

**Міністерство освіти і науки України
ОДЕСЬКА НАЦІОНАЛЬНА МОРСЬКА АКАДЕМІЯ**

В.Д. Савчук

Технологія перевезення вантажів

Підручник

*Рекомендовано Міністерством освіти і науки України
як підручник для курсантів і студентів спеціальності
«Судноводіння» вищих навчальних закладів,
лист № 1.4/18 – Г-24 від 11.01.2007*

Одеса – 2018

ББК 39.486.4
С 13
УДК 656.614.3

Савчук В.Д.

С 13 Технологія перевезення вантажів [Текст]: підручник для курсантів і студентів морських вузів. – Одеса: ОНМА, 2018. – 335 с.

ISBN 978-966-7591-19-9

Рецензенти:

Завідувач кафедрою «Морські перевезення» Одеського національного морського університету Шибаєв О.Г., д.т.н., професор.

Завідувач кафедрою «Автоматизованих систем моніторингу навколишнього середовища» Одеського державного екологічного університету, Корбан В.Х., д.т.н., професор.

Завідувач відділом ринку транспортних послуг Інституту проблем ринку і економіко-екологічних досліджень НАН України Котлубай М.І., д.е.н., старший науковий співробітник.

У підручнику викладені класифікація та транспортні характеристики вантажів, які перевозяться морським транспортом. Розглянуто механізм регулювання теплового та вологового обміну вантажів, які знаходяться у вантажних приміщеннях судна, та зовнішнім середовищем, описана методика регулювання мікроклімату вантажних приміщень судна в залежності від стану системи “зовнішнє середовище – трюмний мікроклімат – вантаж”, показані методи розрахунку вантажного плану універсальних та спеціалізованих суден.

Підручник призначений для курсантів і студентів вищих морських навчальних закладів напрямів підготовки 1003 “Судноводіння і енергетика суден” професійного спрямування “Судноводіння”.

Параграф 11.5 підготував к.т.н. Голіков В.В.

ISBN 978-966-7591-19-9

© В.Д.Савчук, 2006

ВСТУП

Морським флотом щорічно перевозяться значні матеріальні цінності, обсяг перевезень невідомо зростає.

Для постійного покращення кількісних та якісних показників роботи флоту суднові екіпажі повинні, в першу чергу, забезпечити збереження перевозимих вантажів, а також швидкість доставки одержувачам вантажів, максимально зменшити експлуатаційні витрати. Тому удосконалення технології перевезення вантажів морем є однією з найбільш важливих задач, які стоять перед морським транспортом України.

Мета курсу “Технологія перевезення вантажів” – навчити майбутніх командирів морського флоту України раціональному використанню складного інженерного устаткування – морського транспортного судна для забезпечення збереження вантажів при їх перевезенні від відправника до одержувача в оптимально скорочені строки.

Для подальшої реалізації на практиці цієї багатопланової задачі в підручнику даються фізико-хімічні властивості та транспортні характеристики вантажів, описуються основні закономірності розвитку процесів тепломасопереносу в складній системі “зовнішнє середовище – трюмне повітря – вантаж”, прямі та зворотні зв’язки елементів цієї системи.

Системний підхід до викладення курсу дозволяє в доступній та наглядній формі розкрити механізм фізичних та тепловологових процесів, які можуть виникати та розвиватися в масиві вантажу, що знаходиться в вантажних приміщеннях судна в залежності від багатьох факторів: транспортних характеристик вантажу, технічного оснащення вантажних приміщень судна засобами формування трюмного мікроклімату, швидкості зміни параметрів зовнішнього середовища та трюмного повітря. Це, в свою чергу, послужить основою для міцного засвоєння методів раціональної та безпечної експлуатації судна, вивченню прийомів, які забезпечують збереження вантажів при їх перевезенні морем.

Правильно завантажити судно – це означає забезпечити збереження вантажів при морському перевезенні, досягнення максимальної економічної ефективності роботи судна при одночасному забезпеченні безпеки мореплавання.

Дисципліна “Технологія перевезення вантажів” тісно пов’язана з навчальними дисциплінами “Теорія та обладнання судна”, “Управління судном”, “Комерційна експлуатація суден”, “Економічна теорія”, “Метеорологія”, “Морське право” та інші.

Вивчення дисципліни дозволить майбутньому фахівцю морського транспорту засвоїти транспортні характеристики вантажів і закономірності їх зміни під впливом перемінних параметрів зовнішнього середовища, мати уяву про структуру транспортно-технологічних схем перевезення, придбати знання, які необхідні для оцінки ступеня придатності даного судна та його обладнання для здійснення конкретного перевезення, кваліфіковано користуватися довідковими та нормативними документами, які

регламентують перевезення того чи іншого вантажу, правильно розраховувати вантажний план судна, знати прийоми та методи, які забезпечують збереження вантажу під час його перевезення морем, а також забезпечити безпеку мореплавання судна.

Автор вдячний Частоколян І.Ю. та Шакуну С.М. за їх значну допомогу в підготовці цього підручника.

Розділ 1

КЛАСИФІКАЦІЯ ТА ТРАНСПОРТНІ ХАРАКТЕРИСТИКИ ВАНТАЖІВ, ЩО ПЕРЕВОЗЯТЬСЯ МОРСЬКИМ ТРАНСПОРТОМ

1.1. Класифікація вантажів

Вантаж - це продукт виробництва або товар, прийнятий морським транспортом до перевезення.

З того моменту, коли товар пред'явлений до перевезення, він здобуває нову якість - стає вантажем.

При перетворенні товару в категорію вантажу для морського транспорту не має значення ряд його товарних характеристик (таких, наприклад, як споживчі властивості), але з'являється необхідність вивчення й обліку транспортних характеристик вантажу.

Транспортні характеристики вантажу - це сукупність властивостей вантажу, які визначають умови його зберігання, завантаження, перевезення й вивантаження.

Вантаж характеризується: режимом зберігання; розмірами, формою й масою вантажних місць; способами впакування; засобами перевантаження; фізико - хімічними властивостями; технологією перевезення.

Морський транспортний флот перевозить велику кількість вантажів, які істотно відрізняються своїми транспортними характеристиками. Тому для вивчення умов забезпечення збереження вантажів при перевезенні морем необхідно, насамперед, мати ясне уявлення про систему, що поєднує цю безліч вантажів, тобто про їхню класифікацію.

Вибір ознак, за якими виконується класифікація, не може бути довільним. В іншому випадку класифікація виявиться підлеглою приватним завданням, а не загальній проблемі. Тому необхідно орієнтуватися не на випадкові, а на визначальні ознаки, відповідні основній проблемі, заради якої створюється класифікація. Такою проблемою, коли мова йде про вантажі, є забезпечення їхнього збереження під час перевезення на суднах морського флоту. Класифікація, таким чином, служить для розкриття закономірностей, характерних для тієї або іншої безлічі явищ або предметів.

Найпоширенішим є розподіл вантажів на сухі і наливні (рідкі).

Розглядаючи питання класифікації сухих вантажів, необхідно мати на увазі, що ознаки спільності, за якими поєднуються окремі групи цих вантажів, значно розрізняються між собою, тому існує кілька видів класифікації сухих вантажів.

За способом перевезення вантажі класифікуються на: штучні, навалочні, насипні і наливні (ДЕРЖСТАНДАРТ 15831 – 70).

Штучні вантажі часто називають генеральними (*general* – загальний), складаються з окремих упакованих вантажних місць. Особливістю генеральних вантажів є те, що на судні одночасно можна перевозити безліч дрібних партій різних видів вантажів, причому партія може складатися навіть із одного місця.

За розмірами і масою генеральні вантажі підрозділяються на:

- довгомірні (довжина 9 м і більше);
- великовагові (масою 3 т і більше);
- великогабаритні (металоконструкції, устаткування в упаковці і без неї, а/м, с/г техніка і ін.).

Навалочні вантажі перевозяться без упаковки. До них відносяться вантажі, які складаються з великої кількості одиниць різної величини, що досягають значних відмінностей за розмірами і масою, наприклад, вугілля антрацит - плита, містить у собі шматки масою в кілька сотень кілограмів і вугільний пил - штиб, що представляє дрібні частки.

Насипні вантажі також перевозяться без упаковки, але, на відміну від навалочних вантажів, вони характеризуються однорідністю окремих часток, з яких складається маса вантажу. Характерним прикладом таких вантажів можуть служити: зерно, метало-рудні концентрати, добрива.

По фізико - хімічним властивостям вантажі класифікуються на:

- гігроскопічні, тобто такі, що легко сприймають вологу з зовнішньої атмосфери і легко її віддають в атмосферу (цукор, сіль, мінеральні добрива і ін.);
- вибухові (порох, динаміт і ін.);
- отрутні (хлороформ, стрихнін, сулема і ін.);
- вогнебезпечні (бензин, гас, волокнисті вантажі);
- шкідливі, що виділяють гази (сірка, нафта і ін.);
- спікливі (агломерат);
- що змерзаються (руди і рудні концентрати);
- що злежуються (цукор-сирець, добрива, сіль і ін.);
- що порошать (апатити, цемент, вугілля, рудні концентрати і ін.);
- що виділяють специфічні запахи (сири, шкіри, пряності і ін.);
- що сприймають сторонні запахи (фрукти, чай, кава, пряності);
- що піддаються природній втраті маси (фрукти, овочі, спирти).

Класифікація за способом перевезення дозволяє вирішити питання про вибір необхідного типу судна для перевезення того або іншого виду вантажу.

Класифікація за фізико-хімічними властивостями дає можливість перевізникові правильно планувати розміщення вантажів на судні, з урахуванням можливості їхнього спільного перевезення на одному судні, в одному вантажному приміщенні, з урахуванням забезпечення збереження їх доставки вантажоодержувачеві.

За режимом перевезення генеральні вантажі класифікуються на: *нережимні і режимні*.

До категорії *нережимних* відносяться вантажі, фізико-хімічні властивості яких такі, що дії агресивних факторів траси перевезення не викликають погіршення їхньої якості або товарного виду. Вантажі, що становлять цю категорію, не потребують створення у вантажних приміщеннях судна яких-небудь особливих умов транспортування (устаткування, скло, метал і ін.).

До категорії *режимних* вантажів відносяться такі, які потребують створення у вантажних приміщеннях судна певних умов, без дотримання яких

збереження вантажів під час їхнього морського перевезення або зовсім неможливе, або можливе протягом обмеженого часу.

У цілому структура класифікації виглядає так:

Категорія - Клас - Підклас - Рід - Вид - Підвид

Категорія – перший щабель класифікації вантажів, у якій вони об'єднані за ознакою схильності впливу агресивних факторів, що діють на вантаж (режимні і нерезимні).

Клас – поєднує вантажі за ознакою необхідності чіткого регулювання температурного режиму при їхньому перевезенні. Наприклад, режимні вантажі містять у собі два класи: *рефрижераторні і нерефрижераторні*.

Підклас – включає вантажі, які характеризуються спільністю представлених ними вимог до температурно–вологого і повітря обмінного режимів перевезення. Наприклад, клас рефрижераторних вантажів включає підкласи: що заморожуються, охолоджених і охолоджуваних вантажів, а нерезимні вантажі діляться на підкласи: термовологорежимні, вологорежимні і терморежимні.

Рід – містить у собі вантажі, об'єднані спільністю походження і фізико-хімічних властивостей, що визначають вимоги і умови перевезення. В окремих випадках рід може виявитися останньою ланкою в ланцюзі класифікації вантажів.

