спеціалізації морських портів за видами вантажів, що призводить до їх неефективної перевалки;
- нерозвинута транспортна інфраструктура в морських портах та на під'їзних шляхах;
- низький рівень міжгалузевої координації діяльності із забезпечення розвитку транспортної інфраструктури, що призводить до роз'єднання єдиного транспортного потоку, нераціонального використання ресурсів і зниження ефективності використання транспорту;
- низький рівень інформатизації транспортних процесів та інформаційної взаємодії з галузями національної економіки.

До основних стратегічних завдань у цьому документі увійшли наступні [19]:

- модернізація і розвиток об'єктів портової інфраструктури загального користування, зокрема автомобільних та залізничних під'їзних шляхів;
- впровадження сучасних технологій виконання навантажувально-розвантажувальних робіт;
- модернізація та оновлення портового та допоміжного флоту;
- приведення стандартів роботи морських портів у відповідність з європейськими;
- приведення стандартів екологічної безпеки роботи морських портів у відповідність з міжнародними.

Також наголошено, що необхідно провадити інноваційну діяльність шляхом застосування новітніх технологій, здійснення заходів з ресурсозбереження, зменшити негативний вплив на навколишнє природне середовище.

Як видно з наведених документів Україна планує розвивати морську інфраструктуру з урахуванням впливу на навколишнє природне середовище та забезпечуючи виконання міжнародних та європейських екологічних стандартів.

На виконання цих планів наказом державного підприємства «Адміністрація морських портів України» від 08.05.2020 №110/10 була затверджена його екологічна політика.

1.4. Висновок до розділу 1

1. Розвиток портової інфраструктури є необхідною складовою розвитку економіці України і при недостатньому фінансуванні може стримувати відновлення промисловості та обмежувати зростання аграрного виробництва.

2. Прийнята Стратегія розвитку морських портів України та імплементація нормативних вимог Європейського Союзу, щодо морських портів, буде сприяти розвитку портової інфраструктури.

РОЗДІЛ 2. СУЧАСНІ ТЕХНОЛОГІЇ ПЕРЕРОБКИ НАВАЛОЧНИХ ВАНТАЖІВ У ПОРТАХ ТА ВИМОГИ ДО ПРОЄКТУВАННЯ ПЕРЕВАНТАЖУВАЛЬНИХ КОМПЛЕКСІВ

2.1. Основні вимоги до проектування терміналів для насипних і навалочних вантажів

Спеціалізований термінал для насипних і навалочних вантажів призначається для перевалки вантажів, що перевозяться навалом – вугілля, кокс, залізна руда, хімічні вантажі, мінеральні добрива, зернові вантажі, що перевозяться насипом. Деякі вантажі допускають відкрите зберігання, а деякі потребують критого зберігання. Додатковими функціями терміналу є накопичення та тривале зберігання вантажів, а також забезпечення суден електроенергією та питною водою, обробка рухомого складу суміжних видів транспорту.

До насипних та навалочних відносяться вантажі, що мають однорідну масу фракційних складових (часток, шматків), та взаємну рухливість (сипкість). Особливість таких вантажів полягає в тому, що при завантаженні на транспортні засоби вони не оцінюються у штуках або по займаним місцям. На всіх видах водного транспорту їх відносять до однієї групи сипких вантажів, які називають також «балкерними» вантажами.

Основні навалочні вантажі наступні:

- сировина мінерального походження (вугілля, сланці, руди тощо);
- продукти промислової переробки сировини (кокс, цемент, збагачені руди тощо);
- будівельні матеріали мінерального походження (щебінь, гравій, пісок тощо);
- добрива (хлористий калій, суперфосфат, селітра тощо);

- зерно (пшениця, кукурудза, ячмінь, овес тощо);
- технологічна тріска та тирса.

Навалочні вантажі мають деякі властивості, які необхідно враховувати при їх транспортуванні, перевантаженні та зберіганні: замерзання, пиловиділення, самозаймання, вибухонебезпечність, злежуваність.

Термінал зазвичай складається з декількох функціональних елементів, які призначені для виконання різних технологічних функцій, основні з яких:

- прийом рухомого складу водного та інших видів транспорту, що доставляють вантажі на терміналі або з терміналу;
- навантаження-вивантаження вантажів на території терміналу з водного та інших видів транспорту;
- зберігання на складах та підготовка вантажів до подальшого відправлення;
- обслуговування суден у причальній стінки.

Термінал зазвичай має наступні функціональні елементи [18]:

- центральний пункт керування;
- морський вантажний фронт;
- автомобільний вантажний фронт;
- залізничний вантажний фронт;
- склади;
- лабораторія;
- адміністративно-побутові, службові та допоміжні приміщення;
- системи інженерно-технічного забезпечення.

Морський вантажний фронт проектується для обробки морських та річкових суден. Його компонування включає в себе причали з оперативними майданчиками, які можуть бути оснащені причальною галереєю і суднорозвантажувальними або судновантажними машинами в залежності від економічної доцільності застосування даного обладнання у процесі вантажних робіт на терміналі.

За розрахункову одиницю морського вантажного фронту приймається причал прийому під обробку одного судна.

До складу причалу терміналу входять причальне спорудження, причальне спеціалізоване перевантажувальне обладнання, територія, яка обмежена кордоном причалу. З тилової сторони причалу може бути розташована причальна галерея або інший перевантажувальний комплекс, якій взаємодіє з причальним перевантажувальним обладнанням у межах загальної технології перевантаження.

Залізничний вантажний фронт проектується для завантаження-вивантаження вантажів у залізничні вагони, а також для прийому-відправлення груп залізничних вагонів, що подаються до залізничного вантажного фронту.

Залізничний вантажний фронт зазвичай складається з станції завантаження та/або розвантаження вагонів залежно від спеціалізації терміналу, залізничних колій, пристроїв для подачі та прибирання вагонів, ваг, а також, при необхідності, інших пристроїв для відновлення сипкості вантажу та для виявлення металевих домішок.

За розрахункову одиницю залізничного вантажного фронту приймається залізничний оперативний майданчик, призначений для прийому під обробку однієї подачі залізничних вагонів. До складу залізничного вантажного оперативного майданчику входять: залізничні шляхи для розміщення залізничних вагонів під обробку, маневрова залізнична колія для пересування вагонів, станція завантаження/розвантаження вагонів, інженерні комунікації та інше обладнання, яке необхідне для прийому та обробки залізничних вагонів.

Автомобільний вантажний фронт проектується для прийому, завантаження або розвантаження автомобілів на терміналі.

Автомобільний вантажний фронт як правило має наступні складові: контрольно-пропускний пункт, вагова для автотранспорту, станція завантаження/розвантаження автотранспорту, майданчик для стоянки автотранспорту в очікуванні вантажно-розвантажувальних робіт.

За розрахункову одиницю автомобільного вантажного фронту приймається автомобільний вантажний майданчик, призначений прийому під обробку одного автотранспортного засобу.

Склади на терміналі призначені для тимчасового (короткострокового) зберігання вантажу або накопичення суднових партій вантажу при відправленні з порту морем, вагонних партій при відправленні з порту залізницею або автомобільних партій при відправленні з порту автотранспортом.

Технологічне обладнання на складах повинно забезпечувати прийом вантажів, що надходять з вантажних фронтів, їх накопичення та зберігання за окремими видами, підготовку, якщо це необхідно, до відправки морським або іншими видами транспорту.

Основними параметрами складу є площа, місткість, допустиме технологічне навантаження на покриття складу від вантажу, що зберігається.

Централізоване управління роботою терміналу повинно здійснюватися із Центрального пункту управління, який оснащується апаратурою управління основним перевантажувальним обладнанням, диспетчерським зв'язком, промисловим телебаченням та іншими системами.

Центральний пункт управління як правило розташовується в тилу терміналу та допускається його розміщувати в будівлі яка має функціональні зони іншого призначення, наприклад з лабораторію тощо.

Лабораторія призначена визначення якості вантажу, що відвантажується на терміналі, та документальної фіксації результатів.

Лабораторія повинна бути оснащена автоматичними пробовідбірниками та засобами транспортування проб до місця їх аналізу, а також іншим мінімально необхідним обладнанням відповідно до вимог для складів відповідних вантажів тощо.

Службові та адміністративно-побутові приміщення розташовуються, як правило, у тилу терміналу.

Щоб уникнути занесення забруднень з верхнього спецодягу в службові та адміністративно-побутові приміщення, слід передбачати поблизу зазначених приміщень вбиральні для цього одягу.

Для забезпечення потреби терміналу у зв'язку, теплі, електроенергії, воді різної якості та для відведення дощових, виробничих та побутових вод повинні бути запроектовані наступні мережі інженерно-технічного забезпечення [18]:

- електропостачання, що забезпечує освітлення, технологічні та побутові потреби терміналу;
- теплопостачання та гарячого водопостачання;
- водопостачання (питне, технічне, протипожежне);
- водовідведення;
- зв'язку та сигналізації.

При проектуванні мереж інженерно-технічного забезпечення необхідно врахувати потреби у електроенергії, питній воді, зв'язку, прийомі баластових і лляльних вод суден, що стоять біля причалів терміналу.

Конфігурація мереж має відповідати компонуванню об'єктів терміналу та розміщенню технологічного обладнання, що потребує відповідних енергоносіїв та води.

Причальні перевантажувачі, що працюють від мережі з напругою 6-10 кВ, повинні індивідуально підключатися до розподільного пристрою 6-10 кВ найближчої підстанції. Лінії живлення таких перевантажувачів повинні бути (крім максимального захисту), обладнані захистом від замикання на землю з дією на відключення [18].

З'єднання шлангового кабелю 6-10 кВ з стаціонарним кабелем виконують в прикордонному тунелі або кабельному колодязі за допомогою спеціального кабельного роз'єму.

Високовольтні шлангові кабелі перевантажувачів при змотуванні з кабельного барабана повинні укладатися в лотки на бетонному покритті, для надійного захисту від пошкоджень або у канавки, які слід передбачати в бетонному покритті терміналу.

Основними технологічними параметрами терміналу, що підлягають розрахунку та обґрунтуванню, є: кількість причалів, річна пропускна спроможність морського вантажного фронту, валова інтенсивність вантажних робіт на причалі, довжина причальної лінії, пропускна спроможність залізничного та автомобільного вантажних фронтів, місткість та площа складів [18].

Визначення параметрів терміналу проводиться стосовно кожного вантажу, що планується перевантажувати на терміналі.

Компонування терміналу, спеціалізованого на перевантаженні навалочних та насипних вантажів, виконується у відповідності до нормативних документів.

Необхідні, вихідні дані, що надаються технічним замовником, наступні [5]:

- відомості про прогнозу виробничу програму терміналу;
- вантажообіг на розрахунковий рік введення терміналу в експлуатацію та на перспективу та його розподіл за видами вантажу, видами транспорту та напрямки транспортування;
- фізико-хімічні властивості та транспортні характеристики вантажів;
- суднообіг із розподілом його за типами суден із зазначенням головних розмірів;
- сезонність надходження вантажів за видами транспорту;
- тривалість навігації для суден морського та річкового транспорту;
- режим роботи терміналу (кількість змін, тривалість робочого дня);
- очікувані терміни зберігання вантажу на складі;
- особливі вимоги до транспортування та зберігання вантажів;
- містобудівний план земельної ділянки або топозйомка території, що відводиться під будівництво терміналу;
- технічні умови підключення до мереж інженерно-технічного забезпечення терміналу;

- умови примикання до залізничних колій та автомобільних доріг загального та не загального користування;
- умови забезпечення суден електроенергією, питною водою, засобами зв'язку;
- умови технологічного забезпечення належної стоянки суден біля причалів терміналу, включаючи способи бункерування суден, подання предметів матеріально-технічного постачання, прийому з суден усіх видів сміття, баластових та лляльних вод, що необхідно для забезпечення екологічної безпеки експлуатації терміналу.

Головним завданням компонування терміналу є розробка оптимального рішення щодо взаємодії всіх його функціональних елементів.

При компонуванні терміналів використовуються наступні вихідні дані [18]:

- містобудівний план земельної ділянки;
- топографічний план земельної ділянки;
- ситуаційний план району розміщення порту;
- план існуючого порту (якщо запланований термінал є подальшим розвитком порту);
- характеристика природних умов району та майданчика будівництва (дані інженерно-геодезичних, інженерно-геологічних, інженерно-гідрометеорологічних вишукувань);
- перспективна структура вантажообігу та транспортні характеристики вантажів;
- розрахункові типи і характеристики суден, та суміжних видів транспорту, включаючи перспективні;
- місткість складів;
- типи, кількість та розміри об'єктів терміналу.

До складу операційної зони вантажних терміналів включають основні виробничі споруди та будівлі, які безпосередньо задіяні у перевантажувальному процесі: причальні споруди, перевантажувальне обладнання, склади, вантажні

фронти залізничного та автомобільного транспорту. В операційній зоні не допускається будівництво об'єктів, які не мають прямого відношення до перевантажувального процесу.

Зону терміналів, яка призначена для розміщення об'єктів допоміжного та підсобно-виробничого призначення даних терміналів, як правило розташовують суміжно з операційною зоною причалів, але за її межами.

Технологічні планування терміналу здійснюється на основі схем механізації, вибраних або розроблених проектувальником. Доцільність використання запропонованої схеми механізації у конкретних умовах повинна бути обґрунтована.

При проектуванні терміналу слід вибирати найкоротші шляхи транспортування вантажу всередині терміналу. Розміщення будівель, споруд та комунікацій має бути компактним з метою економічного використання території та мінімальних енерговитрат.

Для визначення доцільності концентрації одного чи кількох сумісних видів вантажів на терміналі, спеціалізованому для навалочних та насипних вантажів, під час проведення передпроектних досліджень слід виконати аналіз вантажопотоків навалочних та насипних вантажів та екологічної обстановки. При цьому необхідно прагнути до створення багатоцільового (багатофункціонального) терміналу, здатного проводити навантаження/розвантаження суден іншим видом вантажу на цьому ж чи на сусідньому причалі [18].

2.2. Основні характеристики суден для транспортування вантажів, що перевозяться насипом та навалом

Для транспортування вантажів, що перевозяться насипом та навалом, в основному використовують спеціалізовані судна – балкери. Вони проектуються під перевезення наступних вантажів: вугілля, руда, цемент, зерно та ін.

По дедвейту балкери поділяються на основні розмірні категорії:

- Міні-балкери;
- Seawaymax;
- Handysize;
- Handymax або Supramax;
- Panamax;
- Post-Panamax;
- Capesize
- VLCC (Very Large Crude Carriers).

Міні-балкери – судна з дедвейтом до 10 000 тонн, які призначені в основному для каботажного плавання, в їх конструкції передбачено менше 5 трюмів.

Seawaymax відноситься до балкерів, розміри яких дозволяють проходити з Атлантичного океану у Великі озера в Північній Америці. Максимальні розміри суден наступні: довжина – 225,6 м, ширина – 23,8 м, осадка – 7,9 м.

Handysize є найпоширенішим балкером. Це категорія морських суден із дедвейтом 25-40 тисяч тонн та п'ятьма трюмами. Найбільш поширена специфікація для балкера Handysize зараз становить 32 000 тонн з осадкою 10 м.

Handymax или Supramax це балкери, дедвейт яких перебуває в межах між 35 000 і 60 000 тонн. Їхня конструкція передбачає наявність п'яти трюмів. Судна Handymax зазвичай мають довжину 150...200 м.

Panamax – балкери, розміри яких дають змогу проходити через Панамський канал. Максимальні розміри суден такі: ширина до 32,31 м, довжина найбільша до 294,13 м, осадка до 12,04 м в прісній тропічній воді. Середній дедвейт цих суден становить 65 000 тонн (максимальний до 100 тисяч тонн). Конструкцією передбачається наявність 7 трюмів.

Post-Panamax – балкери зі збільшеним до 120 тисяч тонн дедвейтом мають довжину 240 м і ширину 38 м, розраховані на прохід через нові шлюзи Панамського каналу. На таких судах може бути 9 трюмів. Дедвейт таких балкерів варіюється від 90 000 до 110 000 тонн.

Capesize – це великі балкери дедвейтом від 160 000 до 210 000 тонн. Основна кількість балкерів даного розміру це великотоннажні зерновози та рудовози із середнім дедвейтом 175 000 тонн, довжиною корпусу 289 м, шириною 45 м, осадкою 17,9 м та вони мають 9 вантажних трюмів.