Вид – поєднує в межах одного роду кілька вантажів за ознакою більш вузькою, ніж рід. У тих випадках, коли рід є найменуванням конкретного вантажу, вид характеризує спосіб його пакування, у більшості випадків вид - це найменування конкретного вантажу.

Підвид – це останній щабель класифікації, що характеризує спосіб упакування даного виду вантажу.

Розглядаючи режимні вантажі, було зазначено, що ця категорія містить у собі два класи: *рефрижераторні і нерезимні*.

Перший з них охоплює тільки швидкопсувні вантажі.

Тут доречно буде відзначити, що термін «*швидкопсувний вантаж*» до деякої міри умовний.

Відомо, що ряд вантажів, які називаються швидкопсувними за певних умов, дуже часто перевозяться на звичайних судах.

З іншого боку, вантажі, віднесені до тих, які стійко зберігаються, можуть бути зіпсовані в короткостроковому рейсі, якщо перевізником або відправником не були прийняті необхідні захистні та профілактичні міри.

Таким чином, всі режимні вантажі в тому або іншому ступені швидкопсувні і всі вони висувають певні вимоги до температурного й вологого режимів перевезення.

Корінні ж відмінності *рефрижераторних* вантажів від *нерезимних* полягають у тому, що, по-перше, оптимальний режим їхнього перевезення обмежений рамками більш вузького діапазону, по-друге, тривалість їхнього знаходження в умовах режиму, що виходить за рамки цього діапазону, набагато менша, ніж нерезимних вантажів.

Як було відзначено раніше, рефрижераторні вантажі підрозділяються на такі підкласи: заморожені, охолоджені і охолоджувані.

До заморожених відносять вантажі, які перевозяться при температурі нижче -6°C .

Охолоджені – вантажі, які перевозяться при температурі від -5°C до -1°C .

Охолоджувані – вантажі, що вимагають позитивних температур під час перевезення, у діапазоні від 0°C до $+15^{\circ}\text{C}$. При цьому мається на увазі, що залежно від параметрів зовнішнього середовища охолоджені вантажі можуть перетворитися в «обігриваючі», тобто може виникнути необхідність підтримувати в трюмі температуру трохи вищою, ніж температура зовнішнього повітря.

Рефрижераторні вантажі, які становлять підклас охолоджуваних, характерні тим, що для їхнього збереженого перевезення потрібна підтримка в трюмах не тільки температурно - вологого, але й повітряно - обмінного режимів.

Деякі з них, наприклад, плоди і овочі, з біологічної точки зору, є живими організмами, тому що вони перебувають у стані безперервного обміну речовин з навколишнім середовищем. У результаті «*дихання*» вони поглинають кисень і виділяють вуглекислий газ, тепло, воду, а плоди виділяють ще етилен й інші легкі речовини. Тому такі «*живі*» вантажі вимагають, по-перше, постійного припливу свіжого повітря, що містить кисень, а по-друге, безперервного видалення продуктів дихання, які, залишаючись у трюмі, псують вантаж.

Під час перевезення ж «*неживих*» вантажів (ковбас, копченого м'яса, рибних продуктів) потрібен періодичний повітрообмін вантажних приміщень для запобігання появи запаху затхлості.

Клас нерефрижераторних вантажів ділять на такі підкласи:

- термовологорежимні, що вимагають повітрообміну;
- термовологорежимні, що не потребують повітрообміну;
- вологорежимні;
- терморежимні.

Із цих назв підкласів видно, що до перших двох відносяться вантажі, які висувають певні вимоги до теплового і вологого режимів перевезення та зберігання.

Третій і четвертий підкласи містять у собі вимоги підтримки або вологого, або теплового режимів відповідно. Оптимальні умови перевезення нерефрижераторних вантажів характеризуються не тільки більш широким діапазоном контрольованих величин, чим під час перевезення рефрижераторних, але й можуть бути обмежені лише однією якоюсь межею.

Зокрема, окремі термовологорежимні вантажі, за умови підтримки відносної вологості повітря в трюмі на рівні нижче точки роси, можна перевозити при будь-якій температурі нижче або вище певної величини.

Різноманіття фізико - хімічних властивостей, властивих різним вантажам, приводить до того, що в багатьох випадках спільне їхнє перевезення не тільки

припустиме, але й неможливе. Порушення цих обмежень неминуче викликає псування вантажів або втрату їхніх товарних якостей.

Питання про сумісність вантажів встають дуже гостро при одноразовому перевезенні на одному судні безлічі дрібних партій різноманітних вантажів. Це є однією з характерних рис роботи лінійних суден.

Для рішення питання про можливості розміщення в одному вантажному приміщенні різнорідних вантажів необхідно не тільки знати їхні властивості, але і як ці властивості проявляються залежно від тари й упаковки, у якій вони пред'являються для транспортування морем.

Так, наприклад, оселедці, які перевозяться у запаєних металевих банках, тобто в герметичні упаковці, ніяк не впливають на вантажі, розміщені з ними спільно. У той же час оселедці, упаковані у дерев'яні бочки, видають специфічний запах, і спільне з ними розміщення будь-яких харчових вантажів, а також багатьох промислових товарів (тканин, одягу і т.д.) приведе до псування останніх.

Можливість сумісності окремих видів вантажів позначається цифрами. Якщо скласти таблицю, у якій у верхніх горизонтальних клітинках указати вантажі, а в лівому вертикальному стовпці – інші вантажі, то в клітинці на перетинанні будь-яких двох груп вантажів, що цікавлять нас, можна поставити цифру, що вказує на можливість їхнього спільного перевезення:

- 1 - «спільне перевезення на одному судні забороняються»;
- 2 - «через відсік від» - вантажі повинні бути розділені двома сталевими водонепроникними перегородками;
- 3 - «у сусідньому відсіку від» - вантажі повинні бути розділені вертикальним сталевим водонепроникним перегородками;
- 4 - «в одному відсіку, але в різних приміщеннях від» - вантажі повинні бути розділені сталеву палубою;
- 5 - «в одному приміщенні за умови поділу вантажем, нейтральним стосовно двох перевезених»;
- 6 - «в одному приміщенні, але із сепарацією»;
- 7 - «спільне розміщення допускається без обмежень».

1.2. Основні транспортні властивості вантажів

Майже всі вантажі, які перевозяться морським транспортом, мають специфічні, властиві їм властивості, за якими установлюють певні характеристики або показники, використовувані для визначення умов збереження при перевезенні.

Сукупність властивостей вантажу, що визначають умови і техніку його зберігання, перевантаження і перевезення, називаються *транспортними характеристиками вантажу*.

Фізико-хімічні властивості і стан вантажів визначають можливість спільного перевезення та порядок розміщення у вантажних приміщеннях судна.

За своїми фізико-хімічними властивостями вантажі розділяють на дві основні групи: швидкопсувні і ті, що стійко зберігаються.

Крім того, за іншими різними ознаками можуть бути виділені вантажі:

- вибухові, самозаймисті і вогнебезпечні;
- що порошать, що виділяють гази і запахи;
- гігроскопічні і ін.

Ряд вантажів характеризуються декількома показниками, які необхідно враховувати: у процесі навантаження/вивантаження, при укладанні їх у вантажних приміщеннях і протягом усього строку перебування вантажу на судні.

Наприклад, для зернових і бобових культур, які перевозяться насипом, такими показниками і характеристиками є: вологість, сипкість, кут природного схилу, скважистість, зараженість і ін.

До основних властивостей вантажів можна віднести такі:

Вологість – найважливіший показник стану вантажу, оскільки від неї залежить виникнення в масиві вантажу процесів плісняви, гниття, самозігрівання і самозаймання. Вологовміст вантажів залежить від такої їхньої властивості, як гігроскопічність, тобто здатність вантажу убирати вологу з навколишнього середовища. Гігроскопічність вантажу також залежить від його властивостей і умов зовнішнього середовища. Деякі вантажі убирають вологу і утримують її в собі внаслідок капілярно-пористої структури речовини, наприклад, руди і рудні концентрати, вугілля і деякі інші вантажі мінерального походження усмоктують будь-яку рідину.

Вологовміст гігроскопічних матеріалів характеризується такими показниками, як:

– абсолютна вологість вантажу (вологість вантажу на суху масу) – це відношення маси води до маси сухого вантажу, виражене у відсотках

$$\omega_a = (q_{вл} / q_c) \cdot 100\%, \quad (1.1)$$

– відносна вологість вантажу (вологість вантажу на загальну масу) – це відношення маси рідини до маси всього вологого вантажу, виражене у відсотках

$$\omega_o = (q_{вл} / q_{вл.г}) \cdot 100\%. \quad (1.2)$$

Нормальне, або стандартне, значення вологовмісту гігроскопічного вантажу називається кондиційною вологістю.

Найбільша кількість води, що може поглинути одиниця маси сухого вантажу з насиченої пароповітряної атмосфери, називають максимальним гігроскопічним вологовмістом.

Висока відносна вологість повітря може сприяти переходу деяких вантажів у розчини, наприклад, очищені солі і добрива, які складаються з водорозчинних речовин. Такі вантажі необхідно захищати від взаємодії з вологою, що перебуває в повітряному середовищі, тому що вологість гігроскопічних вантажів перебуває в прямій залежності від відносної вологості повітря.

Зміна вологості вантажу приводить до зміни його якості, маси та ряду інших характеристик.

Наприклад, від величини вологості зернових вантажів залежить їхня сипкість, кут природного схилу, інтенсивність протікання процесів проростання, самозигрівання і ін.

2. *Сипкість* -- це здатність переміщення навалочних і насипних вантажів на один борт при плаванні судна на хвилюванні, що може привести до небезпечного крену або навіть погрози перекидання судна.

Ступінь сипкості вантажів впливає на ступінь природної наповнюваності вантажних приміщень: чим вище значення сипкості, тим краще заповнюються вантажні приміщення.

Показником сипкості є кут природного схилу (кут спокою) - це кут між підставою штабеля насипного вантажу і його утворюючої.

По куті природного схилу можна визначити необхідність використання устаткування для штивки вантажу в трюмі. Якщо вантаж добре обсипається і не утворює гострого конуса в трюмі, то немає необхідності затрачати час і засоби на вирівнювання поверхні і заповнення трюму під палубу.

Кут природного схилу залежить від роду та кондиційного стану вантажу. Пухкі і пористі навалочні вантажі мають більший кут природного схилу, чим тверді кускові вантажі.

Зі збільшенням вологості вантажу кут природного схилу росте, але до певного значення вологості, при подальшому збільшенні вологості вантажу він зменшується.

Розрізняють кут природного схилу в спокої і русі, у спокої цей кут на 10 - 18 градусів більше, ніж у русі.

Навалочні вантажі умовно прийнято розділяти на дві категорії:

1 -а категорія - вантажі, у яких кут природного схилу дорівнює або менше 35 градусів (усі зернові вантажі, рудні концентрати і ін.);

2 -а категорія - вантажі, кут природного схилу яких має стійке значення більше 35 градусів.

Вантажі 1-ї категорії вважаються небезпечними з погляду зсуву, тому при їхньому перевезенні необхідно приймати додаткові заходи обережності, щоб виключити їхній зсув.

3. *Усадка* -- це ущільнення навалочних і насипних вантажів унаслідок перерозподілу часток вантажу в масиві насипу і здавлювання нижніх шарів верхніми. На усадку вантажів впливають властивості вантажів, їхній гранулометричний склад, вібрація корпусу судна, хитамиця і слемінг при плаванні на хвилюванні і ін. Дослідження підтвердили, що, наприклад, усадка зерна в рейсах з портів США і Канади на порти Чорного моря в зимовий період досягала 11% від первісного об'єму.

4. *Питомий навантажувальний об'єм (ПНО)* -- об'єм, що його займав 1 тонна вантажу у вантажному приміщенні.

Під час перевезення зернових вантажів навантажувальний об'єм є критерієм, за яким ці вантажі діляться на «важкі» - жито, ячмінь, пшениця,

горох, рис (ПНО = 1,13 – 1,54 м³/т) і «легкі» - овес, соняшник, лляне насіння, арахіс (ПНО = 1,50 – 3,7 м³/т).

5. *Самозігрівання* – це підвищення температури вантажу в результаті дії внутрішніх джерел тепла (біологічні або хімічні процеси). Самозігріванню піддаються багато вантажів рослинного походження і ряд копалин (зернові, жири, волокнисті, торф, вугілля, деякі руди і їхні концентрати і ін.).

Як приклад самозігрівання і самозаймання вантажу шроту можна навести приклади пожеж на т/х «Георгій Димитров» у п. Гамбург (1976 р.) і т/х «Партизан Бонівур» у п. Херсон (1978 р.). Перше судно вдалося врятувати, вогнища загоряння були ліквідовані, друге судно через пожежу було виведено з експлуатації і списано на металобрухт.

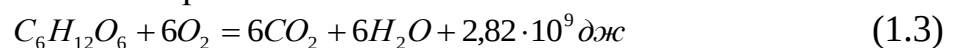
Самонагрівання вантажів рослинного походження викликається такими причинами: біологічним процесом («дихання»), життєдіяльністю мікроорганізмів і шкідників.

При «диханні» зерна, насіння, фруктів і овочів з навколишньої атмосфери вантаж поглинає кисень, а виділяє вуглекислий газ, воду і тепло.

Енергія «дихання» залежить від властивостей вантажів, температури і вологості навколишнього середовища. Підвищення температури і вологості сприяє розвитку бактерій, що, у свою чергу, стимулює життєдіяльність цих мікроорганізмів і приводить до подальшого нагрівання вантажу.

Якщо вантаж має малу теплопровідність, то теплота, що виділяється, накопичується і температура масиву вантажу підвищується.

Для переважної більшості плодоовочевих вантажів процес «дихання» описується таким балансовим рівнянням



З нього видно, що обсяг кисню, який поглинається, і виділеного вуглекислого газу при «диханні» однаковий.

Кількість тепла, що виділяється плодоовочевим вантажем при «диханні», приблизно дорівнює кількості тепла, що розраховується по вуглекислому газі, який виділився, виходячи із сумарного рівняння дихання.

Тому, як показав Грін, приблизно можна вважати, що

$$q_t = q_0 \exp bt, \quad (1.4)$$

де q_t - кількість тепла виділюване вантажем при температурі $t^\circ\text{C}$, Вт/кг;

q_0 - мінімальне тепловиділення при 0°C , Вт/кг;

b - температурний коефіцієнт.

6. *Розрідження* – це властивість руд і рудних концентратів під впливом хитамиці і вібрації судна, зміни температури зовнішнього середовища здобувати властивості рідини.

При перезволоженні деяких руд, рудних концентратів з малими розмірами часток, сили зчеплення зменшуються і вантаж, розріджуючись, переходить у новий стан, при якому змінюється форма штабеля, і він здобуває властивості рідини.

В 1964 році в Біскайській затоці зазнав аварії і затонув т/х «Умань» з вантажем марганцевої руди (концентрату) підвищеної вологості і з домішками снігу, що була завантажена в п. Поті. Як було встановлено комісією, під час переходу судно було піддано впливу хвилювання і стрімкій хитавиці, у результаті чого відбувся перерозподіл вологи в масиві вантажу. Під впливом хвиль вантаж змістився і судно затонуло.

7. *Злежуваність* – це здатність часток вантажу більш міцно зчіплюватися одна з одною, що приводить до втрати вантажем властивостей сипкості. Злежуванню піддані в найбільшій мірі цукор, сіль поварена, селітра, калійні і азотні добрива, руди, їхні концентрати і ін.

Причинами злежування є: збільшення зчеплення часток вантажу від здавлювання при значній висоті штабелювання, кристалізація солей з розчинів і перехід з'єднань речовини з одних модифікацій в інші, хімічні реакції у вантажах.

Ступінь злежування залежить від розміру, форми і характеру поверхні часток вантажу, наявності та складу домішок, гігроскопічності і вологості вантажу, параметрів зовнішнього середовища на трасі переходу, тривалості рейса.

Злежування добрив можна проілюструвати на такому прикладі.

У липні – серпні 1976 року в п. Херсон на т/х «Джузеппе ді Вітторіо» у трюми №№ 2, 3, 4 було завантажено 6250 тонн сульфату амонію. Під час переходу температура заборотної води коливалася від + 20°C до + 32°C, повітря від + 24°C до + 38°C. На твіндеках №№ 2, 3, 4 перебували різні генеральні вантажі, у тому числі і харчові. Для їхнього збереження при перевезенні на переході включалася вентиляційна система вантажних приміщень. При вивантаженні вантажів у п. Хайфон було виявлено, що поверхня сульфату амонію перетворилася в монолітну масивну плиту, яку змогли зруйнувати, опустивши в трюм трактор «Білорусь» з ковшовою лопатою. При такій технології норма вивантаження сульфату амонію зменшилася в 4 - 5 разів.

Вогнебезпечність і вибухонебезпечність – це властивості вантажів займатися або вибухати за певних умов.

Залежно від умов виникнення горіння вогнебезпечні вантажі можна розділити на три групи:

- горючі - здатні зайнятися від досить потужного джерела запалення;
- легко займисті - загораються від слабкого полум'я або іскри;
- самозаймисті - здатні запалитися від теплоти, що виділяється при хімічному, фізичному або біохімічному процесі.

Крім перерахованих вище властивостей вантажів, їхніх характеристик і показників, є багато інших ознак вантажу (отруйність, радіоактивність, інфекційна небезпека, підвищена окислюваність, пилоємкість і ін.), які необхідно враховувати в процесі морського перевезення з метою забезпечення збереження при їх доставці, безпеки екіпажу та судна.

Властивості та характеристики окремих видів вантажів розглянуті в наступних розділах.

1.3 Тара та упаковка вантажів, їх лінійні і об'ємно-масові характеристики

Однією з найбільш ефективних мір для захисту товару від шкідливого впливу навколишнього середовища при зберіганні і перевезенні є його пакування в спеціальну оболонку, усередині якої він розміщується.

Ця оболонка зветься тарою.

Вантажі, пред'явлені до перевезення, залежно від виду упаковки діляться на групи: транспортують у тарі; без тари; без тари, але із частковим захистом окремих вузлів.

За своїм призначенням тара ділиться на: *споживчу, додаткову і транспортну*.

Споживча тара – це флакони, банки, коробки і ін. – використовується для розфасовки товарів і доставки споживачеві.

Додаткова тара – це мішки, чохла, картонні ящики – використовується для захисту товару від кліматичних і агресивних впливів зовнішнього середовища.

Транспортна тара – це ящики, бочки, барабани, фляги, мішки і т.д. – призначена для пакування різних вантажів, які можуть бути попередньо упаковані в споживчу або додаткову тару.

Залежно від того, які фактори зовнішнього середовища є небезпечними для даного виду вантажу, застосовують різні види тари:

- тверду - ящики (дощаті, фанерні, ґратчасті), бочки (металеві, пластмасові, дерев'яні), цистерни металеві і бідони, барабани фанерні, сулії і пляшки скляні;
- напівтверду - кошики плетені, ґрати, коробки картонні;
- м'яку - тканини, полімерна плівка, папір.

Крім зовнішньої оболонки, для обгортки і прокладки товарів, поміщених усередині тари, застосовують пакувальні матеріали: картон, папір, фольгу, пінопласт і ін. На рис. 1.1 представлені деякі види круглої тари.

Стан тари при прийманні вантажу на судно повинен завжди перебувати в центрі уваги суднової адміністрації. Кожне місце повинне бути оглянуте з метою встановлення справності упаковки, відповідності її вантажу та умовам перевезення на даному судні.

Несправність, недостатня міцність тари, наявність на ній слідів розкриття, цвілі або підмочки, течі або інших дефектів можуть служити свідченням того, що вантаж недостатньо транспортабельний. Такий вантаж або не приймають до перевезення, або приймають із внесенням у коносамент записів про виявленні дефекти тари. При відсутності таких записів (чистий коносамент), псування вантажу, зниження його сортності, недостача, перевищення встановлених розмірів природного збитку маси можуть бути віднесені на рахунок перевізника.

Кількість прийнятих на судно вантажів, залежно від їхнього різновиду, може бути визначене по: об'єму, масі, числу місць.

Кожне вантажне місце характеризується: лінійними розмірами – довжиною (l_m), шириною (b_m), висотою (h_m), діаметром (d), масою (m), об'ємом (V).

Відповідно до ДЕРЖСТАНДАРТУ 9867-61, у Радянському Союзі (зараз у Росії і Україні) введена і діє Міжнародна система одиниць (СІ).

Одиниці вимірів, які найбільш часто використовуються в практиці морських перевезень:

- довжина - метр;
- маса - кілограм;
- площа - квадратний метр;
- об'єм - кубічний метр;
- щільність - кілограм/ кубічний метр;
- час - секунда;
- сила - ньютон;
- тиск - ньютон/квадратний метр;
- питома вага - ньютон/ кубічний метр;
- питоми об'єм - кубічний метр/кілограм.

Знання лінійних розмірів вантажних місць необхідно для рішення цілого ряду завдань при організації транспортного процесу, пов'язаного з вибором технічних засобів для перевезення вантажів, місць їхнього розміщення на судні, використанням кубатури вантажних приміщень, вибором технології перевантажувальних робіт.

Лінійні розміри окремих вантажних місць можуть зазначатися у вантажних документах у випадку, коли вони виступають як одна із транспортних характеристик (особливо під час перевезення довгомірних і великогабаритних вантажів).

Довгомірними і великогабаритними називаються такі вантажні місця, які вимагають особливої технології перевантажувальних робіт або перевищують габарити вантажних люків судна.

У практиці морських перевезень одиницею об'єму є кубічний метр, а одиницею маси вантажу - метрична тонна.

Однак у ряді країн ще дотепер застосовують різні давні одиниці виміру, такі як:

- 1 англійська (довга) тонна = 1016,048 кг
- 1 американська (коротка) тонна = 907,185 кг
- 1 англійський центр = 50,8 кг
- 1 фунт (торговельний) = 0,454 кг
- 1 фут = 0,3048 м
- 1 куб. фут = 0,0283 куб. м
- 1 галон (імперський) = 4,546 л
- 1 галон (американський) = 3,785 л
- 1 барель (для нафти) = 159 л
- 1 бушель (для зерна) = 35,24 л

Дуже часто визначення загальної маси завантаженого на судно вантажу роблять шляхом підсумовування трафаретних мас окремих вантажних місць.

Трафаретну масу визначають зважуванням вантажних місць у пункті відправлення. Якщо вантаж стандартний, то загальну трафаретну масу вантажної партії визначають шляхом перемножування маси одного місця на кількість вантажних місць. Іноді досить знати середню контрольну масу вантажу, яку визначають шляхом зважування не менш 10% місць вантажу даної партії і розподілом цієї маси на число зважених місць.

Для розрахунків, пов'язаних із завантаженням судна, необхідно знати загальну масу вантажу, тобто масу товару з упаковкою, що у комерційній практиці називають масою *брутто*, *нетто* – це маса товару без упаковки.

У практиці морських перевезень дуже часто використовуються такі поняття, як:

- реєстрова тонна = 2,83 куб. м = 100 куб. фут;
- обмірна тонна = 1,41 куб. м = 50 куб. фут.