VLBC – балкери, які через свої великі розміри не можуть проходити через Панамський чи Суецький канали. Зазвичай вони мають дедвейт понад 200 тис. т. Ці судна обслуговують глибоководні термінали.

Характеристики розрахункових суден – це найважливіші вихідні дані які необхідні для правильного підбору портового перевантажувального устаткування. Від того, якого розміру судна оброблятимуться на терміналі, залежить необхідна вантажна характеристика портального крана або параметри судновантажної машини.

У таблиці 2.1 наведені основні розміри балкерів для транспортування вугілля, які отримані на основі бази даних суден IHS Fairplay. Судна для транспортування інших навалочних вантажів матимуть близькі значення розмірів крім спеціалізованих судно-рудовозів, у яких будуть значні відхилення оскільки вони проектувалися з урахуванням високої насипної щільності руди.

Таблиця 2.1 – Розміри балкерів для транспортування вугілля

№ з/п	Дедвейт судна, т	Забезпеченість 95%			
		Довжина, м	Ширина, м	Осадка, м	Кількість трюмів
1	20 000	158,6	25	9,3	5
2	30 000	180,5	27,2	10,4	5
3	40 000	190,4	32	10,9	5
4	50 000	200	32,3	11,8	5
5	60 000	200	32,3	13	5
6	70 000	225	36	13,3	7
7	80 000	229	32,3	14,6	7
8	90 000	229,9	38	14,6	7
9	100 000	240	43	14,9	7
10	110 000	255,2	43	15,7	7
11	120 000	260,4	43	15,4	7
12	130 000	266	44	16,2	9

13	140 000	267,8	43	16	9
14	150 000	270,4	43	17,4	9
15	160 000	288,7	46,8	17,7	9
16	170 000	290,5	46	18,2	9
17	180 000	292,2	45	18,3	9
18	190 000	295	47	18,3	9
19	200 000	300	50	18,1	9
20	210 000	300	50	18,5	9

2.3. Основні характеристики навалочних вантажів

До навалочних вантажів відноситься в основному різноманітна сировина мінерального або рослинного походження: кам'яне та буре вугілля, руди, сланці та інші корисні копалини; продукти промислової переробки – кокс, добрива, будівельні матеріали, збагачені руди; а також деякі продукти рослинного походження – макуха, копра.

Характеристики кам'яного та бурого вугілля залежать від місця їх видобутку. Розрізняють такі основні марки кам'яного вугілля: Д – довгополуменеве, Г – газовий, ДГ – довгополуменеве-газове, К – коксове, ПС – піснуватоспівне, П – пісне, А – антрацит. Залежно від стійкості до окислення та самозаймання вугілля поділяються такі групи [5]:

- I – найбільш стійкі до окислення, що не самозаймаються при зберіганні;
- II – стійкі до окислення і самозаймисті у поодиноких випадках;
- III – середній стійкості до окислення та самозаймання;
- IV – нестійкі з підвищеною активністю до окислення та самозаймисті.

Висота штабелів при зберіганні вугілля групи I та залізної руди визначається можливістю перевантажувальних машин та нормативним експлуатаційним навантаженням на основу складу та на причал.

Висоту штабелів при зберіганні вугілля II, III, IV групи також слід приймати з урахуванням території причалу і нормативного експлуатаційного

навантаження на основу складу, однак висота штабелю повинна бути не вище ніж [18]:

- для II групи вугілля – 10 м;
- для III групи вугілля – 6 м;
- для IV групи вугілля – 5 м.

До руд відносяться – залізні, мідні, хромові, свинцеві, марганцеві, борні, цинкові руди та їх концентрати. Навалом перевозять калійні та азотні добрива, апатити, сульфати, фосфорити, селітри, суперфосфат, кухонну сіль, пек кам'яновугільний. До навалочних вантажів також відноситься ряд будівельних матеріалів: гравій, пісок, клінкер, глина, бутовий камінь.

Навалом перевозять деякі продукти переробки зерна, наприклад макухи та шрот. Макуха і шрот схильні до самонагрівання і самозаймання, особливо у вологій атмосфері, швидко псуються і відносяться до небезпечних вантажів класу 4.2.

Гранулометричний склад насипних і навалочних вантажів визначає можливості застосування різних схем механізації при їх перевантаженні. Також важливі ступінь змерзання і злежуваності вантажу.

Залежно від розмірів часток навалочні вантажі поділяються на класи (див. табл. 2.2) [5].

Таблиця 2.2 – Класи навалочних вантажів за гранулометричним складом

Найменування класу	Розмір типових шматків, мм	Найменування класу	Розмір типових шматків, мм
Великокусові	160	Крупнозернисті	2...10
Середньокусові	60...160	Дрібнозернисті	0,5...2
Дрібнокусові	10...60	Порошкоподібні	0,05...0,5
		Пилоподібні	Менш 0,05

Гранулометричний склад деяких навалочних вантажів може змінюватися під час перевантаження. Наприклад, при переміщенні вугілля скрепером на відстань до 50 м утворюється до 11% дрібниці, при перевантаженні вугілля грейфером – 0,25...2,2%.

Важливий вплив на механізацію перевантаження навалочних вантажів має коефіцієнт тертя цього вантажу о поверхню, якою він ковзає.

З урахуванням властивостей навалочних вантажів розроблені рекомендації щодо їх перевантаження які представлені у таблиці 2.3 [18].

Таблиця 2.3 – Характеристика сипких вантажів

Вид вантажу	Об'ємна щільність, т/м ³	Кут природного укоосу у спокої, град	Максимальний кут нахилу конвеєра, град	Рекомендована висота укладання вантажу в штабелі, м
Глина суха	0,70-1,50	50	22	4-5
Гравій	1,50-1,80	45	18	Не обмежена
Земля формувальна	1,60-1,80	30-36	22	6-7
Вапно в кусках	0,70-1,20	30-40	20	3-4
Вапняний камінь	1,20-1,60	45	22	4-5
Вапняне борошно	1,60	40	20	5-6
Камінь	1,30-1,50	45	20	Не обмежена
Калійна сіль	1,00-1,20	40	20	До 4
Тирса деревна	0,20-0,40	39	22	До 6
Пісок	1,40-1,60	40	20	10-15
Руда	1,70-3,00	40-45	20	Не обмежена
Суперфосфат негранульований	1,00-1,20	40	18	До 4
Торф сухий	0,30-0,40	32	20	10-12
Торф вологий	0,50-0,60	45	20	10-12
Вугілля кам'яне	0,80-0,90	35	17	До 10
Шлак	0,60-0,90	45	18	10-15
Щебінь	1,40-1,60	45	18	10-15
Тріска деревна	0,60-0,95	40	15	8-10

Деякі навалочні та насипні вантажі виділяють горючі гази (наприклад, вугілля) або утворюють вибухонебезпечний пил (вугілля, зерно). Свинцеві і цинкові руди, цемент, пек, вапно містять їдкі або отруйні речовини і становлять небезпеку для людей. Ці властивості вантажів необхідно враховувати при організації перевантажувального процесу.

2.4. Технологічні схеми механізації вантажно-розвантажувальних робіт з вантажами відкритого зберігання

На спеціалізованих терміналах вивантаження/завантаження із суден навалочних вантажів відкритого зберігання застосовують різні технологічні схеми механізації з використанням грейферно-бункерних перевантажувачів, порталних та екскаваторних кранів, роторно-конвеєрних машин тощо.

Вибір схеми механізації залежить від виду вантажу, напрямку перевантаження вантажу, необхідної продуктивності тощо.

Для навалочних вантажів відкритого зберігання (вугілля, руди та ін.), що надходять до порту водним транспортом і відвантажуються на залізницю і назад, при вантажообігу до 1200...1400 тис. т на рік може застосовуватися кранова схема (див. рис. 2.1) з однією або двома лініями з відстанню між осями порталних кранів 55...60м при висоті стріли 30 м. У таблиці 2.4 наведена кількість перевантажувального обладнання для такої схеми та характеристики перевантажувального обладнання.

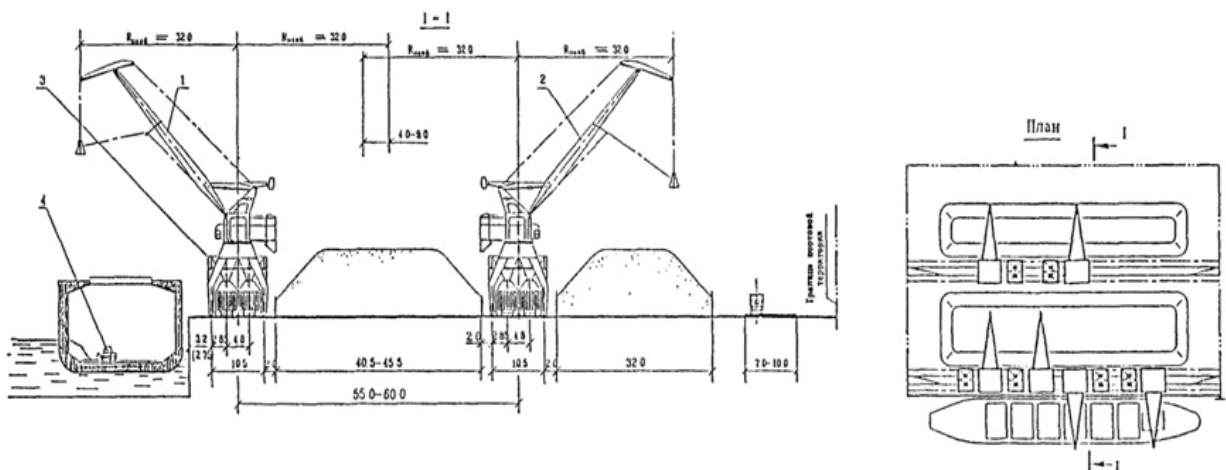


Рисунок 2.1 – Технологічна схема механізації вантажно-розвантажувальних робіт в операційній зоні порту для навалочних вантажів відкритого зберігання, що надходять до порту водним транспортом суднами дедвейтом до 25000 т і відвантажуються на залізницю, при вантажообігу до 1200...1400 тис. т на рік

При вантажообігу від 3,0 до 10,0 млн. т/рік можуть застосовуватися спеціалізовані перевантажувальні комплекси, приклад реалізації якого

представлено на рисунку 2.2. В залежності від вантажообігу комплектація обладнання комплексу може бути різною, у таблиці 2.5 наведені варіанти компонування обладнання.

Таблиця 2.4 – Дані по обладнанню до рисунку 2.4

№ п/п	Обладнання	Коротка технічна характеристика	Кількість перевантажувального обладнання				
			Число технологічних ліній				
			2	3	4	5	6
1	Кран порталний (прикордонний)	$Q=16...40$ т $R_{\text{найб}}=32,0$ м	2	3	4	5	6
2	Кран порталний (тиловий)	$Q=16...40$ т $R_{\text{найб}}=32,0$ м	1...3				
3	Пересувний вантажний бункер	Ємність $12...15$ м^3	3...9				
к	Бульдозер	-	1...6				

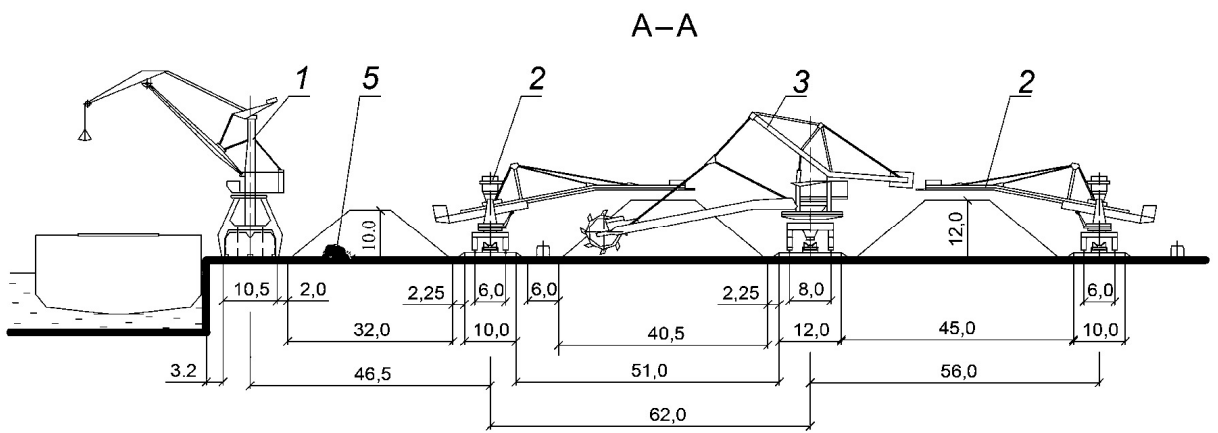
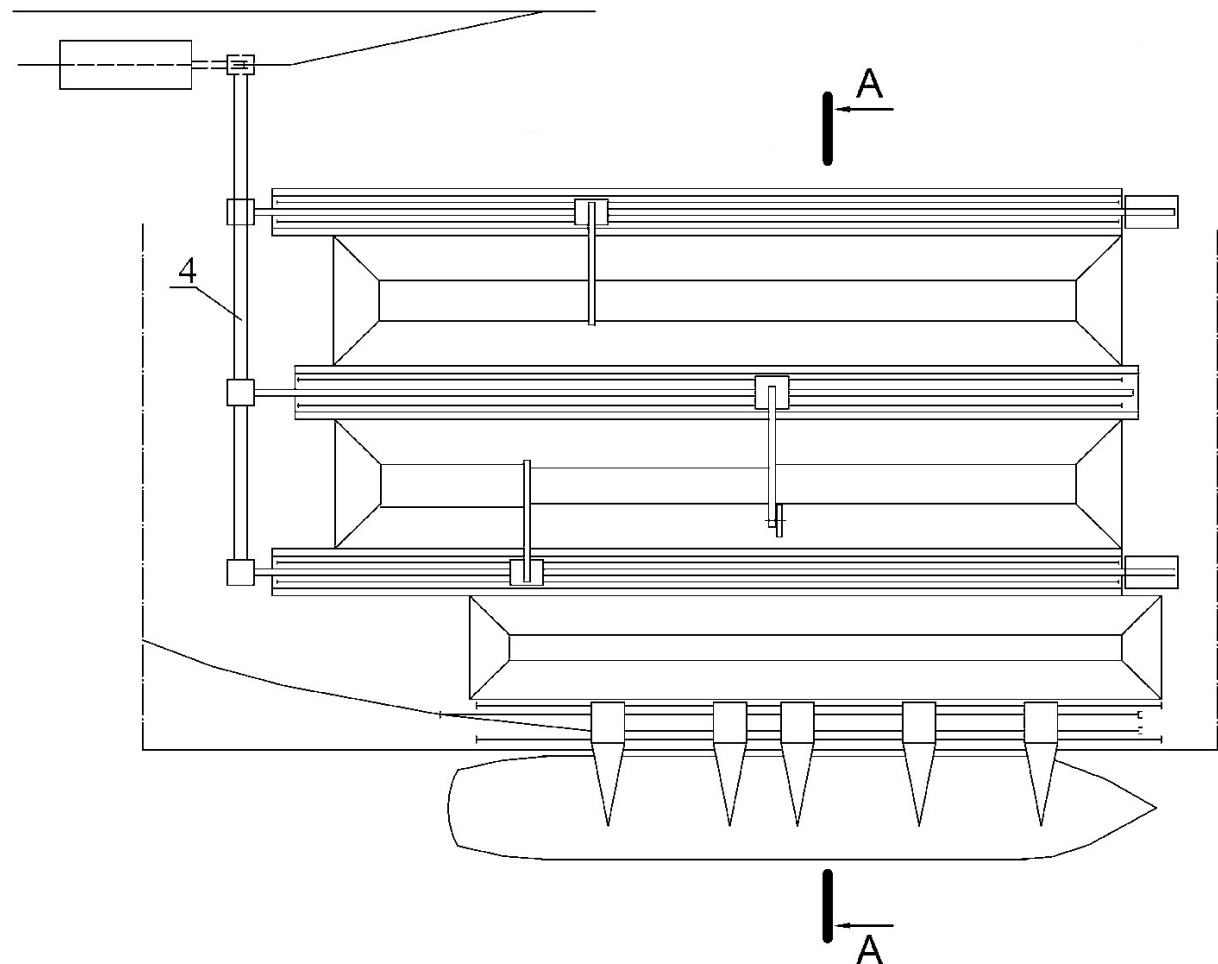
Схема механізації представлена на рисунку 2.2 забезпечує роботу терміналу з різних технологічних варіантів. При малих вантажопотоках уздовж причального фронту використовуються грейферні порталні крани, як і представлено на рисунку. Приклад сучасного грейферного порталного крану представлено на рисунку 2.3.