Під час перевезення навалочних вантажів їхній об'єм у природному стані залежить від щільності, тобто від розмірів і форми окремих часток вантажу і вільних просторів між ними.

Розрізняють кілька визначень, що відносяться до щільності навалочних і насипних вантажів.

Об'ємна маса (щільність часток вантажу) – це маса тіла (q), віднесена до його об'єму (V_0)

$$d_0 = q/V_0 \quad (1.5)$$

Пористість – це відношення вільних просторів (пор і капілярів) до об'єму часток вантажу

$$\Pi = \frac{V_0 - V_{\text{вещ}}}{V_0} \quad (1.6)$$

Звідси, якщо відома щільність речовини (ρ), то можна записати:

$$d_0 = \rho(1 - \Pi) \quad (1.7)$$

Щільність визначає, яку кількість води може всотати речовина (вантаж), якщо його змочувати.

Скважистість – це відношення об'єму вільних просторів, які знаходяться між окремими частками вантажу до загального об'єму вантажу

$$C_0 = \frac{V - V_0}{V} \quad (1.8)$$

Насипна маса – маса насипного або навалювального вантажу, укладена в одиниці об'єму. Вона залежить від щільності речовини, пористості, скважистості і може бути визначена за одним з наступних виражень

$$d = Q/V, \quad (1.9)$$

$$d = d_0(1 - C), \quad (1.10)$$

$$d = (1 - \Pi)(1 - C)\rho, \quad (1.11)$$

де Q – маса вантажу; d_0 – щільність часток вантажу.

Зміна насипної маси капілярно-пористих тіл залежить від зміни вологості і визначається за наступним вираженням:

$$d_K = d_H \frac{100 + \omega_K}{100 + \omega_H}, \quad (1.12)$$

де ω – вологість вантажу на суху масу, %;

H, K – індекси, що позначають початковий і кінцевий стан речовини.

Щільність насипних і навалочних вантажів і їхня насипна маса залежать від висоти штабеля.

Коефіцієнт ущільнення можна визначити за формулою

$$K = \Delta_0 + \delta p + \eta, \quad (1.13)$$

де Δ_0 – коефіцієнт початкового ущільнення;

δ – коефіцієнт ущільнення від статичного навантаження;

p – навантаження на шар вантажу, т/м²;

η – коефіцієнт ущільнення від вібрації.

Питомий об'єм вантажного місця (м³/т) – це об'єм одиниці маси вантажу, тобто відношення суми об'ємів вантажних місць до сумарної маси бруто цих же вантажних місць

$$U_M = \frac{\sum V_M}{\sum q} \quad (1.14)$$

Габаритний об'єм місць - це добуток максимальних геометричних розмірів з урахуванням виступаючих частин

$$V_M = L \times B \times H \quad (1.15)$$

Фактичний об'єм, що займає вантажне місце, можна визначити, використовуючи коефіцієнт форми

$$V_\phi = k_\phi V_M, \quad (1.16)$$

де k_ϕ – коефіцієнт форми.

Коефіцієнти форми для деяких видів вантажів мають значення:

- для кіпових і мішкових вантажів - 0,88 ... 0,98;
- для циліндричних вантажів - 0,785;
- для бочкових вантажів (клепка має вигляд параболи):

$$k_\phi = 0,5236 \left[8 + 4d/D + 3(d/D)^2 \right], \quad (1.17)$$

де d, D – малий і великий діаметр бочки.

При укладанні вантажу в штабель об'єм його буде перевищувати суму об'ємів вантажних місць, оскільки між окремими місцями будуть залишатися вільні простори.

Для обліку цього збільшення об'єму вводиться коефіцієнт укладки, який визначають як відношення об'єму штабеля до суми габаритних об'ємів вантажних місць

$$K_{\text{ук}} = V / \sum V_M \quad (1.18)$$

Коефіцієнт укладки залежить від розмірів і форми місць, щільності і способу укладки вантажних місць.

Для ящиківих і кіпових вантажів коефіцієнт укладки дорівнює 1,1 - 1,3.

Для катно – бочкових вантажів коефіцієнт укладки можна виразити через добуток лінійних коефіцієнтів укладки

$$K_{ук} = K_i \cdot K_\beta \cdot K_\delta, \quad (1.19)$$

де K_i, K_β, K_δ – лінійні коефіцієнти укладки по довжині, ширині і висоті.

У свою чергу, лінійний коефіцієнт укладки залежить від відношення розмірів вантажного місця (l_m, b_m, h_m) до відповідного лінійного розміру вільних просторів (i, β, δ)

$$K_i = L / \sum l_m = 1 + i/l, \quad (1.20)$$

$$K_\beta = B / \sum b_m = 1 + \beta/b, \quad (1.21)$$

$$K_\delta = H / \sum h_m = 1 + \delta/h, \quad (1.22)$$

де L, B, H – довжина, ширина і висота штабеля вантажу, м;

l, b, h – довжина, ширина і висота окремого вантажного місця, м;

i, β, δ – вільні простори між місцями по довжині, ширині, висоті, м.

З достатньою для практичних цілей точністю коефіцієнт укладки може бути визначений по формулі

$$K_{ук} = 1 + i/l_m + \beta/b_m + \delta/h_m \quad (1.23)$$

При завантаженні в трюм судна мішкового та штучного вантажу на піддонах питомий об'єм пакетованих вантажів буде в 1,4-1,6 рази більше питомого обсягу цього ж вантажу при звичайному його укладанні.

Об'єм, що займає 1 тонна вантажу в трюмі судна, називається питомим навантажувальним об'ємом (ПНО), позначається (μ), розмірність $\text{м}^3/\text{т}$

$$\mu = \frac{W_c}{\sum Q}, \quad (1.24)$$

де W_c – вантажомісткість судна (трюму), м^3 ; Q – маса вантажу, т.

Питомий навантажувальний об'єм залежить від багатьох факторів: форм вантажних місць, порожнеч між ними, а також порожнеч між вантажними місцями і судовим набором.

Коефіцієнт трюмної укладки - це відношення вантажомісткості (кубатури) трюму до сумарного об'єму вантажних місць, завантажених у трюм

$$K_{TP} = \frac{W_{TP}}{\sum V_M} \quad (1.25)$$

Він залежить від кратності лінійних розмірів вантажних приміщень і окремих вантажних місць, лекальності вантажних приміщень, щільності укладки вантажних місць, їхньої форми і розмірів.

Якщо відомий коефіцієнт трюмної укладки, то можна визначити кількість вантажних місць (N), які можна завантажити в розглянутий трюм

$$N = \frac{W_{TP}}{U_M K_{TP}} \quad (1.26)$$

Знаючи U_M, K_{TP} , можна визначити питомий навантажувальний об'єм для даного вантажу і відповідного вантажного приміщення

$$\mu = U_M \cdot K_{TP} \quad (1.27)$$

Звідси маса вантажу, який може бути завантаженим в трюм з вантажомісткістю W_{TP}

$$Q = \frac{W_{TP}}{\mu} \quad (1.28)$$

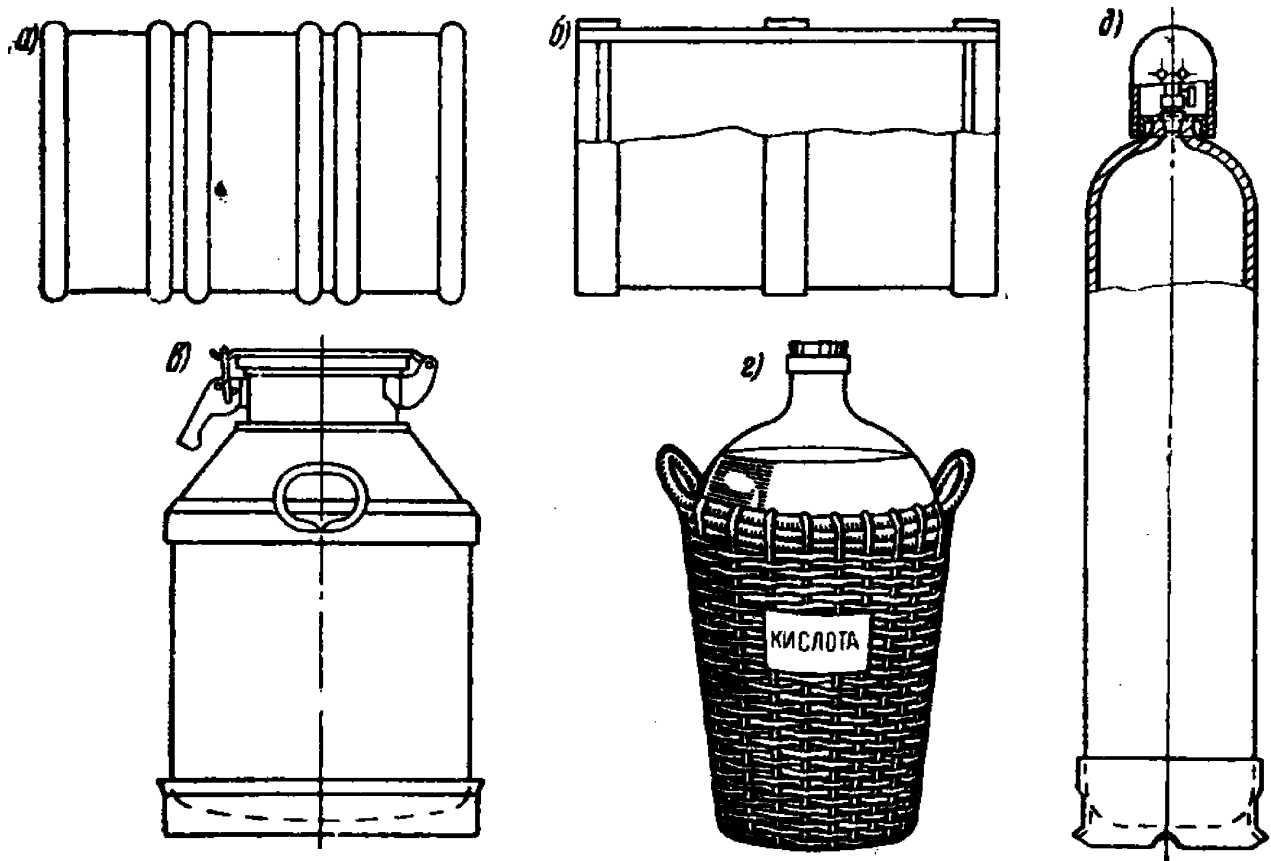


Рис.1.1. Тара кругла:

а – металева бочка; б – фанерний барабан; в – фляга металева; з – сулія скляна для кислот; д – балон для зріджених газів

1.4. Маркування вантажів

Маркуванням вантажів називається нанесення написів і умовних знаків на вантажні місця.

Маркування вантажів виконують з метою індивідуалізації окремих партій вантажів, попередження їхніх втрат протягом усього циклу доставки до споживача, а також полегшення виконання вантажних робіт.

Написи або умовні знаки, прийняті при маркуванні, наносять фарбою через трафарет. Маркування повинно бути зроблено контрастно і міцно, але при цьому не псувати вантаж.

Якщо не можна маркувати вантажне місце (наприклад, зв'язка пруткового металу), то до нього прикріплюють бірку, на яку наносять відповідні позначення. Розмір ярликів і бірок повинен бути 150 см². Застосування картонних бірок не допускається.

Однорідні вантажі, що відрізняються по сортності, маркуються бірками або ярликами різних кольорів, форм, матеріалів або введенням відмітних знаків.