При збільшенні вантажопотоку доцільним є застосування грейферно-бункерного перевантажувача (замість позиції 1 на рисунку), схему роботи якого представлено на рисунку 2.4.

При варіанті перевантаження судно-вагон вантаж грейфером подається в бункер та з нього надходить у вагони, що стоять під краном.

При ще більшому вантажопотоку застосовують грейферно-мостові перевантажувачі (замість позиції 1 на рисунку).

Розвантажувач мостового типу використовується в основному для розвантаження сипучих матеріалів із судна в портах і терміналах насипних вантажів. Він дозволяє транспортувати матеріали різної щільності з різними розмірами частинок, такі як пісок, вапняк, цемент, вугілля, зерно і т.п.



1 – кран порталний; 2 – стакер; 3 – реклаймер; 4 – конвеєри стрічкові; 5 – бульдозер

Рисунок 2.2 – Спеціалізовані перевантажувальні комплекси для вивантаження навалочних вантажів відкритого зберігання вугілля, руди тощо при вантажообігу від 3,0 до 10,0 млн. т/рік.

На рисунку 2.5 представлено схему роботи грейферно-мостового перевантажувача.

Таблиця 2.5 – Дані по обладнанню до рисунку 2.2

Позиція	Найменування обладнання	Тип машини	Технічна продуктивність, м ³ /год
Обладнання причального фронту	Грейферний порталний кран	Циклічної дії	до 200
	Грейферно-бункерний перевантажувач		до 500
	Грейферно-мостовий перевантажувач		до 3000
	Роторно-конвеєрний перевантажувач	Механічний безперервної дії	до 2000
	Елеваторно-конвеєрний перевантажувач		до 1000
	Скребково-конвеєрний перевантажувач		до 1000
Складське обладнання	Стакер-реклаймер		до 2000
Пристрій завантаження у вагони			до 1000



Рисунок 2.3 – Грейферний порталний кран



Рисунок 2.4 – Грейферно-бункерний порталний кран

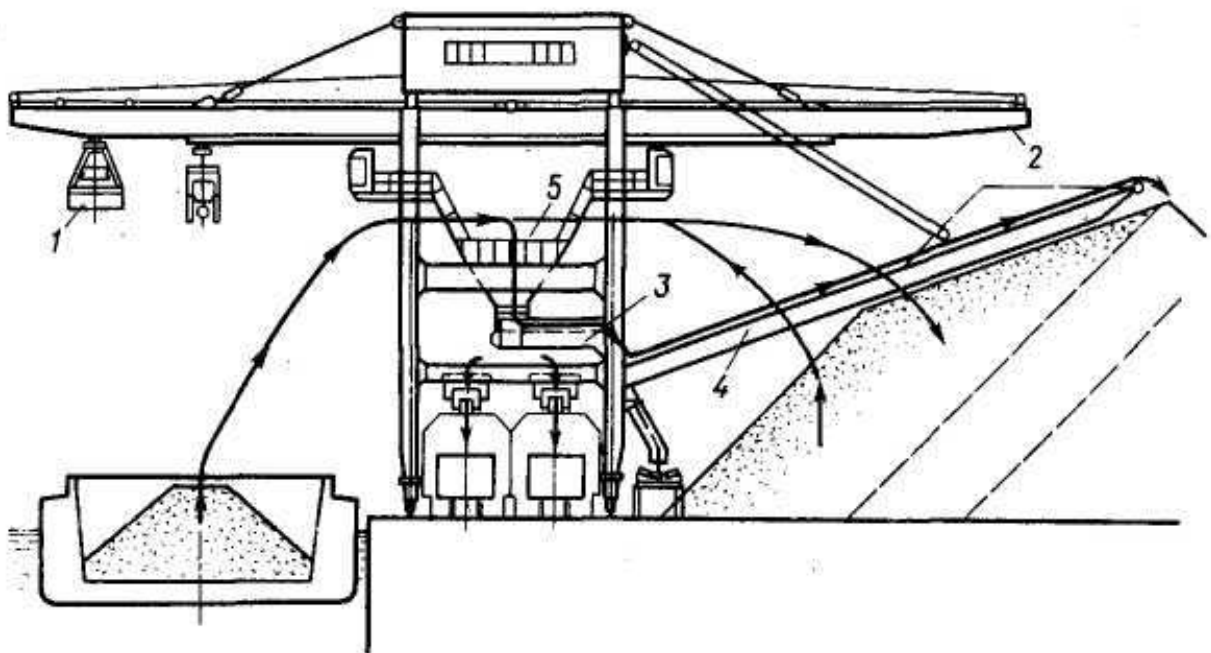


Рисунок 2.5 – Грейферно-мостовий перевантажувачі із відвалоутворювачем

При варіанті перевантаження судно-вагон вантаж грейфером *1* передається в бункер *5* та із завантажувальних пристроїв надходить у вагони, що стоять під порталом перевантажувача.

У разі відсутності суден вагони на причалі можна завантажувати зі складу, використовуючи тилову консоль перевантажувача 2.

При розвантаженні судна на оперативний склад вантаж по живильнику 3 надходить на відвальний конвеєр 4.

Сучасна конструкція грейферно-мостового перевантажувача типу Grab представлена на рисунку 2.6, а у таблиці 2.6 наведені технічні характеристики таких перевантажувачів.



Рисунок 2.6 – Портовий грейферний мостовий суднорозвантажувач для сипучих вантажів типу Grab

При зростанні вантажопотоку понад 1...1,5 млн. т для розвантаження суден доцільно використовувати роторно-конвеєрні машини (замість позиції 1 на рисунку) і транспортери, тобто машини безперервного транспорту. Застосування такої технологічної схеми для вантажів відкритого та закритого зберігання представлено на рисунку 2.7.

Приклад сучасного норійного розвантажувача для суден, представлено на рисунку 2.8. Такі розвантажувачі використовуються для добре сипких вантажів, які потребують інтенсивного розпушування під час розвантаження судна. При цьому форма вантажопідйомної частини враховує конструкцію судна з підпалубними просторами, що суттєво знижує обсяг внутрішньотрюмних переміщень вантажу та зачищення залишків.

Конструкція роторно-конвеєрного перевантажувача представлена на рисунку 2.9.

Таблиця 2.6 – Технічні характеристики мостових розвантажувачів типу Grab

Номінальна вантажопідйомність		т/год	400	600	800	1000	1250	1500	2000	2500
Характеристики матеріалу	Матеріали		Сипучі матеріали, такі як вугілля, кокс, залізнична руда, вапняк, пісок, глина і т.п.							
	Щільність	т/м ³	0,5...2,5							
	Розмір частинок	мм	0...300							
Вантажопідйомність		т	10	16	20	25	32	40	50	63
Робоча швидкість	Підйом, відкриття та закриття	м/хв	(60...280)/(100...240)							
	Переміщення візка		100...260							
	Переміщення крана		20...40							
	Лебідка штанг		5...10							
	Рух кабіни		20...25							
Рейковий калібр		м	12,5	15	16	20	22	25	25	30
			Підлягає підтвердженню відповідно до умов терміналу користувача							
Максимальне навантаження на колесо		кН	300/500							
Рекомендована рейка			01180/011100/011120							
Джерело живлення			Кабельний барабан							
Тип зв'язку			Кабельний барабан/бездротовий							
Метод керування			Повністю автоматична/ручна робота/механічна робота							

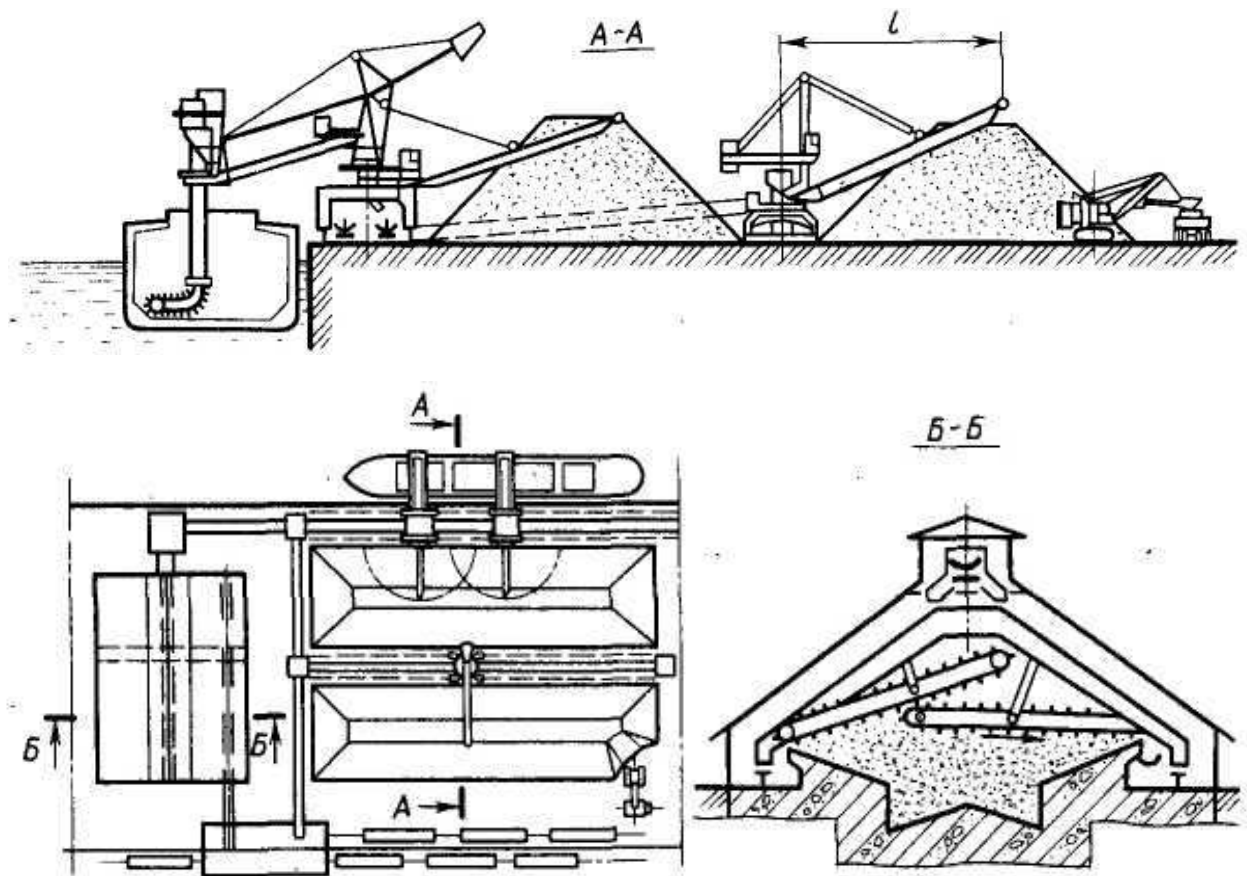


Рисунок 2.7 – Роторно-конвеєрна схема механізації з норійним розвантажувачем для суден



Рисунок 2.8 – Норійний розвантажувач судна

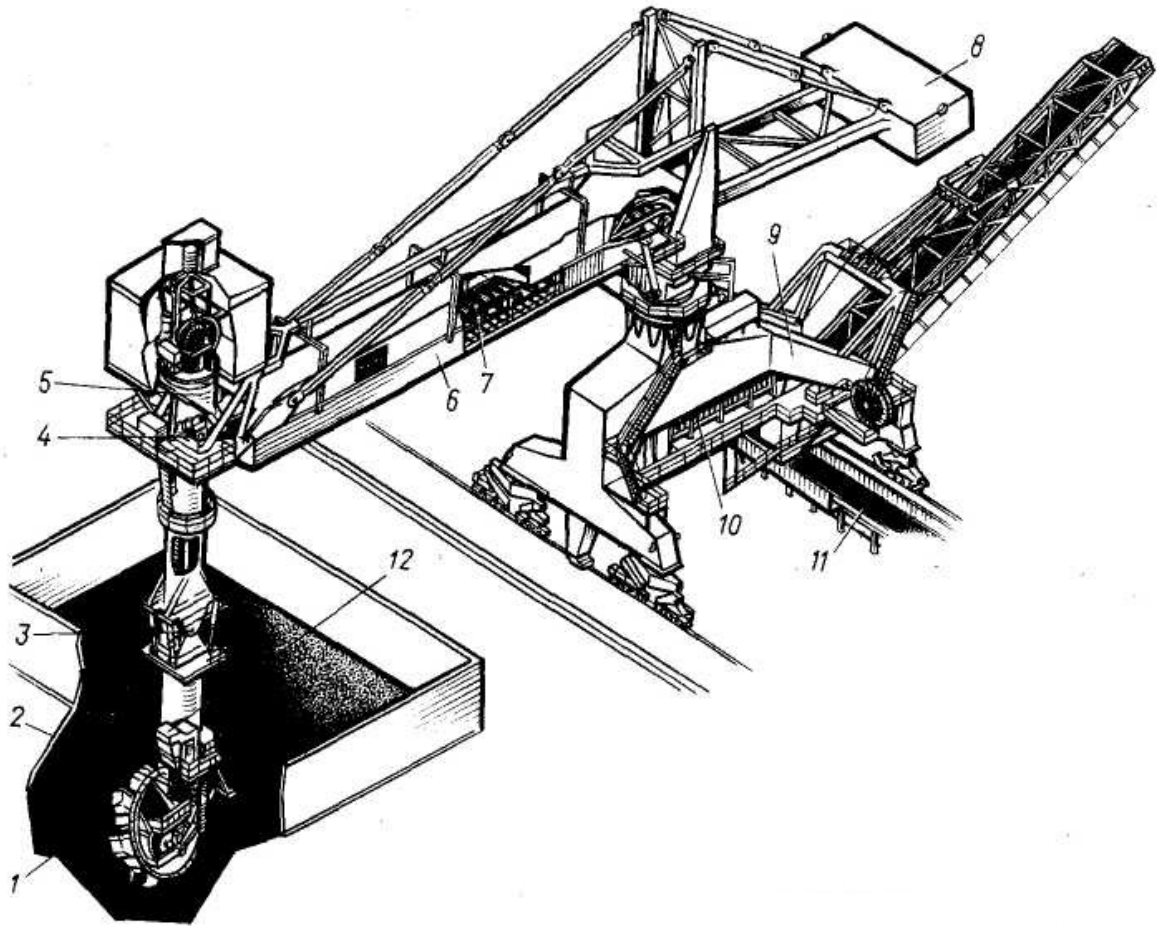


Рисунок 2.9 – Роторно-конвеєрний перевантажувач

Роторно-конвеєрний перевантажувач використовується для вивантаження суден з сипучими вантажами, що злежуються. Вантажозабірний ротор 1 служить для розпушування та передачі вантажу на вертикальний елеваторний підйомник 2. Гідропривід 3 забезпечує установку колони щодо трюму судна з можливістю її розвороту механізмом 4. Через воронку 5 вантаж передається на транспортер 7 на стрілі 6, врівноваженою противагою 8. Портал 9 оснащений механізмами розвороту стріли та переміщення вздовж причалу. Портальний транспортер 10 передає вантаж на збірний транспортер 11 та відвалювач.

У відкритих та закритих складах при великому вантажообігу доцільно формувати штабелі стакером з подальшим відвантаженням роторним навантажувачем (реклаймером).

На складах часто застосовують комплексні стакер-реклаймери, що забезпечують формування та розбирання штабелю. На стрілі такої роторної машини використовують реверсивний транспортер.

Приклад стакера-реклаймера стрілового типу ДННІ представлено на рисунку 2.10.

Завантаження вагонів на терміналі передбачають як за прямим варіантом (з судна), так і зі складів через спеціальну установку, що забезпечує дозоване завантаження відповідно до норми навантаження та допустимої асиметрії навантаження на осі коліс з умови безпеки перевезення на залізничному транспорті.