Всі позначення, що входять у маркування вантажу, повинні точно відповідати вантажним документам (*дорученню, накладній, коносаменту*).

Маркування експортних вантажів, які проходять через порти України, регламентовано ДЕРЖСТАНДАРТОМ 14192 - 77 і Тарифним керівництвом 4М «Загальні і спеціальні правила перевезення вантажів» (рис. 1.2).

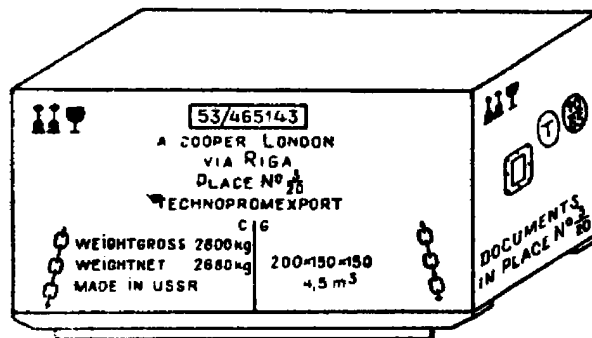


Рис.1.2. Розташування марковочних написів і знаків на тарі

Маркування вантажів буває: товарне, відправницьке, транспортне і спеціальне.

Для імпортованих вантажів передбачаються певні вимоги до маркування, а на вантажні місця з небезпечними вантажами наносять знаки безпеки.

Товарне маркування вказує: найменування виробника товару, його адресу, заводську марку, сорт, порядковий номер місця в партії. Товарне маркування наносить виробник товару.

Відправницьке маркування містить такі дані: у чисельнику номер місця і знак відправника; у знаменнику число місць у партії; найменування відправника і одержувача; пункти відправлення і призначення із вказівкою пунктів перевалки. Відправницьке маркування наносить відправник вантажу. Він відповідає за правильність маркування. Підготовлений у такий спосіб і зданий на транспорт «товар» переходить у категорію «вантаж».

Знаки відправника наносять у тому випадку, коли різні вантажі пред'являються до перевезення в однаковій тарі або упаковці, наприклад, різні сорти і види тканин в однакових стосах.

Транспортне маркування наносить порт відправлення після того, як вантаж буде прийнятий і перевірені наявність і правильність нанесення відправницького маркування. Транспортне маркування наноситься у вигляді дробу через косу рису, де в чисельнику вказують порядковий номер, за яким дана партія записана в книгу (комірну) складу, а в знаменнику - число місць у даній партії.

Спеціальне маркування вантажу роблять у тому випадку, коли вантаж вимагає особливої уваги при перевантаженні або перевезенні. Нанесення такого маркування входить в обов'язки виготовлювача товару або відправника вантажу.

На вантажне місце може бути таке наступне спеціальне маркування:

Обережно, скло - *Handle with care, fragile.*

Гаками не брати - *Use no hooks.*

Верх. Не кантувати - *Top. Do not turn over.*

Боїться нагрівання (тепла) - *Protect from heat.*

Місце стропування - *Sling here.*

Боїться вогкості - *Keep dry.*

Центр ваги - *Centre of gravity.*

Відкривати тут - *Open here.*

Герметична тара - *Hermetically sealed.*

На верх не ставити - *Not overstowed.*

Не кидати - *Not to drop.*

НЕТТО - *Weight net.*

БРУТТО - *Weight gross.*

Місце № - *Place №.*

Для вказівки способів обходження з вантажем на вантажні місця наносять маніпуляційні знаки.

Маркування експортних вантажів роблять латинським шрифтом.

Відправницьке маркування експортних вантажів повинно містити такі дані:

- найменування експортера;
- номер вантажного місця;
- пункт призначення доставки вантажу.

Маркування імпорتنих вантажів повинно розміщатися у квадраті або трикутнику і містити такі дані:

- найменування імпортера і одержувача вантажу;
- номер контракту;
- номер транспортного доручення і вантажного місця;
- масу нетто і брутто;
- пункт призначення доставки вантажу.

Для маркування контейнерів ІСО розробив стандартну систему маркування - код за назвою «*BIC - code*» (ISO / 2716). Контрольні знаки для своїх контейнерів власники можуть одержати в обчислювальній службі Міжнародного бюро контейнерів. Код складається із чотирьох букв, розташованих за абеткою.

Маркування лісових вантажів повинно гарантувати відповідність розмірів і якості лісоматеріалів певного призначення всім вимогам, установленим для них стандартом.

Круглі лісоматеріали, які враховуються поштучно повною мірою, підлягають обов'язковому маркуванню кожного вантажного місця (рис. 1.3.).

При поштучному маркуванні ділових лісоматеріалів застосовують такі позначення (рис. 1.4):

– для вказівки сортів - 1 (I), 2 (II), 3 (III), 4 (IV).

– для вказівки призначення лісоматеріалів застосовують буквені знаки:

ДО - для вироблення деревної маси і целюлози; Л - для луцення і стругання; СК і З - для використання в круглому виді.

При пакетному відвантаженні пиломатеріалів і заготівель до кожного пакета прикріплюють бірку, на якій зазначається номер пакета, виготовлювач, найменування продукції (сорт, порода, розміри), кількість (m^3) і номер стандарту.

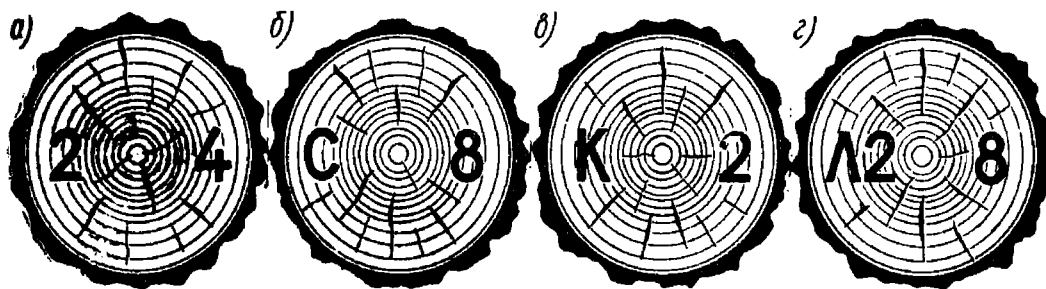


Рис 1.3. Приклади маркування лісних вантажів:

а - колоди пиловочні 2-го сорту діаметром 14, 24, 34 і т.д.; б- колоди для оброблення на рудничну стійку діаметром 18; в- лісоматеріали для вироблення віскозної целюлози діаметром 22; г- лісоматеріали для луцення й стругання 2-го сорту діаметром 18, 28 і т.д.

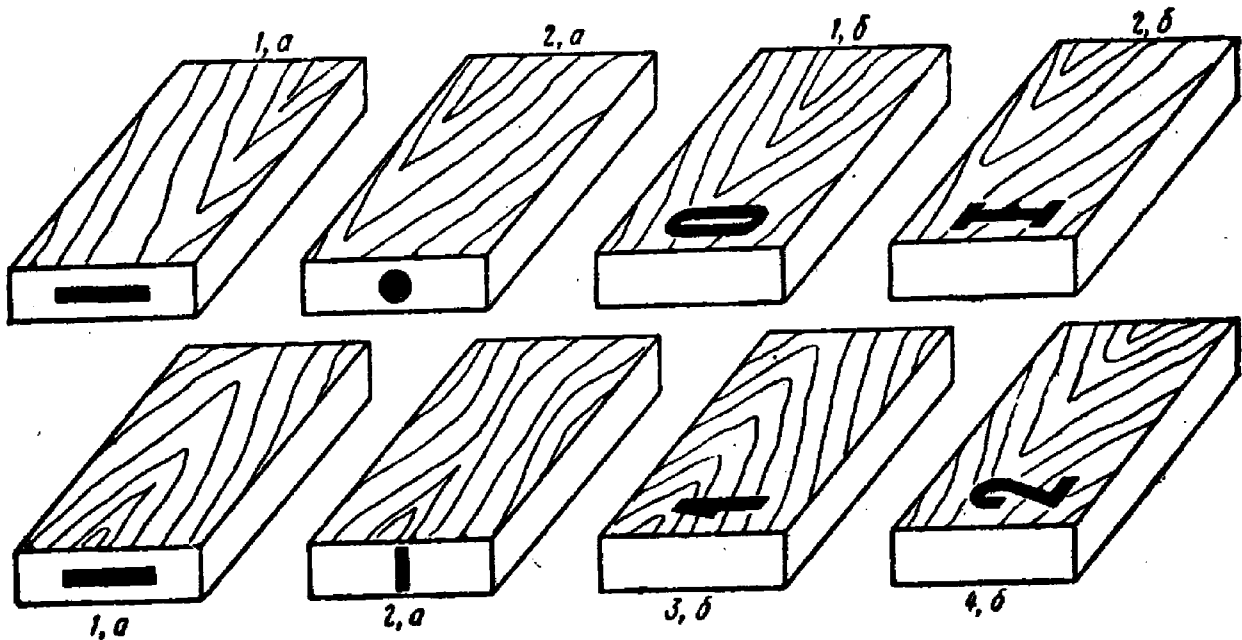


Рис 1.4. Знаки маркування пиломатеріалів і заготівель: а- фарбою або молотком (клеймом): 1 – добірний сорт пиломатеріалів; 2 – 1-й сорт пиломатеріалів або 1-я група якості заготівель; б – крейдою або штемпелем: 1 – добірний сорт пиломатеріалів; 2- 1-й сорт пиломатеріалів; 3 – 1-я група якості заготівель; 4 – 2-я група якості заготівель

З а п и т а н н я д л я с а м о к о н т р о л ю

1. Чим відрізняється поняття “товар” від поняття “вантаж”?
2. Що розуміється під визначенням транспортні характеристики вантажів?
3. Для чого необхідно знати лінійні, об'ємні і масові характеристики вантажів?
4. Яка тара називається багаторазовою і у чому її ефективність?
5. Як впливає стандартизація тари на провізну спроможність морського флоту?
6. Які існують види тари і упаковки?
7. Що називається питомими об'ємами вантажів?
8. З якою метою використовується маркування вантажів?
9. Які пред'являються вимоги до маркування вантажів?
10. Які є види маркування?

Розділ 2

ОБОВ'ЯЗКИ ПЕРЕВІЗНИКА ПО ЗАБЕЗПЕЧЕННЮ ЗБЕРЕЖЕННЯ ВАНТАЖІВ ПРИ ПЕРЕВЕЗЕННІ

2.1. Договір морського перевезення вантажів

Для того, щоб було здійснене перевезення вантажів морським транспортом, повинен бути укладений договір між вантажовласником і судновласником на таке перевезення.

За договором морського перевезення вантажу перевізник зобов'язується доставити вантаж, який йому вручив відправник, у порт призначення і видати його особі, що має право на одержання цього вантажу. Фрахтувальник (відправник або одержувач) зобов'язується сплатити за це перевезення обговорену плату (фрахт).

Законодавством передбачається тільки письмова форма договору морського перевезення. Наявність і зміст такого договору може бути підтверджено чартером, коносаментами і іншими документами.

Отже, будь-яка письмова форма угоди про морське перевезення зізнається договором морського перевезення, якщо вона містить всі істотні умови договору.

У практиці морських перевезень вантажів, за умови надання всього судна, після укладання договору оформляється *Fixture Recap*, а потім оформляється повна форма чартеру.

Fixture Recap є достатньою письмовою формою договору морського перевезення і повинен містити наступну інформацію: найменування сторін, назва судна, рід вантажу, розмір фрахту, найменування місця завантаження вантажем, місце вивантаження або напрямок перевезення, сталійний час, посилання на типову проформу чартеру або інші умови по розсуду договірних сторін.

У повній формі чартер-партії детально відображується питання змісту договору і взаємні зобов'язання сторін, такі як: найменування і техніко-експлуатаційні характеристики судна, рід вантажу, його транспортні особливості і кількість (маса), порти завантаження і вивантаження, строки готовності судна під завантаження, фрахт, порядок розрахунку сталійного часу і ін. Умови чартеру погоджують фрахтувальник і перевізник, при цьому ці умови є обов'язковими тільки для партнерів по угоді і на період дії договору. У практиці перевезень для оформлення договору використовують типові проформи чартерів, наприклад, «*Genco*». На цей час налічується більше 400 проформ чартерів, які охоплюють всі основні вантажопотоки масових вантажів.

Якщо фрахтувальникові необхідно перевезти невелику партію вантажу, для якої досить частини судна, то в цьому випадку договір морського перевезення оформляється у вигляді *берс-нот*(*berth note*). Цей вид договору складається в тому випадку, коли в трамповому плаванні судно відфрахтовано на перевезення партії вантажу, що не забезпечує повного завантаження судна.

Перевізник намагається одержати додатковий вантаж і завантажити його на тому ж причалі, на якому виконується навантаження судна. У лінійному судноплавстві ця форма договору може застосовуватися в тому випадку, коли кількість генеральних вантажів у якому-небудь напрямку недостатня, тобто є можливість довантажити судно вантажем, перевезеному не на лінійних умовах, а на умовах, схожих із чартерними перевезеннями на трампових суднах. Берс-нот складається і підписується перевізником або його агентом у декількох екземплярах і у формі листа його направляють відправникові вантажу, що своїм підписом підтверджує згоду з умовами, викладеними в берс-ноті.

Під час перевезення коштовних мілкопартійних вантажів у лінійному судноплавстві відправник вантажу направляє перевізникові *букинг-нот*(*booking note*), його підписання перевізником або агентом перевізника означає факт укладання договору лінійного перевезення. Оформлений належним чином букинг-нот повинен містити: найменування відправника і перевізника, кількість і рід вантажу, назву судна, передбачувану дату відвантаження та норми навантаження/вивантаження, посилання на стандартні умови договору, які були встановлені лінійним перевізником.

Як у перевезеннях по чартеру, так і у лінійному судноплавстві на вимогу відправника вантажу йому видається коносамент як коштовний папір – *товаророзпорядчий документ*. Одночасно коносамент є розпискою перевізника в прийманні вантажу на судно і одним з доказів наявності договору морського перевезення. У коносаменті, виданому на основі чартеру, як правило робиться посилання на чартер, яке стає обов'язковим для виконання власником коносамента виходячи з умов чартеру при прийомі коносамента як цінного паперу. У лінійному судноплавстві в коносамент включається текст договору морського перевезення.

Реквізити коносамента повинні містити:

- найменування перевізника і місце його знаходження;
- найменування порту навантаження і дату приймання вантажу до перевезення;
- найменування відправника і місце його знаходження;
- найменування порту вивантаження;
- найменування одержувача в тій або іншій формі;
- найменування вантажу, його маса і кількість місць, дані, необхідні для ідентифікації конкретної партії вантажу;
- зовнішній стан вантажу і упаковки;
- фрахт і умови його оплати;
- час і місце видачі коносамента;
- число оригіналів коносамента;
- підпис перевізника і відправника.

Лінійний коносамент містить текст умов договору морського перевезення вантажу, які на відміну від чартер-партії розробляються лінійною компанією(конференцією) односторонньо, без узгодження з відправником

вантажу. Такі коносаменти є єдиними для всіх відправників і діють протягом тривалого часу.

Важливою особливістю перевезення вантажів по коносаменту є те, що лінійні компанії, як правило, приймають вантаж до перевезення завчасно до підходу судна (забезпечують зберігання на своїх складах, роблять підготовку вантажних документів і комплектацію суднових партій). Навантаження-вивантаження оплачується судновласником і організуються на причалах лінії.

Особливим видом договору морського перевезення є такий договір, що передбачає перевалку вантажу в проміжному порту до його доставки в кінцевий порт призначення. Такий договір оформляється *наскрізним коносаментом*. Його застосовують в лінійних перевезеннях, коли перевізник приймає вантаж із зобов'язанням доставити його в порт призначення, до якого не допливають судна даної лінії. Із цього витікає, що на шляху перевезення роблять перевалку вантажу на інше судно, що може належати як тому ж судновласникові, так й іншому, з яким первісний перевізник перебуває у відповідних договірних відносинах.

Наскрізний коносамент, таким чином, звільняє вантажовласника від турбот по організації перевантаження і подальшого відправлення вантажу в порту перевалки. Він дає можливість відправникові вантажу після відправлення товару на судні першого перевізника оперувати з коносаментом так, ніби вантаж був відправлений морем без перевалки на шляху перевезення.

Оплата перевезення складається з базисної ставки на порт перевалки та спеціальної надбавки за рендж.

Міжнародна морська конференція *ІМО* розробила типову проформу коносамента для наскрізних морських перевезень.

Сучасним, найбільш ефективним способом доставки вантажів, є комбінована (інтермодальна, мультимодальна) система перевезення. Суть такого перевезення полягає в тім, що один перевізник - оператор комбінованого перевезення (ОКП) у рамках одного договору здійснює доставку вантажу від відправника до одержувача на різних видах транспорту, включаючи всі допоміжні операції і повне експедиторське обслуговування.

Все транспортування оформляється одним документом - документом комбінованого перевезення (*Combined Transport Document*), коносаментом комбінованого перевезення *ФІАТА (B/L FIATA)* і оплачується однією наскрізною провізною платою.

Як ОКП частіше всього виступають великі експедиторські компанії, однак вони несуть перед вантажовласником відповідальність за збереження вантажів в обсязі, передбаченому договором перевезення, а не транспортної експедиції.

Фактичні перевізники відповідають за збереження вантажу перед ОКП у рамках правил і конвенцій відповідних видів транспорту.

2.2. Причини і фактори, що впливають на незбереження вантажів при перевезенні морем

Численні причини пошкодження і псування вантажів при їхньому морському перевезенні можуть бути розділені на шість основних груп:

- пошкодження, що виникли з вини відправника або порту відправлення ще до початку перевезення;
- пошкодження внаслідок неправильного розміщення вантажів або порушення умов їхньої укладки;
- пошкодження, які виникли під час проведення вантажних операцій;
- пошкодження, що виникли внаслідок порушення перевізником обов'язку надати судно в належному морехідному стані;
- пошкодження, що виникли під час переходу морем у результаті недогляду суднової адміністрації;
- пошкодження, які виникли в результаті впливу на вантаж морської стихії або з'явилися внаслідок прояву схованих властивостей вантажу, невідомих перевізникові.

Пошкодження, що виникли до навантаження на судно, можуть бути порівняно легко виявлені судновою адміністрацією в процесі попереднього огляду запропонованого до перевезення вантажу на причалі, складі, при перевантаженні з інших видів транспорту.

Судноводій, що виконує обов'язки перевізника вантажу, повинен добре знати причини збереженої доставки вантажів, щоб знаходити засоби для їхнього збереження під час перевезення, а також захистити інтереси судновласника у випадку псування вантажів, коли екіпажем були використані всі засоби для їх збереження.

Тут доречно відзначити, що в процесі перевезення морем вантажі знаходяться під впливом зовнішнього середовища і умов транспортування, іншими словами, під постійним впливом тих або інших агресивних факторів, що впливають на якість вантажів, які перевозяться.

Дія цих факторів (назвемо їх умовно фактори групи «А») характерна для виробничого процесу всіх видів транспорту, у тому числі і морського. Однак їхній вибір, комбінації, рівень впливу кожного визначаються специфічними умовами роботи конкретного виду транспорту.

Цьому впливу протистоять міри, які вживає відправник вантажу (або виробник товару), надалі будемо називати - конфронтуючі фактори групи «В», і захисно-профілактичні міри, що вживаються із боку перевізника - фактори групи «С».

Такі фактори, як тривалість впливу температури, що змінюється, і вологості, засміченість повітря, різноманітні динамічні сили, які є проявом впливу зовнішнього середовища і умов транспортування, носять, стосовно збереження вантажів, активний, відкрито агресивний характер.

Впливання температури на збереження вантажів загальновідоме. Тільки в певних, строго обмежених межах, воно може сприяти збереженню природних властивостей вантажів.

Найбільш відчутний вплив температури стосовно швидкопсувних вантажів. Підвищення температури є причиною активізації мікроорганізмів, що розвиваються в м'ясних, рибних, молочних і інших аналогічних по властивостях вантажах.

Зниження температури приводить до втрати деякими вантажами частини товарних властивостей, таких як: смак, консистенція і т.д.

Таким чином, при порушенні температурного режиму, в обох випадках, вантажу може бути нанесений непоправний збиток.

Слід зазначити, що на практиці ми досить рідко зустрічаємося з дією лише одного фактора. Як правило, вплив температури супроводжується і зміною вологості повітря навколишнього середовища.

Недостатність знань в області формування температурних і вологових режимів вантажних приміщень судна, а також відсутність ефективних засобів регулювання цих режимів, не раз служило причиною псування, а іноді й самозаймання деяких вантажів.

При зберіганні, перевантаженні і перевезенні вантажі піддаються діям різного роду навантажень як статичного, так і динамічного характеру.

При плаванні судна на хвилюванні відбуваються різні динамічні впливи на вантаж, який знаходиться не тільки на палубі, але й в трюмах. Наприклад, виконані на кафедрі «Морські перевезення» ОНМА дослідження показали, що в носових і кормових трюмах сили інерції збільшують нормальний тиск на нижні шари вантажу при хвилюванні моря в 3-4 бала в 2 - 2.7 рази.

Значна небезпека пошкодження вантажу у процесі його зберігання і морського перевезення виникає у зв'язку з життєдіяльністю різних мікроорганізмів, зараженням різного роду комахами і його псуванням гризунами.

Особливу небезпеку для вантажів представляє цвіль, яка активно розвивається при переході судна з холодних широт у більше теплі (*плавання Північ - Південь*).

Росту цвілі сприяє висока відносна вологість повітря, а також підвищена вологість вантажу і його тари.

На рівень збереження перевозимих вантажів впливають: засміченість повітря (пил, газ), природні фізико-хімічні властивості навколишніх вантажів, сонячна радіація і інші фактори.

Дії агресивних факторів зовнішнього середовища носять активний, наступальний характер. Ці впливи обмежуються в часі тривалістю транспортного процесу.

Зазначеним вище агресивним факторам зовнішнього середовища протистоять: захисна дія упаковки і тари вантажів, їх власні захисні властивості.

Тара повинна бути такою, щоб захистити вантаж від впливів більшості агресивних факторів. У той же час захисні дії упаковки, тари носять пасивний

характер і вони втрачають силу в міру збільшення тривалості часу знаходження вантажу на борту судна.

Більша вартість упаковки, тари і консервація вантажів, які б повністю захистили вантаж від будь-яких впливів протягом усього процесу транспортування, приводять до того, що перевізник, зі своєї сторони, повинен прийняти цілий ряд заходів (назвемо їх захисно-профілактичні). Ці міри, якщо можна так виразитися, повинні зм'якшувати або послаблювати дії зовнішнього середовища і забезпечувати збереження вантажів, які транспортуються.

До захисно-профілактичних мір, що вживає перевізником, можна віднести:

- застосування вентилявання трюмів;
- використання різних методів укладання і сепарування вантажів;
- використання рефрижерації і т.д.