Рисунок 2.10 – Стакер-реклаймер стрілового типу ДННІ

2.5. Визначення розрахункового вантажообігу та продуктивності обладнання терміналу

Проектна потужність терміналу встановлюється на основі розрахункової пропускної спроможності морського вантажного фронту, хоча інші складові терміналу можуть лімітувати вантажообіг.

Кількість причалів визначається із співвідношення необхідного вантажообігу до розрахункової пропускної спроможності причалу із заокругленням залишку до більшого цілого числа. У тих випадках, коли залишок менший за половину одиниці, рекомендується збільшити валову інтенсивність вантажних робіт на причалі, зокрема за рахунок перегляду концентрації технологічних ліній на обробці судна [18].

Кількість взаємозамінних причалів $N_{\text{пр}}$ визначають для розрахункового вантажообігу на місяць найбільшої роботи за формулою [18]:

$$N_{\text{пр}} = \frac{Q_{\text{міс}}}{30 \cdot M_{\text{доб}} \cdot K_{\text{мет}} \cdot K_{\text{зан}}}$$

де $Q_{\text{міс}}$ – розрахунковий вантажообіг причалів на місяць найбільшої роботи, т/міс;

$M_{\text{доб}}$ – валова інтенсивність вантажних робіт під час обробки розрахункових типів суден, т/сут;

$K_{\text{мет}}$ – коефіцієнт використання бюджету робочого часу причалу, що враховує простої причалу за метеорологічними факторами на місяць найбільшої роботи;

$K_{\text{зан}}$ – коефіцієнт зайнятості причалів обробкою суден.

Для попередніх розрахунків потреби у вантажних причалах коефіцієнт зайнятості причалів обробкою суден для спеціалізованих терміналів насипних і навалочних вантажів рекомендується приймати рівним 0,5...0,6. Для уточнених розрахунків рекомендується використовувати імітаційне моделювання.

Пропускна здатність причалу визначається в залежності від валової інтенсивності обробки судна, тривалості навігації, сезонності вантажопотоку, бюджету робочого часу причалу, що враховує втрати часу за метеоумовами,

величини резерву пропускної спроможності причалу, що встановлюється коефіцієнтом зайнятості причалу.

Валова інтенсивність вантажних робіт при обробці судна визначається залежно від розрахункового завантаження судна та часу зайнятості причалу під вантажними та допоміжними виробничими операціями.

Валову інтенсивність вантажних робіт на морському вантажному фронті $M_{\text{доб.м}}$ визначають виходячи з тривалості вантажних робіт та допоміжних виробничих операцій при обробці розрахункових суден як середньозважену величину за формулою [18]:

$$M_{\text{доб.м}} = \frac{1}{\sum_{j=1}^m \frac{A_j(t_{\text{вн.}j} + t_{\text{н.с.}j})}{24D_j}}$$

де m – кількість типів розрахункових суден;

A_j – частка розрахункових суден типу j у загальному обсязі розрахункового вантажообігу,

$t_{\text{вн.}j}$ – час зайнятості причалу виконанням вантажних робіт при обробці судна типу j , год;

$t_{\text{н.с.}j}$ – середній час зайнятості причалу під допоміжними виробничими операціями судна типу j , год;

D_j – розрахункове завантаження судна типу j , т.

Розрахункове завантаження судна визначається залежно від типу суден, роду вантажу та схеми завантаження судна за формулою [18]:

$$D_j = D_{\text{ч}j} \cdot K_{\text{вик}}$$

де $D_{\text{ч}j}$ – чиста вантажопідйомність судна, т;

$K_{\text{вик}}$ – коефіцієнт використання вантажопідйомності, який для універсальних суден та вуглерудновозів розраховується виходячи із співвідношення питомої місткості вантажних приміщень та вантажного обсягу (або питомої густини) вантажу.

Розрахунковий вантажообіг причалів на місяць найбільшої роботи визначається виходячи із заданого річного вантажообігу, нерівномірності вантажопотоку та тривалості навігації за формулою:

$$Q_{\text{міс}} = Q_{\text{річ}} \cdot K_{\text{міс}} / N_{\text{м}}$$

де $Q_{\text{річ}}$ – заданий річний вантажообіг, т/рік;

$K_{\text{міс}}$ – коефіцієнт місячної нерівномірності вантажопотоку;

$N_{\text{м}}$ – тривалість навігації в місяцях.

Час зайнятості причалу під вантажними операціями визначається з відношення розрахункового завантаження судна до чистої інтенсивності обробки судна.

Середній час зайнятості причалу під допоміжними виробничими операціями, що не поєднуються з вантажними роботами, приймається для розрахункового судна згідно з таблицями 2.7 та 2.8 відповідно для суден закордонних та каботажних рейсів [18].

Таблиця 2.7 – Час допоміжних виробничих операцій для суден, що виконують рейси за кордоном і великому каботажі, годин.

Типи суден	Дедвейт судна, т	Весняно-літній період		Осінньо-зимовий період	
		завантаження	вивантаження	завантаження	вивантаження
Судна, що перевозять навантажувальні вантажі	До 1500	3,5	2,5	5,0	5,0
	1501—3000	3,5	3,0	5,0	5,0
	3001—5000	4,5	3,5	5,5	5,5
	5001—8000	5,0	4,5	6,0	6,5
	8001—12000	5,5	4,5	6,5	7,0
	12001—16000	6,0	5,5	7,0	7,50
	16001—30000	6,5	6,0	7,5	8,0
	30001—60000	7,0	6,5	7,5	8,5
	60001—100000	7,5	7,0	8,0	9,5
	Більше 100000	8,0	7,5	8,5	10,0

Таблиця 2.8 – Час допоміжних виробничих операцій для суден, що виконують рейси у малому каботажі, годин.

Типи суден	Дедвейт судна, т	Весняно-літній період		Осінньо-зимовий період	
		завантаження	вивантаження	завантаження	вивантаження
Судна, що перевозять навантажувальні вантажі	До 1500	1,5	2,0	2,5	3,5
	1501—3000	2,0	2,0	2,5	3,5
	3001—5000	2,0	3,0	2,5	4,0
	5001—8000	2,5	3,5	3,0	4,5
	8001—12000	2,5	3,5	3,0	4,5
	Более 12000	3,0	4,0	3,0	5,5

Чиста інтенсивність вантажних робіт під час обробки судна визначається як добуток експлуатаційної продуктивності технологічних ліній на їх кількість.

Кількість технологічних ліній приймається за раніше виконаними проектами, прийнятими як аналог, або визначається проектувальником за планом-графіком обробки судна.

Експлуатаційна продуктивність однієї технологічної лінії розраховується за обраною величиною технічної продуктивності перевантажувального обладнання з урахуванням додаткових втрат часу, обумовлених необхідністю обслуговування робочого місця та виконання підготовчо-заклучних робіт; перервами для відпочинку; технологічними перервами; зниженням інтенсивності вантажних робіт на початку та в кінці навантаження-вивантаження суден.

Вплив перерахованих факторів враховується коефіцієнтом K_c , чисельні значення якого приймаються залежно від способу виконання вантажно-розвантажувальних робіт рівними:

- при механізованому способі виробництва – 0,7...0,75;
- при автоматизованому – 0,8...0,9.

Технічна продуктивність перевантажувального обладнання встановлюється залежно від виду вантажу та спеціалізації терміналу за

обраною схемою механізації та типами перевантажувального обладнання, що входять до однієї технологічної лінії.

Величина технічної продуктивності обраного типу обладнання приймається в межах, зазначених за цією схемою, або зміненою за відповідного обґрунтування.

Довжина причальної лінії терміналу визначається як сума довжин усіх причалів, що входять до терміналу. Довжина причалу визначається за максимальним розрахунковим судном.

Проектне значення довжини причалу визначається як сума довжини розрахункового судна та запасу вільної довжини причалу, необхідного для безпечного швартування, стоянки та відшвартування судна. При цьому передбачається, що причальна лінія розташовується в межах зазначеної довжини причалу і не вимагає обробки судна його перестановки вздовж причалу.

При розрахунку довжини причалу, призначеного прийому та обробки складових суден, у розрахунку приймається довжина найбільшого вантажного блоку (секції, модуля).

При розрахунку довжини причалу, що складається з причальної стінки та швартовних та відбійних палів, слід враховувати розміщення швартовних та відбійних палів. Розміри причальної стінки визначаються розмірами необхідного технологічного майданчика, що встановлюється виходячи з технологічних вимог розміщення та роботи на ній перевантажувальних та інших причальних машин за умови обробки судна без його перестановки вздовж причалу.

Запас вільної довжини причалу залежить від конфігурації ділянки причальної лінії, де проектується причал, його відносного розташування цієї ділянки та від довжини розрахункового судна для даного причалу.

Загальна довжина прямолінійної ділянки причальної лінії, що складається з трьох і більше причалів, які мають пересувні перевантажувальні машини з

урахуванням розбіжності часу стоянки найбільших суден, може бути скорочена на величину до 10% розрахункової довжини.

Допускається збільшення довжини причалу проти визначеної у таких випадках [18]:

- за особливих планувальних умов (підхід по кривій залізничних колій на кінцевому причалі тощо);
- при розбивці ділянок причальної лінії на причали, коли залишок причальної лінії недостатній для формування цілого причалу;
- за необхідності розміщення технологічного обладнання, встановлення навігаційного обладнання тощо.

Розрахунок пропускної спроможності залізничного та автомобільного вантажних фронтів виконується за розрахунковим методом або використовуючи імітаційне моделювання.

Пропускна здатність залізничних та автомобільних вантажних фронтів визначається виходячи із добової інтенсивності обробки залізничної подачі, або автомобілів на вантажному майданчику, тривалості експлуатаційного періоду, сезонної нерівномірності перевезень, коефіцієнта використання експлуатаційного періоду.

Інтенсивність обробки залізничної подачі (тис. т/добу) визначається за такою формулою [18]:

$$M_{\text{оз}} = \frac{24 \cdot A_3 \cdot D_3}{t_{\text{вн.з}} + t_{\text{ман.з}} + t_{\text{доп.з}}} \cdot 0,001$$

де $t_{\text{ман.з}}$ – час на маневрові роботи, год;

$t_{\text{доп.з}}$ – додатковий час очікування подачі вагонів під вантажно-розвантажувальні роботи, год;

A_3 – кількість вагонів у подачі, од.;

D_3 – корисна вантажопідйомність вагонів, т.

Час обробки залізничної подачі визначається за такою формулою:

$$t_{\text{вн.з}} = \frac{A_3 \cdot D_3}{P_{\text{лт}}^{\Gamma} \cdot n_{\text{лт}}} \cdot \left(1 + \frac{t_0}{t_{\text{тз}}}\right)$$

де $P_{\text{лт}}^{\Gamma}$ – експлуатаційна продуктивність однієї технологічної лінії, т/год;

$t_{\text{тз}}$ – тривалість зміни, год;

t_0 – тривалість обідньої перерви, год;

$n_{\text{лт}}$ – кількість технологічних ліній, од.

Експлуатаційна продуктивність однієї технологічної лінії, що складається з машин циклічної дії, приймається рівною продуктивністю ланки, що лімітує, і визначається за формулою [18]:

$$P_{\text{л}} = \frac{3600 \cdot q_n \cdot n_{\text{л}} \cdot K_c}{t_{\text{м}}}$$

де q_n – маса вантажу в одному підйомі (укрупненому вантажному місці), що обумовлюється прийнятою технологією вантажно-розвантажувальних робіт, т;

$n_{\text{л}}$ – число перевантажувальних машин, що працюють в ланці лінії, яка лімітує продуктивність роботи, од.;

K_c – коефіцієнт переходу від технічної до експлуатаційної продуктивності технологічної лінії, чисельні значення якого приймаються залежно від способу виконання вантажно-розвантажувальних робіт – при механізованому способі виробництва $K_c = 0,75$ та при автоматизованому $K_c = 0,9$;

$t_{\text{м}}$ – тривалість циклу машин, с.

Необхідна довжина залізничного вантажного оперативного майданчика та довжина залізничного вантажного фронту ΣL_3 визначаються корисною довжиною шляху для розміщення вагонів однієї подачі, числом залізничних вантажних оперативних майданчиків та шириною проїздів, що перетинають ці шляхи, за формулами [18]:

$$\Sigma L_3 = L_3 \cdot N_3 + 2b_{\text{пр}}$$

$$L_3 = \frac{A_3 \cdot l_{\text{ваг}}}{0,95}$$

де A_3 – кількість вагонів у подачі, од.;

$b_{\text{пр}}$ – ширина проїзду, м;

$l_{\text{ваг}}$ – довжина вагона, м;

0,95 – коефіцієнт використання корисної довжини вантажних шляхів.

Характеристика залізничного рухомого складу для перевезень сипких вантажів наведена у таблиці 2.9. Технологічний час вивантаження вантажів немеханізованим та механізованим способом наведено у таблицях 2.10...2.13.

Таблиця 2.9 – Характеристика залізничного рухомого складу для перевезень сипких вантажів

Тип рухомого складу	Позначення	Вантажо- підйомність, т	Довжина, мм
Універсальний критий вагон	КР	68	14730
Вагон-хопер для цементу	ВХЦ	72	11920
Вагон-хопер для мінеральних добрих	ВХМ	64	13200
Вагон-хопер для зерна	ВХЗ	70	14720
Напіввагон 4-вісний	ПВ	69	13920
Платформа 4-вісна	ПЛ	70	14620
Вагон-самоскид 4-вісний	ВС	60	11830

Таблиця 2.10 – Технологічний час вивантаження вантажів немеханізованим способом, год/ваг.

Найменування вантажу	При розвантаженні з 4-вісних вагонів	
	критих	відкритих
Гравій, щебінь, пісок, камінь необроблений, колчедан, керамзит, мармурова крихта, шлаки, земля	–	1,33
Доломіт, камінь будівельний, руди, вугілля кам'яне, флюси, кокс, торф	–	1,83
Феросплави	3,17	2,67

Таблиця 2.11 – Технологічний час вивантаження механізованим способом вантажів, що перевозяться насипом та навалом, з напіввагонів, год/ваг.

Найменування вантажу	На підвищених коліях та естакадах висотою понад 1 м, у приймальні бункери та траншеї	
	на один бік	на дві сторони
Вугілля дрібне, крім бурого	0,55	0,35
Вугілля великокускові, крім бурого, кокс, брикети паливні, в т.ч. антрацит-плита	0,70	0,45
Вугілля буре	-	0.90
Торф	0,85	0,45
Шлак	1,05	0,65
Пісок	0,45	0,30
Гравій, щебінь, руда	0,53	0,35

Таблиця 2.12 – Технологічний час механізованого вивантаження вантажів, що перевозяться насипом, з вагонів бункерного типу, хв/ваг.

Найменування вантажу	У приймальні бункери	На підвищених коліях та в траншейних складах
Цемент із хоперів-цементовозів при місткості приймального бункера менше 70 м ³	36,0	–
Цемент із хоперів-цементовозів при місткості приймального бункера 70 м ³ і більше	21,0	–
Мінеральні добрива, доломітове борошно з одного вагону-мінераловозу	6,0	10
Руда залізна та марганцева з вагонів-хоперів	–	3,0
Кокс із вагонів-хоперів	–	5,0
Окатиші з вагонів-хоперів	–	3,0

Таблиця 2.13 – Технологічний час механізованого вивантаження вантажів, що перевозяться насипом, спеціальними машинами, год/ваг.

Найменування вантажу	Вагоноперекидачі	Елеваторно-ковшовий розвантажувач
Вугілля різне, металургійний вапняк, щебінь, пісок, гравій	0,06	0,30
Руда залізна	0,07	–
Боксити	0,20	–
Шлам кам'яновугільний	0,15	–

Кількість вагонів в одній подачі приймається виходячи з місткості колії з урахуванням кількості кранів на причалі (один кран зазвичай обробляє два вагони).

Ширина залізничного вантажного оперативного майданчика визначається залежно від схеми механізації вантажних робіт, необхідності розміщення залізничних та підкранових колій, буферних майданчиків, проїздів.

Навантаження (розвантаження) автомобілів проводиться перевантажувальними машинами з числа використовуваних для складських робіт.