Тут варто мати на увазі те, що, у процесі транспортування вантажів морем, згадані групи факторів перебувають у постійній взаємодії, а це далеко не завжди дозволяє досягти перевізнику якісної доставки вантажів одержувачеві.

У силу ряду умов, вплив кожної із груп може виявитися переважаючим. У тому випадку, якщо, наприклад, переважаючим виявиться вплив групи агресивних факторів - очікувати позитивних результатів перевезення не доводиться. А зайві міри, які буде вживати відправник вантажу і перевізник, приведуть лише до росту не виправданих витрат на їхнє перетворення в життя, тобто підвищать транспортні витрати.

У загальному виді, забезпеченню високої якості перевезення буде відповідати вираження

$$A < (B + C)$$

Іншими словами, висока якість перевезення може бути забезпечена в тому випадку, коли сумарна дія захисно-профілактичних і конфронтуючих факторів буде перевищувати дії агресивних факторів, викликаних до життя умовами перевезення.

Зрівняти праву і ліву частини цього вираження можна за допомогою введення коефіцієнта запасу ($K > 1$), який для конкретних умов перевезення повинен враховувати: можливі максимальні межі зміни агресивних факторів ($K - \max$); необхідність зниження до мінімуму додаткових витрат на перевищення дії конфронтуючих і захисно-профілактичних факторів над рівнем дії агресивних факторів, тобто

$$(B + C) = K A$$

Отримане рівняння дозволяє сформулювати основні умови забезпечення якості транспортного процесу, при заданих показниках ефективності, а також зробити висновок, що порушення рівноваги в згаданій вище системі факторів можна і потрібно розглядати як випадок відмови, що приведе до тих або інших негативних наслідків.

Для перевізника самим болючим питанням є незбереження товарно-матеріальних цінностей, які довіряють йому як вантаж.

Незважаючи на прийняті екіпажем судна міри при виконанні перевезення вантажів морем, дотепер не вдається повністю захистити вантажі від впливу агресивних факторів зовнішнього середовища.

Розглянемо найбільш характерні випадки пошкодження вантажів при перевезенні.

Витік. Піддані витоку рідкі вантажі внаслідок їхньої здатності проникати через пори або щілини дерев'яної тари (вина, спирти, масла і ін.). Найбільшою мірою витоку піддаються рідкі масла. Витік зростає з підвищенням температури повітря і зниженням його вологості.

Вивітрювання. Піддані рідкі і деякі тверді речовини. Рідкі нафтопродукти, спирти, ефіри і ін. втрачають масу залежно від підвищення температури і зниження вологості повітря, а також від збільшення вільної поверхні. Пряності, нафталін і інші тверді речовини піддаються зникненню, при сублімації вони гублять не тільки масу, але й свої товарні якості.

На танкерах, наприклад, передбачаються спеціальні вентиляційні канали (як правило, в щоглах на головній палубі або за надбудовою) для відводу летучих речовин при «подиху» нафтопродуктів.

Усихання. Піддані вантажі, що містять у своєму складі вологу. Випар вологи залежить від властивостей самого вантажу, а також від параметрів стану зовнішнього середовища і трюмного мікроклімату. Наприклад, сіль здатна втратити (або сприйняти) до 4% вологи.

Природне зменшення маси – це зменшення маси вантажу під впливом природних причин в умовах нормального технологічного процесу зберігання або перевезення. Норми природних втрат отримані в результаті усереднення значень втрати маси вантажу при його зберіганні, перевантаженні і транспортуванні.

Для деяких вантажів норми природних втрат маси вантажу диференційовані залежно від різних факторів.

Наприклад, для зерна і різноманітного насіння при їхньому перевезенні насипом норми встановлюються від дальності морського перевезення: до 500 миль - граничний відсоток втрат дорівнює - 0,1; від 540 до 1080 миль - 0,15; більше 1080 миль - 0,2.

Для рослинного масла відсоток природних втрат встановлений залежно від тари і пори року, а для етилового спирту, перевозимого на танкерах наливом, – від пори року і тривалості його знаходження на судні, а при наливі і зливі ще й від способу подачі вантажу (насосом або самоналивом).

Для більшості вантажів норма природних втрат встановлюється незалежно від дальності їхнього морського перевезення і визначається гранично припустимим коефіцієнтом втрати їх маси.

Залежно від того, у якому стані надходить вантаж на судно, той самий вантаж може мати різний відсоток втрати: наприклад, риба морожена - 0,42%, а риба свіжа - 0,85 %; сушені овочі - 0,34 % . а свіжі овочі - 3,4 %.

Норми природних втрат не застосовують у тих випадках, коли недостача маси вантажів виникла в результаті грубих недоглядів перевізника (розкрадання, втрата і ін.), а також вони не застосовуються під час перевезення вантажів у герметичній упаковці.

Розпилення і розтруска. Піддані майже всі насипні і навалочні вантажі. Розпилення і розтруска цих вантажів відбувається головним чином під час вантажних робіт, коли вантаж переміщується транспортерами, грейферами або ковшами. Поштовхи і струси під час перевантажувальних операцій сприяють проникненню порошкоподібних вантажів через найнезначніші отвори в тарі. Порошкоподібні вантажі, упаковані в мішки з тканин, піддаються більшому розпиленню, чим при їхній упаковці в паперові мішки.

Сприйняття сторонніх запахів – це природна властивість великої частини вантажів, у першу чергу харчових (чай, цукор, зерно і т.д.). Ці вантажі можуть легко сприймати запахи тютюну, пряностей, мила і парфумерії, інших вантажів, що видають сильні запахи, а також смердючі запахи з льяльних колодязів при їх несвоєчасному або неякісному зачищенні.

Шкідники вантажів – гризуни, комахи, грибки і цвілі можуть зіпсувати або знищити велику кількість хлібних і овочевих вантажів, різних харчових продуктів, тютюну, вовну і тканини, хутрянні вироби і ін.

Гризуни проникають на судно і у його вантажні приміщення разом з вантажем, по швартових канатах або трапам, комахи і грибки можуть бути занесені в тарі із зараженим вантажем. Процесу інтенсивного розмноження цвілі і грибків сприяють такі фактори, як відсутність сонячного світла, вентиляції, підвищена температура і вологість трюмного повітряного середовища.

Заподіюючи шкоду вантажам, викликаючи їхнє псування, ці шкідники, у більшості випадків, є носіями небезпечних інфекційних захворювань.

2.3. Підготовка трюмів судна до прийому вантажів

Кожна категорія вантажів пред'являє свої особливі вимоги до підготовки трюмів, але можна сформулювати і загальні вимоги, які необхідно виконати екіпажу судна до початку завантаження.

Зачищення трюмів – виконується силами екіпажу або портових бригад за заявкою судна після закінчення вивантаження. Із трюмів вибираються залишки сепараційних матеріалів, сміття і ін.

Мийка трюмів – виконується в тих випадках, коли в трюмах залишається багато пилу, липких залишків вантажу, сіль, хімікати і ін. Мийка виконується водою, що подається звичайними шлангами, підключеними до пожежної магістралі з постійною відкачкою води з льял. Якщо мийка трюмів виконувалася солоною забортною водою, то після такої мийки трюм варто облити прісною водою. При наявності в трюмах залишків небезпечних хімічних речовин необхідно застосовувати спеціальні методи очищення і мийки трюмів, з метою забезпечення безпеки працюючих людей. Після мийки

трюми сушать два-три дні. Якщо судно обладнане системою осушення повітря, то час сушіння скорочується і може бути менше 24 годин.

Установка обгороджуваних пристроїв (рибінсів, дерев'яних настилів і щитів) виконується з метою виключення контактів вантажів із судновим набором і корпусом.

Осушувальна система судна перевіряється перед кожним завантаженням судна, а у твіндеках перевіряються стічні шпігати, що йдуть униз до стічних колодязів.

Льяла і збірні колодязі оглядаються і очищаються від залишків води, щоб виключити підмочку вантажів або виникнення смердючих запахів. При підготовці до приймання навалочних вантажів вони повинні бути закриті пилонепроникними закриттями.

Замірні трубки перевіряються під час зачищення льял.

Електричні кабелі і штепсельні коробки повинні бути перевірені електромеханіком.

Трапи повинні бути ретельно оглянуті, всі пошкодження усуваються до початку вантажних операцій.

Горловини і лацпорти, які ведуть в трюм, необхідно перевіряти частіше, ніж які-небудь інші об'єкти, їх варто перевіряти в закритому виді при підготовці до виходу судна в море.

Протипожежне устаткування варто ретельно перевіряти, щоб не були закупорені або поламані внутрішні патрубки системи парогасіння і вуглецевокислотного гасіння. Такій же перевірці підлягають датчики виявлення диму.

Вентиляційна система перевіряється при порожньому трюмі, оглядаються також датчики контролю температури і вологості трюмного повітря.

Люкові закриття перевіряються на водопротікання, всі елементи механічного закриття повинні утримуватися в справному стані.

Підготовка судна до перевезення генеральних вантажів включає також підбір прокладочних, сепараційних і кріпильних матеріалів.

У тих випадках, коли судновласник зобов'язаний надати прокладочні і сепараційні матеріали, судно не буде вважатися готовим до завантаження, поки ці матеріали не будуть розподілені по трюмах з урахуванням характеру і маси вантажів. Судно не вважається готовим до початку вантажних робіт і у тому випадку, коли воно не забезпечено засобами для кріплення вантажів - тросами, скобами і талрепами. Про їхню недостатчу капітан повинен завчасно повідомити порт (або відправника вантажу).

Перед початком вантажних робіт верхня палуба повинна бути звільнена від усіляких сторонніх предметів, які можуть заважати вантажним роботам або розміщенню вантажів на палубі.

Підготовка рефрижераторних трюмів включає, крім зачищення, мийки і сушіння, роботи зі зняття з охолоджувальних змійовиків снігової шуби з наступним видаленням вологи із трюму і його просушуванням. До початку завантаження рефрижераторні трюми охолоджують до температури не менш ніж на 1 - 2 градуси нижче температури, яка потрібна для перевезення даного

вантажу. При цьому всі прокладки повинні мати температуру, що дорівнює температурі трюму.

Тут необхідно нагадати, що при підготовці трюмів судна може виникнути необхідність у виконанні наступних робіт:

- дезінфекція - знищення мікроорганізмів;
- дезінсекція - знищення комах і їхніх зародків;
- дератизація - знищення гризунів;
- фумігація - знищення шкідників і гризунів методом окурювання отруйними газами;
- дегазація - видалення шкідливих, вибухонебезпечних газів;
- дезодорація - усунення стійких запахів.

Готовність вантажних приміщень до приймання вантажу перевіряється спеціальною судновою комісією і оформляється відповідним записом у судновому журналі. Наявність у судновому журналі цього запису є доказом сумлінності перевізника при виникненні претензій по якості перевезення вантажів.

Після закінчення підготовки судна до вантажних робіт капітан подає порту або відправникові вантажу «Повідомлення капітана» (*Notice of Readiness to load*), яким він формально фіксує фактичну готовність судна до завантаження.

У деяких закордонних портах спостереження за підготовкою трюмів до початку вантажних робіт здійснюють офіційні представники: інспектори, сюрвейєри, представники капітана порту. Після закінчення підготовки трюмів вони видають судну сертифікат, у якому вказується час закінчення підготовчих робіт і визначена повна готовність судна до завантаження.

Сертифікат є підставою для вручення капітаном “*Notice*” про готовність судна.