Інтенсивність обробки автомобілів на одному автомобільному вантажному оперативному майданчику визначається за формулою, т/доба [18]:

$$M_{oa} = \frac{n_{зм.а} \cdot D_a \cdot t_{зм.а}}{t_{вн.а} + t_{ман.а}} \cdot 0,001$$

де $n_{зм.а}$ – кількість змін роботи автомобільного фронту на добу;

$t_{ман.а}$ – час на маневрування автомобіля при встановленні автомобіля під навантаження (розвантаження), год;

$t_{зм.а}$ – тривалість зміни, год.

Час обробки автомобіля визначається за формулою:

$$t_{вн.а} = \frac{D_a}{P_{ла}} \left(1 + \frac{t_o}{t_{тз}} \right)$$

де D_a – завантаження автомобіля, т;

$P_{ла}$ – експлуатаційна продуктивність однієї технологічної лінії (т/год);

$t_{тз}$ – тривалість зміни, год;

t_o – тривалість обідньої перерви, год.

Зберігання мінерально-будівельних вантажів, руди та вугілля на території порту рекомендовано здійснювати на відкритих майданчиках складів.

Вибухонебезпечні та пожежонебезпечні об'єкти, а також споруди, що виділяють в атмосферу пил та шкідливі речовини, слід розташовувати з підвітряного боку по відношенню до інших об'єктів порту.

При плануванні відкритих складів необхідно передбачати відстань від торця штабеля з боку колій та автомобільних доріг або підпірної стінки. Ці відстані повинні прийматися наступними [18]:

а) до осі найближчої залізничної колії при висоті вантажу (підпірної стінки) до 1200 мм – 2,75 м, понад 1200 мм – 3,25 м;

б) до осі рейки кранової колії – 2,0 м;

в) до краю проїжджої частини автошляху – 1,5 м.

При проектуванні терміналу насипних вантажів потрібно передбачати зберігання кожного виду, марки та класу навантажувальних вантажів у окремих штабелях.

При проектуванні відкритих складів руди та вугілля необхідно передбачати рішення для відведення атмосферних опадів зі штабелів та недопущення перетоку та потрапляння води під сусідні штабелі.

На відкритих складах необхідно влаштовувати підпірні стіни з боку автошляхів, підкранових та залізничних колій, а також між штабелями. Висота огорожувальних стін повинна прийматися в залежності від максимальної проектної висоти штабеля.

Стіни не встановлюють у місцях в'їзду на склади засобів механізації та автотранспорту.

Розміри штабелів у плані визначаються умовами планування ділянки, технічними можливостями перевантажувальних машин та способом виробництва вантажно-розвантажувальних робіт на складі.

Висота штабелів при зберіганні вугілля та залізної руди визначається згідно нормативних документів.

При проектуванні складів для вугілля та залізної руди повинні бути враховані вимоги щодо складування та зберігання вугілля в порту, вимоги пожежної безпеки та вимоги екологічної безпеки.

Проходи між суміжними штабелями вугілля та руди в межах одного терміналу мають бути шириною не менше ніж 3 м. Відстань між штабелями на суміжних терміналах визначають за умов, що висуваються протипожежними вимогами та безпечними умовами праці.

Склади для вугілля, стійких до окислення, із середньою стійкістю та підвищеною активністю до окислення повинні мати резервні майданчики не менше 5% корисної площі для охолодження вугілля, що розігрілося, ворошіння і освіження вугілля тривалого зберігання.

Потрібну площу критих і відкритих складів P , м^2 , визначають за формулою [18]:

$$P = \frac{E}{q \cdot K_i},$$

де K_i – коефіцієнт використання площі складів для безпосереднього зберігання вантажів;

E – розрахункова місткість складу, т;

q – технологічне навантаження від вантажу, що складається, кПа.

Складські майданчики для навантажувальних вантажів та мінеральних будівельних матеріалів повинні мати нормативне експлуатаційне рівномірно розподілене навантаження не більше 200 кПа.

Розрахункова місткість складу в тоннах визначається за формулою:

$$E = k \cdot D + e_3,$$

де D – чиста вантажопідйомність розрахункового судна, т;

e_3 – запас місткості, т;

k – коефіцієнт складності вихідного вантажопотоку, що враховує необхідне перевищення наявної кількості вантажу у зв'язку з вимогами

раціонального завантаження судна та можливою невідповідністю вантажу та судна по портах призначення, який приймають рівним:

- для однорідних вантажів 1,0...1,3;
- для змішаних вантажів 1,3...1,6.

Запас місткості визначають за формулою:

$$e_3 = P \cdot n,$$

де P – інтенсивність вантажних робіт на причалі за найбільшим розрахунковим судном, т/діб;

n – нормативний запас часу.

При рівномірній роботі залізничного транспорту, яка не залежить від режиму підходу суден, нормативний запас приймають рівним 2 діб, а при нерегулярному судноплавстві – 4 доби.

У всіх випадках місткість прикордонного складу на одному причалі має бути в межах [18]:

$$1,3D < E < 2,5D.$$

Пропускна спроможність складу за місяць визначається за формулою:

$$П_{\text{скл}} = (E \cdot 30) / t_{\text{хр}},$$

де E – місткість складу;

$t_{\text{хр}}$ – термін зберігання вантажу на складі;

30 – кількість робочих днів складу на місяць.

Об'єм штабелю сипучого вантажу розраховується за наступною формулою, м³:

$$V = \frac{E}{\gamma}$$

де E – місткість складу, т;

γ – об'ємна маса сипучого вантажу, т/м³.

Залежно від технології виконання перевантажувальних робіт і засобів механізації на складі визначається форма і приблизні розміри штабеля сипучого вантажу.

Для проектування зони складування необхідно визначитися з розмірами штабеля $L_{\text{ш}}, B_{\text{ш}}, H_{\text{ш}}$, які б забезпечували необхідну місткість складу E , т.

Штабелі, що формуються вантажопідйомними кранами, є формою обеліска з перетином у вигляді трикутника або трапеції (див. рис. 2.11).

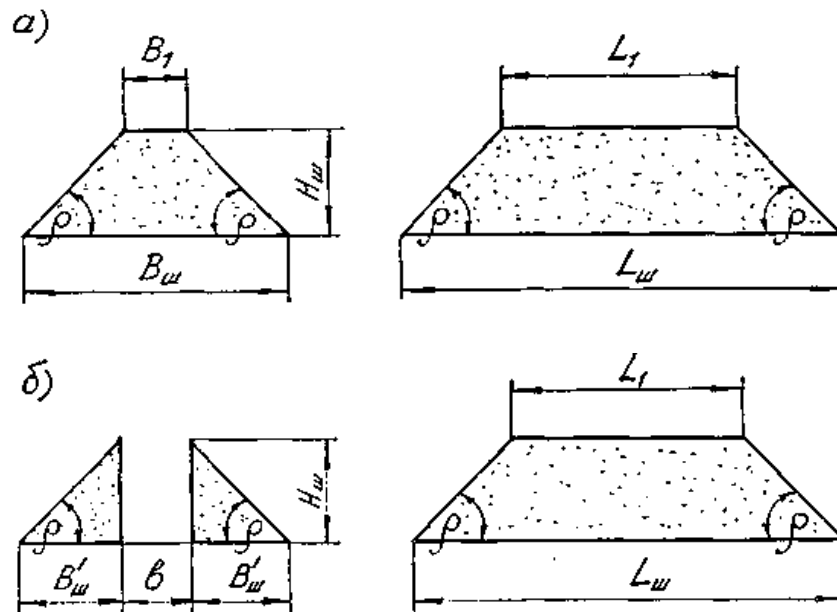


Рисунок 2.11 – Основні види штабелів сипких вантажів: а) трапецієподібний та б) у вигляді двох клинів

Об'єм такого штабелю розраховується за формулою [18]:

$$V = \frac{H_{\text{ш}}}{6} [L_{\text{ш}} \cdot B_{\text{ш}} + (L_{\text{ш}} + L_1) \cdot (B_{\text{ш}} + B_1) + L_1 \cdot B_1]$$

де $H_{\text{ш}}, L_{\text{ш}}, B_{\text{ш}}$ – відповідно висота, довжина та ширина основного штабеля, м;
 L_1, B_1 – відповідно довжина та ширина по верху штабеля, м.

На естакадних складах самопливом чи за допомогою стрічкових конвеєрів формуються зазвичай штабелі у вигляді двох клинів (див. рис.), розташованих з відривом b друг від друга, де b – ширина естакади.

Об'єм штабелів у вигляді двох клинів розраховується за формулою:

$$V = \frac{B_{\text{ш}} \cdot H_{\text{ш}}}{3} \cdot (2 \cdot L_{\text{ш}} - L_1).$$

Отримані розрахункові значення площі та місткості складів підлягають уточненню виходячи з конкретних умов (розміру та конфігурації) земельної ділянки, що відводиться під забудову терміналу та його компонування.

Місткість складів через збільшену пропускну здатність причалів для масових навантажувальних вантажів зазвичай велика.

Компонування таких складів значною мірою також залежить від видів складського обладнання.

Підбір перевантажувального обладнання та розрахунки їхньої продуктивності здійснюється на основі потрібного вантажообігу терміналу та попереднього компонування терміналу і його складів.

Для визначення числа машин циклічної дії (крани, навантажувачі тощо) спочатку визначають їхню продуктивність q_m у конкретних умовах роботи на складі, т/год:

$$q_m = \frac{60}{t} \cdot V_r \cdot f \cdot \gamma$$

де t – час одного циклу роботи підйомно-транспортної машини, хв, який визначається залежно від типу машини;

V_r – місткість вантажозахоплювального пристрою (грейфера, ковша), m^3 , який приймається за технічними характеристиками машини;

f – коефіцієнт заповнення вантажозахоплювального пристрою вантажем (приймають $f = 0,7 \dots 0,9$);

γ – об'ємна маса сипучого вантажу, t/m^3 (див. таблицю 2.3).

При використанні козлового грейферного крана час одного циклу буде становити, хв:

$$t_k = t_{3.г} + 2 \cdot \left(\frac{\bar{h}}{V_{\Pi}} + \frac{\bar{b}}{V_T} + \frac{\bar{l}}{V_K} + \frac{\bar{h}_0}{V_{\Pi}} \right) \cdot (1 - \varphi) + t_{p.г},$$

де $t_{3.г}$ – час зачерпування сипучого вантажу грейфером, хв (приймають $t_{3.г} = 0,15 \dots 0,20$ хв);

$\bar{h}$ – середня висота підйому грейфера з вантажем, м (приймають $\bar{h} = 2...8$ м залежно від умов навантаження, висоти штабелю і т.п.);

V_{Π} – швидкість підйому вантажу, м/хв (приймається за технічною характеристикою крана, орієнтовно допускається приймати $V_{\Pi} = 15...20$ м/хв;

$\bar{b}$ – середня відстань пересування вантажного візка крана в циклі при переміщенні вантажу, м (приймають в залежності від ширини прольоту мосту крана та інших умов);

V_T – швидкість руху візка мостом, м/хв (приймається за технічною характеристикою крана; орієнтовно можна приймати $V_T = 20...60$ м/хв);

$\bar{l}$ – середня відстань пересування крана у циклі переміщення вантажу, м (оскільки мостові та козлові крани зазвичай працюють в настановному режимі, тобто з установкою крана в одній позиції на кілька циклів та з роботою тільки грейферним візком, відстань пересування крана в циклі, незалежно від розмірів складського майданчика, приймають не більше 10...15 м);

V_K – швидкість руху крана по підкранових коліях, м/хв (приймається за технічною характеристикою крана, орієнтовно можна приймати $V_K = 30...80$ м/хв для козових та $V_K = 80...120$ м/хв для мостових кранів);

$\bar{h}_0$ – середня висота опускання грейфера на штабель перед розвантаженням, м (приймають $= 1...2$ м);

φ – коефіцієнт суміщення операцій у циклі роботи підйомно-транспортної машини (переміщення мосту крана, підйом вантажу, переміщення вантажного візка крана тощо), він приймається в межах 0,1...0,3 залежно від типу машини та умов роботи;

$t_{p.r}$ – тривалість розкриття грейфера та висипання з нього вантажу, хв (приймають $= 0,15$ хв).

Всі середні відстані переміщення вантажозахоплювального органу (грейфера) по горизонталі $\bar{b}$, $\bar{l}$ і по вертикалі $\bar{h}_0$ визначають за такими формулами:

$$\bar{l} = \frac{1}{2} \cdot (l_{\max} + l_{\min}),$$

де $l_{\max}$ – максимально можливе переміщення вантажозахоплювального органу (механізму) у відповідному напрямку, м;

$l_{\min}$ – мінімально можливе переміщення вантажозахоплювального органу (механізму) у тому ж напрямку, м.

При визначенні відстаней переміщень вантажозахоплювального органу (механізмів) у циклі одночасно вибирають (або уточнюють) основні геометричні характеристики крана: величину прольоту, висоту підйому вантажозахоплювального органу, а при розрахунках часу циклу та продуктивності – інші параметри: вантажопідйомність, швидкість руху механізмів та ін.

Тривалість циклу стрілового крана, хв, визначається за формулою:

$$t_{\text{с.к}} = t_{\text{з.г}} + 2 \cdot \left(\frac{\bar{h}}{V_{\text{п}}} + \frac{\bar{\alpha}}{360 \cdot \bar{\omega}} \right) \cdot (1 - \varphi) + \frac{\bar{l}}{V_{\text{к}}} + \frac{\bar{b}_{\text{с}}}{V_{\text{с}}} + t_{\text{р.г}},$$

де $\bar{\alpha}$ – середній кут повороту стріли крана при перевантаженні вантажу, град;

$\bar{\omega}$ – частота обертання стріли крана, об/хв (приймають орієнтовно $\bar{\omega} = 1,5 \dots 2,0$ об/хв, точніше – за технічною характеристикою крана);

$\bar{b}_{\text{с}}$ – середня величина зміни вильоту стріли крана при переміщенні вантажу, м;

$V_{\text{с}}$ – швидкість горизонтального руху вантажозахоплення при зміні вильоту стріли крана, м/хв (приймається згідно технічних характеристик крана, допускається орієнтовно приймати $V_{\text{с}} = 20 \dots 40$ м/хв).

Потрібну кількість підйомно-транспортних машин циклічної дії кожного типу для переробки вантажопотоків, визначають за формулою:

$$r = \frac{1}{q_{\text{м}} \cdot k_{\text{т}}} \cdot \sum_{i=1}^k Q_{\text{год}}^{(i)},$$

де $q_{\text{м}}$ – продуктивність машини, т/год;

k_t – коефіцієнт використання обладнання за часом (приймають $k_t = 0,85 \dots 0,90$);
 $Q_{\text{год}}^{(i)}$ – годинна інтенсивність i -го вантажопотоку, що переробляється машинами даного типу (кількість яких визначається), т/год.

2.6. Висновок до розділу 2

Спеціалізовані термінали для насипних і навалочних вантажів проєктуються з урахуванням площі та конфігурації земельної ділянки, можливої глибини біля причалів та підхідного каналу, доступу до залізничних і автомобільних шляхів загального користування, номенклатури вантажів які планується перевантажувати на терміналі, напрямку перевантаження вантажів тощо.

РОЗДІЛ 3. ПРОСТОРОВЕ ПЛАНУВАННЯ ВАНТАЖНОГО ТЕРМІНАЛУ ДЛЯ ПЕРЕРОБКИ НАВАЛОЧНИХ ВАНТАЖІВ

3.1. Характеристика земельної ділянки для розташування вантажного району порту для переробки навалочних вантажів

У даній роботі розміщення терміналу для переробки навалочних вантажів розглядається на вільній ділянці морського порту, на якій раніше відбувалося перевантаження штучних вантажів та інших генеральних вантажів. Порт розташований у річковому лимані и захищений від несприятливих погодних умов.

Загальна площа вільній ділянці морського порту, на якій можливо розташування обладнання та складів, становить 120 тис м².

На рисунку 3.1 наведено відповідну земельну ділянку.

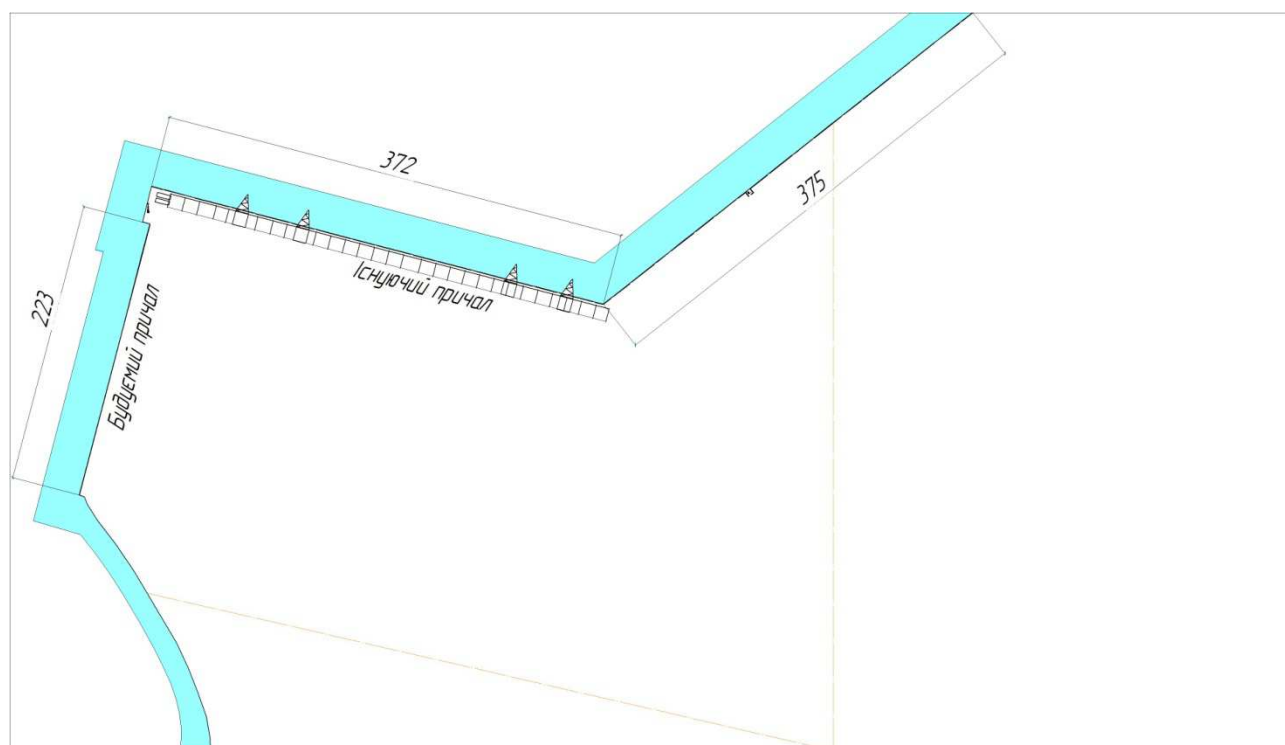


Рис. 3.1. – Земельна ділянка для створення терміналу

Будівлі та споруди загальнопортового призначення (адмін. будівлі, пожежне депо, склади, гаражі та навіси для техніки, майстерні для ремонту та

технічного обслуговування обладнання, пункт заправки паливом, зберігання мастильних матеріалів, фарб і хімікатів) розташовані за межами терміналу і при проектуванні не розглядаються.

Усі внутрішньопортові вантажні оперативні майданчики, дороги, проїзди і під'їзди мають вдосконалене постійні покриття. Покриття майданчиків виконано монолітними цементобетонними або збірними залізобетонними плитами та асфальтобетоном.

Автодорожня інфраструктура порту складається з асфальтованих і бетонованих автомобільних доріг. Автомобільні дороги підведені до усіх терміналів та складів. Будь яких негабаритних перешкод для проїзду немає.

Порт має залізничний доступ до всіх терміналів з прямими і тупіковими розвантажувальними майданчиками для кожного терміналу. Загальна пропускна спроможність порту становить біля 300 вагонів на день.

Для виконання вантажно-розвантажувальних робіт проектуємий термінал буде мати 2 причалу, існуючий загальною довжиною 372 м та який будується довжиною 223 м.

Існуючий оснащено чотирма порталними кранами вантажопідйомністю 25 т. Існуючий причал має дві залізничні прикордонні лінії.

Проектна глибина у причалу і довжина причалів дозволять приймати судна дедвейтом до 80 тис. тонн, довжиною до 230 метрів, шириною до 32,5 м. Проектна осадка біля причалів та прохідна глибина у підхідному каналі становить 11,0 м.

Для безпечного підходу та маневрування суден біля причалів акваторія порту має навігаційні знаки, як прибережні, так і плаваючі.

Порт має примикання до мережі залізниць загального користування.

Робота терміналу планується цілодобовою.

3.2. Просторове планування варіантів терміналу для переробки навалочних вантажів

Для ділянки, яка була представлена на рисунку 3.1, розглянуто три варіанти компонування технологічного обладнання з метою створення на цій ділянці терміналу для переробки навалочних вантажів. Технологічне обладнання визначалося відповідно до схем переробки вантажу та результатів розрахунку необхідної продуктивності.

Ширина проїздів і проходів приймалася у відповідності з технологічними нормами проектування морських портів. Об'єм відкритого складування визначався умовно для негорючих вантажів з наступними параметрами складування: висота штабелю – 10 м, кут природного укосу – 40° .

Розглянуті варіанти компонування представлені на рисунках 3.2, 3.3 та 3.4.

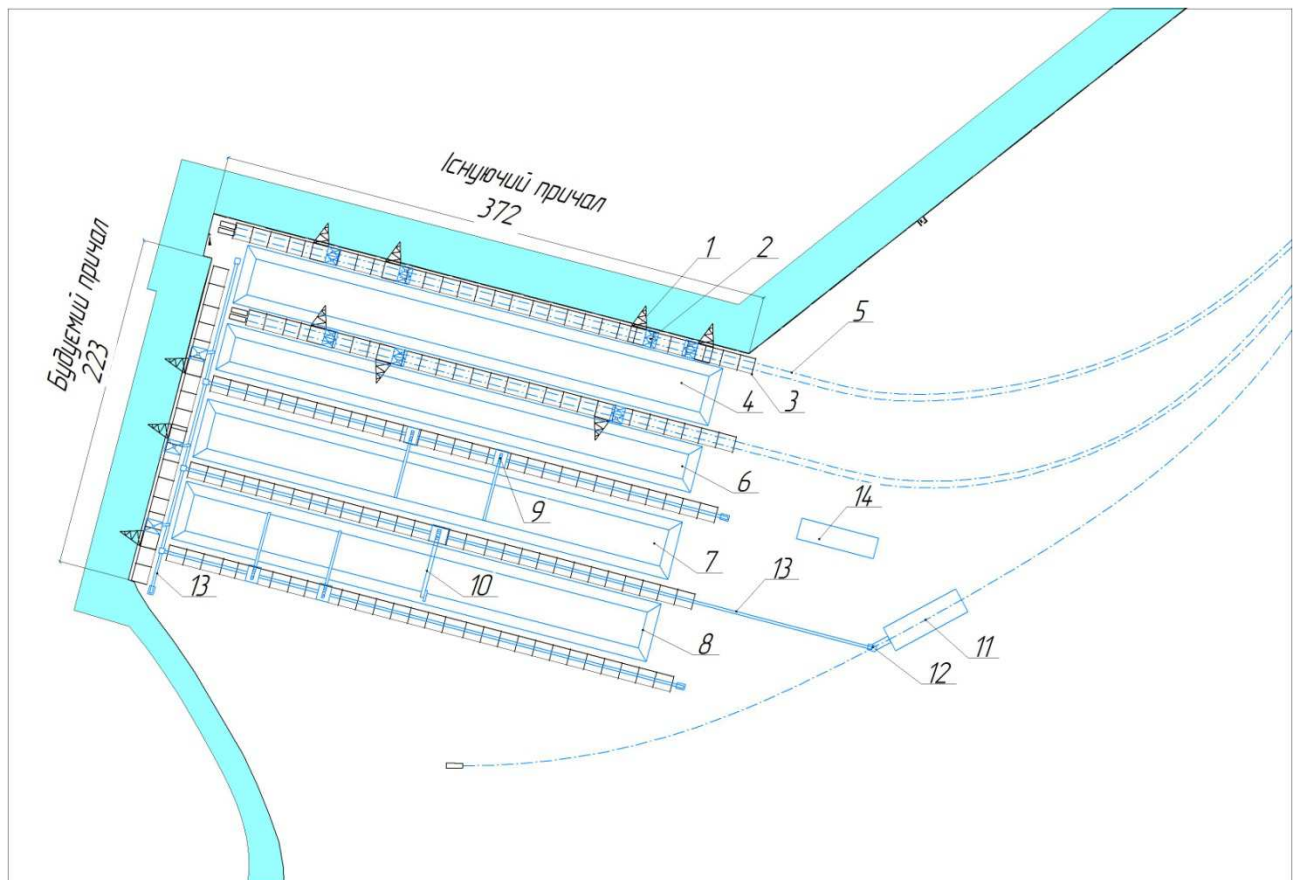


Рисунок 3.2 – Перший варіант просторового планування терміналу порту для переробки навалочних вантажів

Експлікація будівель та споруд на рисунках 3.1, 3.2 та 3.3 наступна: 1 – грейферний портальний кран; 2 – бункер для завантаження вагонів та подавання вантажу на конвеєри; 3 – колії кранів та іншого перевантажувального обладнання; 4 – прикордонний відкритий склад; 5 – залізничні колії; 6, 7, 8, 15, 16 – тиловий відкритий склад; 9 – стакер; 10 – реклаймер; 11 – вагова; 12 – станція розвантаження вагонів; 13 – конвеєрна транспортна галерея; 14 – господарсько-побутова будівля; 17 – мостовий грейферний кран; 18 – станція розвантаження вагонів.

У першому варіанті складське господарство буде мати чотири окремих складських ділянки: прикордонний відкритий склад поз. 4 з умовним об'ємом зберігання 63000 м^3 ; тиловий відкритий склад поз. 6 з умовним об'ємом зберігання 46000 м^3 ; та тилові відкриті склади поз. 7 і 8 з умовним об'ємом зберігання 63000 м^3 кожний. Сумарний об'єм складів – 235000 м^3 .

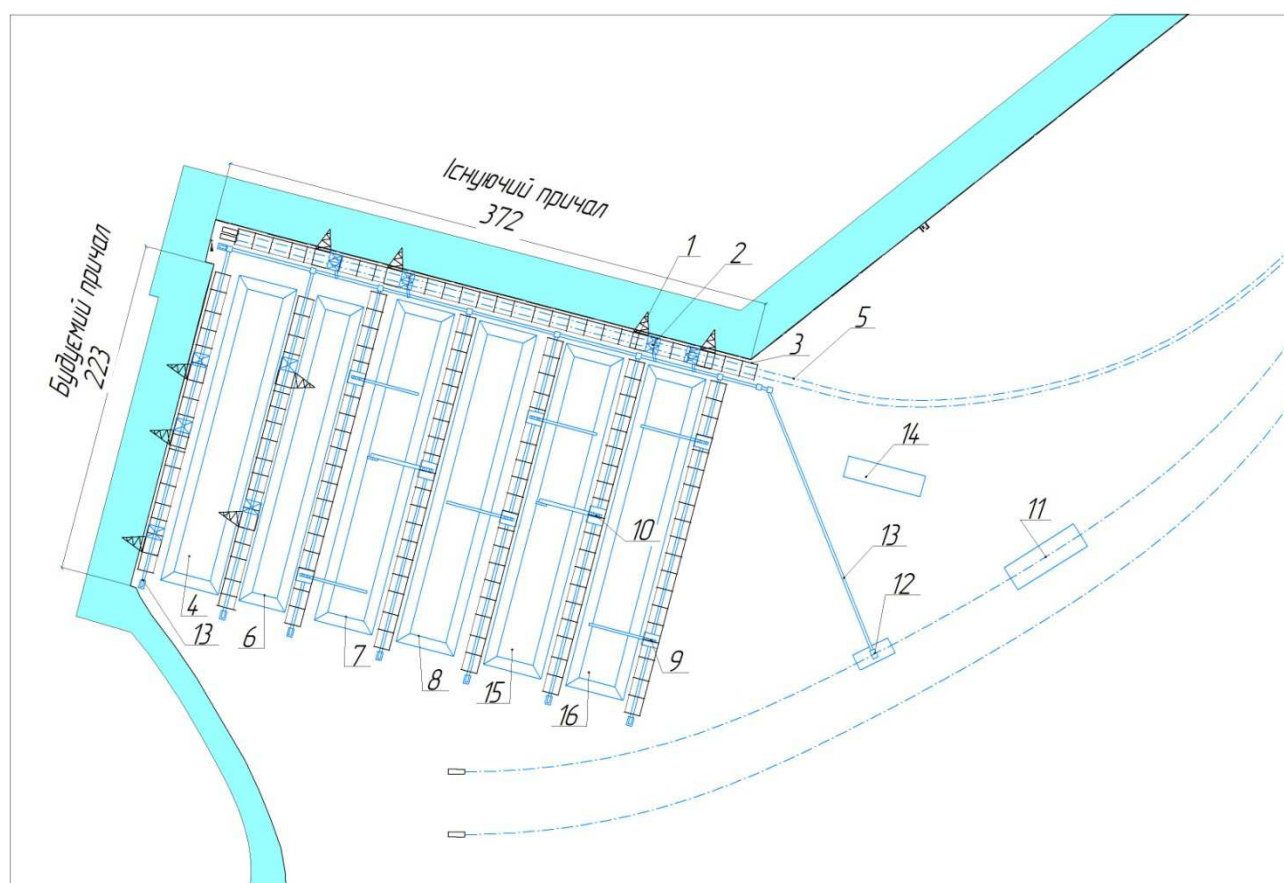


Рисунок 3.3 – Другий варіант просторового планування терміналу порту для переробки навалочних вантажів

У другому варіанті складське господарство буде мати шість окремих складських ділянок: прикордонний відкритий склад поз. 4 з умовним об'ємом зберігання 58000 м^3 ; тиловий відкритий склад поз. 6 з умовним об'ємом зберігання 42000 м^3 ; та тилові відкриті склади поз. 7, 8, 15 і 16 з умовним об'ємом зберігання 62000 м^3 кожний. Сумарний об'єм складів – 348000 м^3 .

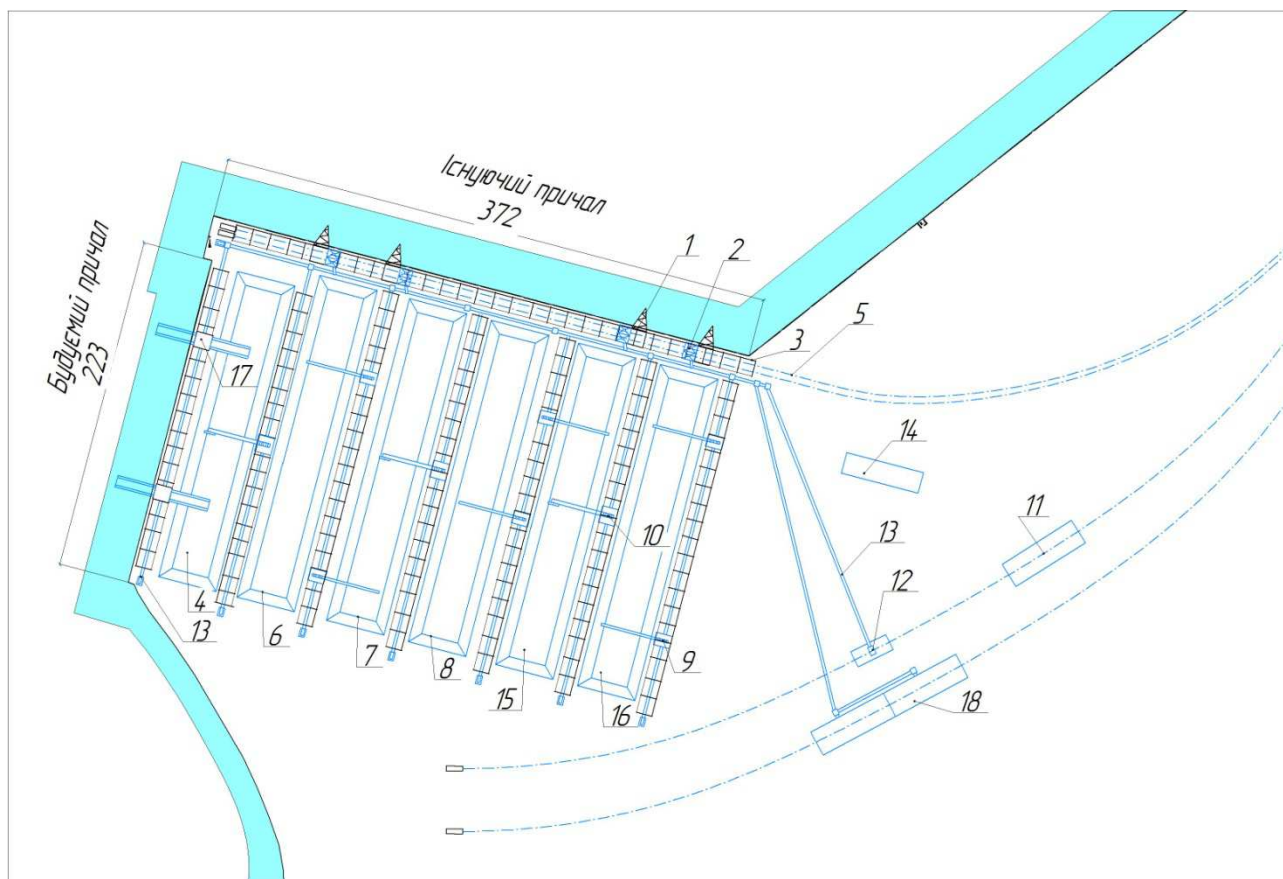


Рисунок 3.4 – Третій варіант просторового планування терміналу порту для переробки навалочних вантажів

У третьому варіанті складське господарство також буде мати шість окремих складських ділянок: прикордонний відкритий склад поз. 4 з умовним об'ємом зберігання 58000 м^3 ; тилові відкриті склади поз. 6, 7, 8, 15 і 16 з умовним об'ємом зберігання 62000 м^3 кожний. Сумарний об'єм складів – 368000 м^3 .

Глибини біля причалу не дозволяють завантажувати балкери дедвейтом 80000 т , тому для перевезень вантажів будуть використовуватися менші

балкери за розмірами, або буде проводитися довантаження/розвантаження на рейді. Виходячи з цього можна зробити висновки, що об'ємів складів достатньо для накопичення суднових партій вантажу.

У першому варіанті на існуючому причалі можливо виконання наступних технологічних операцій завантаження – розвантаження:

- судно → вагон;
- судно → склад;
- вагон → судно;
- вагон → склад;
- склад → вагон;
- склад → судно.

У першому варіанті на причалі, який будується, можливо тільки розвантаження суден з відправленням вантажів або на склад або на завантаження вагонів по конвеєрній транспортній галереї. Склади 4 та 6 використовуються для роботи з вантажами, що переробляються на існуючому причалі, а склади 7 і 8 – використовуються з новим причалом.

У першому варіанті на обох причалах використовуються грейферні порталні крани поз. 1 та бункери для завантаження вагонів та подавання вантажу на конвеєри поз. 2. Також у першому варіанті відсутня станція розвантаження вагонів, їх розвантаження здійснюється на причальному фронті.

При застосуванні на існуючому причалі чотирьох грейферних порталних кранів технічною продуктивністю 200 м³/год експлуатаційна продуктивність причалу буде становити 13000 м³/доба, а при застосуванні п'яти аналогічних кранів – 16000 м³/доба. Якщо на існуючому причалі будуть застосовані чотири грейферно-бункерних перевантажувача, то експлуатаційна продуктивність причалу буде становити 32000 м³/доба, що є більш привабливим варіантом.

Застосування трьох грейферно-бункерних перевантажувачів на причалі, що будується, призведе до експлуатаційної продуктивності причалу 24000 м³/доба.

Другий варіант просторового планування терміналу порту для переробки навалочних вантажів відрізняється від першого варіанта компоновання складської території та технологічними операціями, що виконуються на кордонах терміналу.

У другому варіанті на існуючому причалі можливо виконання наступних технологічних операцій завантаження – розвантаження:

- судно → вагон на причальному фронті або на станції завантаження;
- судно → склад;
- вагон → судно;
- вагон → склад.

Тобто на цьому причалі в основному можливе розвантаження суден, завантаження можливе тільки з вагонів, що значно знижує інтенсивність вантажних операцій.

У другому варіанті на причалі, який будується, також можливо тільки розвантаження суден з відправленням вантажів або на склад або на завантаження вагонів по конвеєрній транспортній галереї. Склади 4 та 6 використовуються для роботи з вантажами, що переробляються на причалі, що будується, а склади 7, 8, 15, 16 – використовуються усім комплексом за потребою.

Оскільки за другим варіантом термінал працює в основному тільки на вивантаження суден, тобто немає потреби накопичувати судові партії досить довгий час, площа та об'єми складів можуть бути зменшені.

Для другого варіанта рекомендації щодо застосування перевантажувального обладнання аналогічні першому варіанту.

Третій варіант просторового планування терміналу порту для переробки навалочних вантажів відрізняється від другого варіанта застосуванням на причальному фронті, що будується, грейферно-мостових перевантажувачів. Завдяки цьому даний причал зможе проводити інтенсивні операції по розвантаженню/завантаженню судна. Для цього цей варіант компоновання терміналу додатково має станцію розвантаження вагонів поз. 18.

На причалі, що будується, можливо виконання наступних технологічних операцій завантаження – розвантаження:

- судно → вагон на станції завантаження;
- судно → склад;
- вагон на станції завантаження → судно;
- вагон на станції завантаження → склад;
- склад → вагон на станції завантаження;
- склад → судно.

Робота існуючого причалу здійснюється аналогічно, як і по другому варіанту, та рекомендації щодо застосування на ньому перевантажувального обладнання аналогічні.

На причалі, що будується, для підвищення його експлуатаційної продуктивності застосовані два грейферно-мостових перевантажувача поз. 17 з технічною продуктивністю 1000 м³/год. В наслідок цього експлуатаційна продуктивність причалу становить 38000 м³/доба, що є оптимальним для даного терміналу.

3.3. Висновок до розділу 3

Третій варіант компонування терміналу для даної земельної ділянки є більш привабливим, оскільки дозволяє переробляти вантажі в обох напрямках з достатньою експлуатаційною продуктивністю виходячи з тоннажу суден, що можуть бути завантажені біля причалів терміналу.

РОЗДІЛ 4. ТЕХНІКА БЕЗПЕКИ ПРИ ПЕРЕРОБЦІ НАСИПНИХ І НАВАЛОЧНИХ ВАНТАЖІВ

При проектуванні терміналу для забезпечення охорони та безпеки праці повинні виконуватися вимоги викладені у братися до уваги вимоги ДБН Б.2.2-12:2019 «Планування та забудова територій», ДСП 173-96 «Державні санітарні правила планування та забудови населених пунктів», «Норми технологічного проектування морських портів», вказівки щодо компонування морських портів та ін.

При технологічному проектуванні терміналу мають бути виконані вимоги до вибухопожежної та пожежної безпеки, промислової та екологічної безпеки, виробничої санітарії, а також вимоги безпеки праці, які викладені у нормативних документах.

У проекті терміналу повинні бути розроблені основні технологічні рішення які захищають працівників від шкідливого впливу різних виробничих факторів. Ці рішення повинні бути розроблені [18]:

- по мікроклімату, освітленню, рівню вібрації та шуму, захисту від електромагнітного випромінювання, по опаленню та вентиляції тощо;
- щодо використання засобів індивідуального захисту органів дихання для захисту органів дихання працюючих від надходження шкідливих речовин;
- щодо використання працюючими при роботі комплектів індивідуальних засобів захисту (спецодяг, спецвзуття, захисні окуляри, протигаз, респіратор) відповідно до діючих нормативних документів.

При проектуванні портів та терміналів слід дотримуватись загальних санітарно-гігієнічних вимог які висуваються до повітря робочої зони та встановлені нормативними документами.

Склад санітарно-побутових та санітарно-гігієнічних приміщень має бути визначений з урахуванням груп виробничих процесів за санітарною класифікацією виробничих процесів та відповідати нормативним вимогам.

У проекті мають бути передбачені заходи щодо покращення умов праці, профілактики виробничого травматизму та захворювань шляхом зниження професійних ризиків на робочих місцях (атестація робочих місць, організація кабінетів з охорони та безпеки праці, навчання, інструктаж та перевірка знань з охорони праці працівників та заходів безпеки, періодичні медичні огляди) [18].

Місця завантаження-вивантаження вантажів класів 1...4.3 за класифікацією Європейської угоди про міжнародне перевезення небезпечних вантажів (вибухові речовини, легкозаймисті речовини, гази стислі, зріджені та розчинені під тиском, легкозаймисті речовини займисті гази при взаємодії з водою) повинні бути розташовані не ближче 250 метрів від житлових будівель, службово-допоміжних будівель та споруд, а також від загальних місць перевантаження та зберігання вантажів.

Необхідні санітарні розриви між відкритими складами вугілля або інших вантажів, які пилять, та підсобно-виробничими будівлями (гаражі, майстерні тощо) повинні бути не менш 70 м, а до побутових будівель порту – 25 м [8].

Розміщення вантажів на території терміналу повинно здійснюватися відповідно до встановлених планів внутрішньої спеціалізації та з урахуванням забезпечення поздовжнього магістрального проїзду шириною не менше 6,0 м та під'їзду такої ж ширини від головної дороги порту [15].

На кожному терміналі необхідно розробити плани (схеми) руху транспортних засобів та працівників територією терміналу. Ці плани (схеми) руху доводяться до відома всіх працівників.

Швидкість руху машин безрейкового транспорту при проїзді повз двері, ворота, проходи тощо, повинна бути знижена до 5 км/год.

Край тротуару повинен розташовуватися на відстані не менше 3,75 м від осі залізничної колії або автомобільної дороги. При розміщенні тротуару

ближче 3,75 м від осі колії або дороги, тротуари з боку дороги повинні бути огороженими перилами висотою не нижче 1,1 м [15].

Величина санітарного розриву між сусідніми виробничими або службовими будинками порту, що освітлюються через віконні отвори, повинна бути не меншою за висоту найбільшого з цих будинків. Висотою будинку вважається висота від запланованої позначки території до карнизу будинку [8].

Для забезпечення протипожежного захисту об'єктів терміналів мають бути передбачені відповідні заходи. При технологічному проектуванні терміналів необхідно дотримуватись протипожежних вимог, повинні бути забезпечені протипожежні розриви між будинками, розміщеними на терміналах.

При проектуванні систем пожежогасіння та пожежної сигналізації будівель і споруд, та на інших об'єктах терміналів, необхідно дотримуватись нормативних вимог. Відкриті вантажні оперативні майданчики повинні бути обладнані пожежною сигналізацією із встановленням ручних сповіщувачів, які мають виведення тривожного сигналу у диспетчерську (операторну) терміналів [18].

Для цілей зовнішнього та внутрішнього пожежогасіння будівель та споруд терміналів повинна передбачатися система протипожежного водопостачання.

Термінали повинні відповідати вимогам, встановленим законодавством щодо містобудівної діяльності та охорони навколишнього середовища.

При проектуванні терміналів слід дотримуватись загальних санітарно-гігієнічних вимог до повітря робочої зони.

При проектуванні й експлуатації терміналів необхідно передбачати застосування устаткування, яке максимально зменшує викид пилу в атмосферу. Для цього може бути застосована [8]:

- комплексна механізація та автоматизація, а також дистанційне керування перевантажувальними процесами;

- автоматична сигналізація про хід вантажних операцій та стан обладнання, пов'язаних із можливістю виділення пилу;
- використання спеціального знепилюючого обладнання та устаткування, захисних пристроїв, санітарно-технічних установок, високоефективного обладнання для очищення викидів;
- використання вимірювальних приладів для періодичного контролю або постійної реєстрації кількості шкідливих речовин, що надходять в атмосферу, для подальшого регулювання величин викидів за рахунок зміни ступеня очищення або технологічного режиму роботи перевантажувального обладнання;
- автоблокування перевантажувального процесу та окремого обладнання з аспіраційними та іншими санітарно-технічними засобами зменшення пиловиділення.

На установках, що застосовують конвеєрне транспортування для боротьби з пиловиділенням необхідно застосовувати [8]:

- автоматизацію процесів розвантажування (навантажування) залізничних вагонів і автотранспорту, яка дозволяє виключити присутність людей у запиленій зоні;
- локалізацію пилу у вузлах розвантажування (навантажування) вагонів і автотранспорту, а також у вузлах пересипання шляхом улаштування відповідних укриттів із застосуванням аспіраційних установок з очищенням повітря, що виводиться;
- створення спеціальних установок для знепилення (гідрознепилення), обробки вантажу спеціальними речовинами, що знижують його пилоутворювальну здатність;
- пилоприбивні насадки на розвантажувальних рукавах у вузлах передачі вантажу на судно.

Конвеєри, транспортери й норії для сипучих вантажів і тих, що пилять, повинні бути закриті кожухами, які не пропускають пил.

При перевантажуванні навалочних і насипних вантажів грейферними кранами (установками циклічної дії) повинні виконуватися наступні умови при роботі [8]:

- плавність перевантажувального процесу;
- недопущення переповнення грейфера насипним вантажем;
- наявність на ковшах, на грейферах та інших місткостях, які використовуються для переміщення вантажу, відповідних ущільнень, що запобігають висипанню вантажу;
- обмеження висоти падіння вантажу в межах 1,5...2,5 м у місцях його висипання з грейфера;
- використання спеціальних пилоприбивних насадок на бункерах, в які висипається вантаж.

Висота падіння вантажів, які пилять, у вузлах перевантажування і установках неперервної дії повинна бути мінімально можливою.

Штабелі навалочних вантажів, а також інших вантажів, які пилять, слід огорожувати переносними роздільними та підпірними стінками й щитами.

Термінали повинні приймати лише ті балкери для завантаження або розвантаження на своєму терміналі, які можуть безпечно пришвартуватися поряд із завантажувально-розвантажувальною установкою, беручи до уваги глибину води біля причалу, максимальні розміри судна, швартовні пристрої, огороження, безпечний доступ і можливі перешкоди для завантажувально-розвантажувальних операцій [2].

Завантажувально-розвантажувальне обладнання терміналу має бути належним чином сертифіковане та підтримуватися у робочому стані відповідно до правил і стандартів, та ним повинен керувати кваліфікований та, за необхідністю, належним чином сертифікований персонал.

Персонал терміналу повинен бути навчений усім аспектам безпечного завантаження та розвантаження балкерів, відповідно до його обов'язків. Навчання повинно бути проведено таким чином, щоб забезпечити знайомство із загальними небезпеками при завантаженні та розвантаженні різних типів

твердих навалочних вантажів. Персонал повинен мати уяви про несприятливі впливи, які можливі при неправильному виконанні вантажних операцій, та їх наслідки для безпеки судна, перевантажувального обладнання і персоналу [2].

Персонал терміналу, який бере участь у вантажно-розвантажувальних операціях, повинен бути забезпечений і використовувати засоби захисту персоналу, а також належним чином відпочивати, щоб уникнути нещасних випадків через втому.

Перед початком завантаження-розвантаження представник терміналу повинен надати капітану судна імена та процедури для зв'язку з персоналом терміналу або агентом вантажовідправника, які відповідатимуть за операції завантаження чи розвантаження та з якими капітан матиме контакт/

Під час вантажно-розвантажувальних операцій представник терміналу повинен [2]:

- вживати всіх запобіжних заходів, щоб уникнути пошкодження судна вантажно-розвантажувальним обладнанням і інформувати капітана про пошкодження;

- забезпечити утримання судна при завантаженні-розвантаженні у вертикальному положенні або, якщо крен необхідний з експлуатаційних причин, він має бути якомога меншим;

- переконатися, що розвантаження лівого борту точно відповідає розвантаженню правого борту в тому ж трюмі, щоб уникнути перекручування судна;

- у випадку вантажів високої щільності або коли окремі захватні вантажі є великими, попередити капітана про те, що на конструкцію судна можуть виникати високі локалізовані ударні навантаження, доки верхня частина танка не буде повністю покрита вантажем, особливо коли дозволено велике вільне падіння, необхідна особлива обережність на початку операції завантаження в кожному вантажному відсіку;

- забезпечити наявність домовленості між капітаном і представником терміналу на всіх етапах і стосовно всіх аспектів вантажно-розвантажувальних

операцій, та щоб капітан був поінформований про будь-які зміни узгодженої швидкості завантаження;

- вести облік ваги та розташування завантаженого або вивантаженого вантажу та переконатися, що вага в трюмах не відхиляється від узгодженого плану завантаження чи розвантаження;

- переконатися, що вантаж під час завантаження чи розвантаження відповідає вимогам капітана;

- забезпечити, щоб кількість вантажу, необхідна для досягнення осадки та диферентування при відправленні, дозволяла скинути та спорожнити весь вантаж на конвеєрних системах терміналу після завершення завантаження. З цією метою представник терміналу повинен повідомити капітану номінальний тоннаж конвеєрної системи терміналу та будь-які вимоги до очищення конвеєрної системи після завершення завантаження;

- у випадку розвантаження, максимально попереджати капітана, коли передбачається збільшити або зменшити кількість використовуваних розвантажувальних головок, і повідомляти капітану, коли розвантаження вважається завершеним з кожного трюму;

- гарантувати, що на борту судна чи поблизу нього не проводяться гарячі роботи, поки судно стоїть уздовж причалу, за винятком випадків, коли це дозволено капітаном і згідно з будь-якими вимогами компетентного органу.

Різна діяльність у портах може призвести до можливих ризиків для здоров'я, наприклад: вплив пилових вантажів; вплив шуму і вібрації; травми спини та розтягнення зв'язок. Є декілька нормативних документів, які регулюють питання роботи з речовинами, небезпечними для здоров'я, запобігання негативного впливу шуму та вібрації на роботі, використання індивідуального захисту на робочому місці тощо.

Доступ на судно повинен бути забезпечений судновими сходами або трапом. Це має бути належним чином обладнано, а якщо він проходить над водою, то включати захисну сітку. Безпечний доступ і вихід до трапа повинні здійснюватися з боку берега протягом усього часу роботи судна [3].

Наглядач повинен перевірити, чи доступ до/від судна та до/від суднового трюму або до палубного вантажу є в хорошому стані, правильно розташованим і в робочому стані перед початком вантажних операцій.

Персонал не повинен наражатися на ризик падіння.

Після того, як береговий персонал отримав безпечний доступ до трюму, необхідно підтримувати безпечний стан доступу/вихіду.

Люди повинні знати, що корабельні трюми, сходові клітки та підходи можуть бути забруднені небезпечними випарами чи газами, або можуть мати небезпечно низький рівень кисню. Тому до них слід ставитися як до замкнутого простору.

Може бути достатньо провентилювати такі приміщення, як корабельні трюми, просто відкривши люки та шляхи доступу, та давши час атмосфері нормалізуватися. Подібним чином період з відкритими дверима може забезпечити достатню вентиляцію для сходової клітини. У будь-якому випадку слід вжити заходів, щоб попередити персонал і контролювати доступ під час вентиляції. Люки/шляхи доступу, які не використовуються, повинні залишатися закритими або мати обмежений доступ [3].

Випробування на забезпечення безпеки атмосфери, включаючи перевірку на наявність достатньої кількості кисню, токсичних або отруйних газів, можна здійснити трьома способами:

- а) встановленими фіксовано приладами для визначення передбачуваних газів;
- б) переносними трубчастими аспіраторними реактивами;
- с) персональними/портативними моніторами-детекторами газу.

Роботи не слід розпочинати, доки територія та шляхи доступу/виходу не будуть перевірені та визнані безпечними.

Під час роботи поблизу незахищеного краю необхідно оцінити ризики, пов'язані з роботою на висоті. Заходи контролю для зменшення ризиків, пов'язаних з роботою на висоті, можуть включати (але не обмежуватися ними)

захисні сітки, рятувальні мотузки з ременями безпеки або системи запобігання падінню.

Типові небезпеки для персоналу під час завантаження та розвантаження суден, що перевозять насипні вантажі, включають наступні, але не обмежуються.

Небезпеки від вантажу [3]:

- сипучий вантаж рухатиметься/тектиме, доки не досягне «кута природного укосу». Це найкрутіший кут, при якому похила поверхня, утворена сипучим матеріалом, стійка. Далі вантаж може знову стати нестійким. Це може створити ризик для осіб, яким потрібен доступ до трюму під час операцій (наприклад для відбору проб). Вона може бути похована або розчавлена.

- вантаж може класифікуватися або не класифікуватися як небезпечний, але може мати характеристики, які роблять транспортування більш небезпечним, наприклад, хімічна реакція, самозаймання, вибух, зменшення вмісту кисню в атмосфері, утворення або виділення токсичних або легкозаймистих газів.

- існує ймовірність пожежі, яка може спричинити численні травми та смерть. Наслідки пожеж у сухих навалочних вантажах, крім травм і смерті, включають пошкодження суден, установок і обладнання.

- пожежі та/або вибухи можуть бути спричинені пиловими вантажами, що накопичуються на нагрітих поверхнях, електричному обладнанні, конвеєрах або місцях, де можуть утворюватися іскри.

Для уникнення ризиків від вантажу необхідно:

- проводити оцінку ризику для конкретного вантажу;
- переконайтеся, що нагромадження прямовисних поверхонь вантажу зведено до мінімуму, та встановити відповідні зони відчуження, де це необхідно;
- визначити процес входу до трюмів та контролювати доступ до трюмів всі часи;

- для певних вантажів необхідно спеціальне навчання персоналу, яке надасть поради щодо безпечних систем роботи, яких слід дотримуватися (наприклад вибухонебезпека, радіаційний захист);

- основні протипожежні заходи управління включають наступні, але не обмежуються – контроль температури тепловізором у трюмі, контроль можливих джерел запалювання, вентиляція вибухонебезпечних/займистих газів, розгортання системи пожежогасіння, прибирання.

Вплив пилових вантажів може спричинити:

- значні ризики для здоров'я та призводять до тривалого його погіршення здоров'я;

- ризик пожежі та вибуху.

Для уникнення ризиків від пилу необхідно [3]:

- слід уникати контакту з пилом, якщо це неможливо, тоді це слід належним чином контролювати;

- обмежити доступ персоналу до запилених місць;

- використовувати повністю закриті безперервні системи транспортування;

- зменшувати кількість пилу за допомогою бризок води або інших зв'язуючих засобів, де це безпечно та доречно;

- виключити або контролювати будь-які можливі джерела займання;

- переконайтеся, що все обладнання, яке використовується для зменшення впливу пилу, належним чином очищене, обслуговується та працює в належному робочому стані.

- застосувати відповідні системи фільтрації повітря в кабінах транспортних засобів, які використовуються для обробки пилових вантажів;

- використовувати систему дозволу на роботу для таких видів діяльності;

- дотримуватися належного порядку, щоб уникнути або звести до мінімуму накопичення або виділення пилу;

- надати адекватну інформацію, інструкції та навчання працівникам, щоб вони усвідомлювали ризики для здоров'я та могли належним чином використовувати заходи контролю;

- надати та використовувати засоби захисту органів дихання, вони повинні відповідати своїй меті, обслуговуватися та бути сумісними з іншими засобами захисту;

- при необхідності забезпечити медичний нагляд за працівниками.

Небезпеки від установок і обладнання включають, але не обмежуються:

- удар робочим обладнанням, задіяним в операції, таким як підйомне обладнання, вантаж або транспортні засоби на судні та березі;

- удар від падаючих компонентів/частин підйомного устаткування та механізмів;

- робоче обладнання може спричинити травми через захоплення, заплутування, затягування або удар;

- пожежі та/або вибухи можуть бути викликані пиловими вантажами, що накопичуються на нагрітих поверхнях установок і обладнання.

Для уникнення ризиків від установок і обладнання необхідно:

- виконувати правила використання відповідного робочого обладнання;

- під час вибору робочого обладнання необхідно врахувати тип вантажу та спосіб використання обладнання, щоб переконатися, що обладнання придатне та відповідає призначенню;

- обладнання для обробки вантажів, що використовується для завантаження або розвантаження, повинно відповідати призначенню;

- усі особи, відповідальні за планування, нагляд та виконання вантажопідйомних операцій/обладнання, повинні бути в курсі проектного терміну служби перевантажувального обладнання, щоб переконатися, що він придатний для операції, для якої він використовується;

- обладнання повинно бути обладнано відповідними системами безпеки, включаючи конструкціями захисту від перекидання та падіння предметів, пожежогасінням, камерами заднього виду тощо;

– для обладнання повинні бути встановлені відповідні режими технічного обслуговування та перевірок відповідно до інструкцій виробника та характеру роботи;

– у ситуаціях, коли мобільна техніка працює над вантажем, існують ризики перекидання, ковзання, затоплення, падіння або пошкодження. Перш ніж подавати машину до вантажу, слід підготувати відповідну зону, щоб забезпечити безпечний доступ до неї та її експлуатацію;

– доступ до стаціонарних установок може знадобитися для забезпечення безпеки персоналу, де існує ризик затягування та защемлення.

Перевантаження вантажів на терміналі повинно здійснюватися безпечними й іншими засобами, що знижують небезпеку травматизму, можливості інтоксикації, фізичної перенапруги, забруднення суднових приміщень, акваторії, ґрунту і повітря території терміналу [8].

Усі перевантажувальні роботи на терміналі повинні проводитися за технічними картами, погодженими в установленому порядку.

Для переміщення навалочних вантажів повинні використовуватися засоби транспорту, які зручно навантажуються й розвантажуються механізованим способом.

Забороняється перебувати людям навпроти висипних труб, лотків, скреперів та інших транспортних пристроїв, що викидають вантаж. Робітник, який спостерігає за роботою викидувачів (примерів), повинен знаходитися під вітром. Перебування людей у трюмах при навантажуванні сипучих і вантажів, які пилять, забороняється [8].

Портові робітники повинні бути забезпечені засобами індивідуального захисту, спецодягом і спецвзуттям в залежності від метеоумов, властивостей вантажів, які переробляються, їх токсикологічної характеристики й умов праці при різних способах і методах їх перевантаження [8].

Висновок до розділу 4

Забезпечення охорони та безпеки праці є важливою частиною, як проєктувальних робіт, так експлуатації портових терміналів. Для цього розробляються та підтримується у належному стані рішення щодо мікроклімату, освітлення, захисту від вібрації та шуму, від електромагнітного випромінювання, по опаленню та вентиляції тощо. Також важливим є використання працюючими при роботі комплектів індивідуальних засобів захисту (спецодяг, спецвзуття, захисні окуляри, протигаз, респіратор) відповідно до діючих нормативних документів.

ВИСНОВКИ:

1. Портова інфраструктура є важливою ланкою у світовій торгівлі, більшість якої припадає на морський транспорт, який не може ефективно функціонувати у відсутності належної портової інфраструктури.
2. Зростання світової торгівлі, що, у свою чергу, призводить до збільшення морських перевезень, потребує розвитку та інтенсифікації роботи портової інфраструктури.
3. Досягнути інтенсифікації роботи портової інфраструктури можливо за рахунок раціонального технологічного компонування портів та терміналів.
4. Наразі промисловість виробляє різноманітне перевантажувальне обладнання, що дозволяє, маючи дані щодо прогнозного вантажопотоку, здійснити раціональне комплектування портів технологічним обладнанням.
5. Просторове планування та імітаційне моделювання дозволяє створювати моделі портової інфраструктури та аналізувати її роботу при різних умовах та вантажопотоках.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ:

1. 600T-1600T Bridge Type Grab Ship Unloader for Terminal Loading and Unloading with CE Certificate. https://huasui8888.en.made-in-china.com/product/jmKpAsYHJzUP/China-600T-1600T-Bridge-Type-Grab-Ship-Unloader-for-Terminal-Loading-and-Unloading-with-CE-Certificate.html?pv_id=litvluif7c2f&faw_id=litvlut0bcec&bv_id=litvlut0e59b&pbv_id=litvluh1ec0. (Дата звернення: 30.05.2025).
2. SAFE LOADING AND UNLOADING OF BULK CARRIERS. 2003. https://assets.publishing.service.gov.uk/media/5ed0e02ed3bf7f4601e576a2/Safe_loading_and_unloading_of_bulk_carriers_-_Tagged.pdf&ved=2ahUKEwj8v_xnviNAxXP3QIHHWVEM_cQFnoECBAQAQ&usg=AOvVaw0To38woGmU2DQEziGrHSrv. (Дата звернення: 30.05.2025). (1)
3. SIP 007 - GUIDANCE ON LOADING AND UNLOADING OF DRY BULK CARGO. May 2020 Revised Draft Jan. 2023. <https://www.portskillsandsafety.co.uk/knowledge-hub/sip007-guidance-on-loading-and-unloading-of-dry-bulk-cargo/>. (Дата звернення: 30.05.2025). (2)
4. The Review of Maritime Transport. UNCTAD, RMT, New York and Geneva, 2024. URL: <https://unctad.org/publication/review-maritime-transport-2024>. (Дата звернення: 30.05.2025). (8)
5. Вільковський Є.К., Кельман І.І., Бакуліч О.О. Вантажознавство (вантажі, правила перевезень, рухомий склад): Навчальний посібник. – Львів: "Інтелект-Захід", 2007. – 495 с. (6)
6. Габ О. Аналіз економічного потенціалу морських портів України в умовах реалізації інноваційних можливостей / Economic Analysis, Volume 29, Issue 1, 2019. 42.
7. Григорак М.Ю. Логістична інфраструктура: навчальний посібник / М.Ю. Григорак, Л.В. Костюченко, О.Є. Соколова. – К.: Логос, 2013. – 400 с.
8. ДСанПіН 7.7.4.-046-99 «Державні санітарні правила і норми для морських та річкових портів». – URL:

<https://zakon.rada.gov.ua/rada/show/v0046588-99#Text>. (Дата звернення: 17.05.2025). (4)

9. Закон України «Про морські порти України». – URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/4709-17#Text>. (Дата звернення: 17.05.2025). (11)

10. Кудрицька Н. В. Морська інфраструктура України у рейтингу країн світу: сучасний стан та перспективи / Н. В. Кудрицька // Економічний вісник університету. - 2020. - Вип. 45. - С. 151-157. URL: http://nbuv.gov.ua/UJRN/ecvu_2020_45_22. (Дата звернення: 22.05.2025).

11. Міністерство інфраструктури України. Інформація про водний транспорт України [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <https://mtu.gov.ua/content/informaciya-pro-vodniy-transport-ukraini.html> (Дата звернення: 18.05.2025).

12. Нікулін С.Г. Світові тенденції розвитку морських портів / С.Г. Нікулін, Н.В. Рощина // Економіка: реалії часу, № 4 (20), 2015. – URL: <https://economics.net.ua/files/archive/2015/No4/148-154.pdf>. (Дата звернення 20.05.2025).

13. Нікулін С.Г. Світові тенденції розвитку морських портів / С.Г. Нікулін, Н.В. Рощина // Економіка: реалії часу, № 4 (20), 2015. – URL: <https://economics.net.ua/files/archive/2015/No4/148-154.pdf>. (Дата звернення 10.06.2025). (14)

14. Організація виконання вантажних і складських операцій : Навчальний посібник / О.В. Лаврухін, Д.В. Ломотько, Є.С. Альошинський та ін. ; за заг. ред. С.В. Панченка. Харків : УкрДУЗТ, 2015. 181 с.

15. Про затвердження Мінімальних вимог щодо безпеки та здоров'я працівників під час виконання робіт у морських портах. Наказ №2352 від 18.11.2020. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/z0033-21#Text>. (Дата звернення: 30.05.2025). (5)

16. Про затвердження Морської доктрини України на період до 2035 року. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/1307-2009>. (Дата звернення: 22.05.2025).
17. Про затвердження Правил охорони праці під час експлуатації вантажопідіймальних кранів, підіймальних пристроїв і відповідного обладнання. Наказ № 62 від 19.01.2018. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/z0244-18#Text>. (Дата звернення: 30.05.2025).
18. РД 31.31.37-78 «Норми технологічного проектування морських портів (ВНТП 01-78 / Мінморфлот)». – URL: <https://files.stroyinf.ru/Data2/1/4294817/4294817462.pdf>. (Дата звернення: 02.06.2025). (3)
19. Стратегія розвитку морських портів України на період до 2038 року. – URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/548-2013-%D1%80#Text>. (Дата звернення: 22.05.2025). (20)