2.4. Прийом і здача вантажу за договором морського перевезення

Договором морського перевезення передбачається обов'язок перевізника завчасно, до початку рейса, привести судно в морехідний стан. При цьому морехідність розуміється в широкому змісті слова, а саме: судно, його машини та механізми, постачання, устаткування і спорядження, чисельність і кваліфікація екіпажу, стан трюмів і інших вантажних приміщень повинні відповідати вимогам безпечного і збереженого перевезення погодженого вантажу в заданому районі плавання і пори року. Тому, наприклад, несправність рефрижераторної установки під час перевезення швидкопсувних вантажів, водопротікання люкових кришок, відсутність діючих сертифікатів на вантажні пристрої, незахищеність і зараженість трюмів шкідниками і т.д. розглядаються як невиконання умови про морехідність судна і всі збитки, викликані затримкою рейсу, псуванням і втратою вантажу із цих причин, будуть віднесені за рахунок судна.

Перевізник не відповідає за неморехідний стан судна, викликаний схованими недоліками.

Відправник повинен вчасно передати перевізникові всі стосовно вантажу документи, передбачені портовими, митними або іншими адміністративними правилами, і відповідає за будь-які збитки (простій судна, митні штрафи і ін.), викликані неправильним, неповним оформленням цих документів або їхньою несвоєчасною передачею.

Всі вантажі приймають до перевезення за масою або за рахунком місць. Штучні вантажі приймають рахунком місць із зазначенням їхньої маси. При здачі вантажу одержувачеві судно не несе відповідальності за його масу, якщо число місць відповідає числу, зазначеному в документах, а тара і упаковка перебуває в справному стані.

Прийом і здачу вантажів частіше всього здійснюють на судні. Якщо правила техніки безпеки не дозволяють тальманам перебувати в трюмі, то вантаж рахують на березі (причалі), в межах вильоту вантажних стріл. При передачі вантажів за схемою *«борт судна - транспорт одержувача»* рахунок вантажу проводиться тільки від імені судна без участі тальманів порту.

У процесі вантажних робіт судові і берегові тальмани регулярно звіряють свої записи за рахунком місць для того, щоб вчасно встановити і усунути розбіжності між ними. Якщо розбіжності неможливо врегулювати, допускається перерахування вантажу. Однак до нього варто прибигати в крайньому випадку, тому що всі витрати, пов'язані із цим, включаючи і простій судна, відносяться за рахунок тієї сторони, дані якої виявилися помилковими. Систематичний контроль за роботою судових тальманів і керівництво ними здійснює вантажний (вахтовий) помічник капітана.

Ряд насипних і навалочних вантажів, наприклад, всі хлібні вантажі, приймаються і здаються судном з перевіркою маси вантажу. Зважування роблять на автоматичних вагах. Порівняно недорогий вантаж (вугілля, руда, сіль і т.п.) приймають до перевалки без зважування - із вказівкою маси за заявою відправника або з визначенням маси за осадкою судна.

При відправленні небезпечних вантажів відправник зобов'язаний у письмовому виді повідомити перевізника про властивості вантажу, а при необхідності, дати рекомендації щодо способу перевезення. Такий вантаж приймається тільки з письмової згоди перевізника. При цьому у випадку виникнення загрози для судна або вантажу з боку небезпечних вантажів вони можуть бути вивантажені в будь-якому місці, знищені або знешкоджені перевізником без його відповідальності за цей вантаж. У цьому випадку фрахт оплачується пропорційно пройденій вантажем відстані.

Суднова адміністрація несе повну відповідальність за правильність прийому, укладання, сепарації, вивантаження і здачі вантажу, а також за відповідність документів наявності і стану вантажів. Разом з тим, вона може жадати від вантажовласника заміни місць з ушкодженими або невідповідними умовам перевезення упаковками, а також місць із недостатнім, нечітким маркуванням, може вносити у вантажні документи записи, що стосуються дійсного стану вантажу або його кількості. Вказівки судової адміністрації, що стосуються технології завантаження, розміщення вантажу, його кріплення і сепарації обов'язкові для організацій і осіб, які виконують вантажні роботи.

Судно не відповідає за незбереженість і недостачу вантажу, якщо число місць і зовнішній вид тари відповідає даним, наведеним у вантажних документах.

Для забезпечення збереження вантажу при перевезенні і захисту інтересів перевізника суднова адміністрація при прийманні вантажу організує і виконує комплекс заходів.

Як ми вже відзначали раніше, вантажні приміщення і устаткування судна приводять у стан, що забезпечує збережену доставку вантажу.

Контроль за станом прийнятого вантажу, його розміщенням і технологією завантаження здійснюють трюмні матроси під керівництвом вахтового і вантажного помічників капітана. Протягом усього періоду вантажних операцій вони контролюють: стан тари і маркування вантажу в кожному підйомі (дефектні місця повертають на причал для заміни або ремонту); проведення завантаження строго відповідно до затвердженого вантажного плану, виконання всіх вимог і правил у частині сепарації та кріплення вантажу; завантаження по коносаментним партіям, не допускаючи їхнього поділу і змішання.

Як правило, завантаження нової партії починають тільки після закінчення завантаження попередньої. Виконання цих умов зменшує ймовірність помилок у рахунку вантажу і гарантує: повну його здачу в порту призначення; підвищує інтенсивність вивантаження; можливість проведення вантажних робіт за допомогою тільки такого устаткування і технологічних прийомів, які забезпечують збереження вантажу, наприклад, при перевантаженні кіпкових і мішкових вантажів, паперу в рулонах, картонних ящиків забороняється застосовувати сталеві стропи, гаки і т.д.; правильність виконання рахунку вантажу тальманами і акуратність оформлення тальманських розписок.

Прийом-здача вантажів у пакетах і контейнерах здійснюється за спеціальними правилами.

Вантаж, який належно сформований і ув'язаний у пакети, приймають за кількістю пакетів, без перерахування місць усередині них. Однак, у випадку порушення ув'язування, його приймають і здають як звичайний тарно-штучний вантаж - за числом місць.

Контейнери приймають і здають за кількістю, номерами і зовнішнім оглядом з перевіркою цілісності пломб. Контейнери з пошкодженням кузова, які відкривають доступ до вмісту, а також з порушеними або неясними пломбами, або без них, на судно не приймають. Перевізник не несе відповідальності за збереження вантажу в контейнері, якщо він доставлений у справному стані і з непорушеними пломбами. Якщо при вивантаженні виявлені контейнери з пошкодженнями, які не виключають можливості доступу до вантажу, із зірваними або неясними пломбами, то в порту призначення їх розкривають і роблять перевірку вмісту за рахунок перевізника. У перевірці беруть участь представники порту і служби по обслуговуванню транспортного флоту. Результати її фіксують спеціальним актом. В інших випадках дефектні контейнери не розкриваються, але складають акт із вказівкою характеру і розмірів пошкоджень.

Відповідно до договору морського перевезення відбувається прийом і завантаження вантажу на судно. Цей процес супроводжується встановленою системою вантажних документів, метою якої є чітке оформлення передачі матеріальних цінностей (вантаж) від відправника вантажу порту, а потім судну.

Порт оформляє прийом експортних вантажів *«Прийомним актом»*. Після розпорядження експедитора про відвантаження даної партії вантажу на судно починається процес завантаження і його документальне оформлення. Розпорядження експедитора про відвантаження видається у формі *«Доручення на відвантаження експортних товарів»*. Кожен експедитор поєднує свої вантажі, призначені на одне судно, в *«Вантажний список»*. *«Доручення»* повинне бути завізоване митницею і мати як додаток всі необхідні свідчення і інші документи, які впливають разом з вантажем. На підставі вантажних списків розробляється *«Попередній вантажний план»*.

Завантаження може здійснюватися тільки відповідно до вантажного плану, затвердженого капітаном.

Два примірники *«Доручення»* з усіма додатками вручають судновій адміністрації. В *«Дорученні»* вказують: порт завантаження і вивантаження, найменування судна, кінцевий пункт призначення, рід і кількість вантажу, його особливі властивості (навантажувальний об'єм, розміри для довгих вантажів), вид упаковки, марки і номери місць. Крім того, *«Доручення»* містить вказівки по оформленню основного перевізного документа - коносаменту.

Вантажний помічник перевіряє правильність заповнення *«Доручення»*, наявність всіх необхідних відомостей про вантаж, після чого дає дозвіл на завантаження. Візуючи *«Доручення»*, він одночасно вказує номер вантажного приміщення, де розміщений вантаж. Варто пам'ятати, що на верхній палубі вантаж може перевозитися тільки з письмової згоди вантажовласника. Вся партія вантажу, що відправляє по одному дорученню, повинна розміщатися в одному місці вантажного приміщення, що полегшить рахунок вантажу і його своєчасну здачу одержувачеві. Тому по одному *«Дорученню»* не приймають вантажі, спільне перевезення яких неприпустиме або недоцільне, наприклад, швидкопсувні з нешвидкопсувними вантажами, що мають агресивні властивості, і вантажі, що вимагають особливих режимів перевезення і т.д.

Завантаження тарно-штучних вантажів проводиться із двостороннім рахунком: приймальниками - здавачами складу і тальманами судна. За результатами рахунку оформляються *«Тальманські аркуші»*. *«Тальманські аркуші»* звіряються після кожної зміни і за результатами завантаження кожної партії вантажу.

Після закінчення завантаження всієї партії вантажу на судно вантажний помічник капітана розписується на одному примірнику *«Доручення»*. Ця розписка вантажного помічника в прийнятті вантажу називається *«штурманською розпискою»* і є доказом того, що вантаж прийнятий на судно. Тому, перш ніж зробити штурманську розписку, вантажний помічник перевіряє *«Тальманські аркуші»* і переносить із них у штурманську розписку

всі відзначені недоліки зовнішнього стану вантажних місць. У тому випадку, коли виявлена розбіжність місць, а зробити перевірку неможливо, у штурманській розписці роблять застереження: «стільки-то місць спірні» і складають акт на розбіжність у рахунку між портом і судном. Один примірник штурманської розписки передається експедиторові відправника вантажу, один залишається на судні.

На підставі штурманської розписки на прохання відправника вантажу йому видається *коносамент*.

Коносамент відноситься до числа найважливіших вантажних документів. Він підписується капітаном у строки, передбачені договором купівлі-продажу товару, і якщо немає яких-небудь застережень у частині кількості і стану вантажу, є доказом належного виконання продавцем своїх зобов'язань по торговельній угоді.

Під час підписання коносамента ретельно перевіряють, чи перенесені в нього всі застереження про стан вантажу (тари) і про розбіжності в рахунку місць, які були зроблені в штурманських розписках, тому що з моменту підписання коносамента вся відповідальність за вантаж покладається на судно (перевізника).

Не допускається підписання коносамента до повного закінчення завантаження даної партії вантажу, тому що надалі може виявитися недостача або неякісний стан вантажу (тари).

До підписання коносамента повинні бути врегульовані всі питання, пов'язані з оплатою фрахту, авансу фрахту або інших платежів у порту відправлення, відповідно до порядку взаєморозрахунків, які передбачаються по даному перевезенню і зазначені в коносаменті.

На прохання відправника коносамент може бути виписаний у декількох оригіналах, число оригіналів у комплекті вказується в кожному оригіналі. Число копій може бути різним, копії не мають значення товаророзпорядчого документа, про що на кожній копії ставиться чіткий напис «*copy, not negotiable*».

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

Митниця на основі маніфестів перевіряє вантажі і робить розрахунок мит і зборів, а також веде статистику експортно-імпортного вантажообігу.

Вантажний помічник капітана зобов'язаний ретельно звірити дані, зазначені в маніфесті, із судовим комплектом штурманських розписок. Розбіжність між ними може виникнути через помилки при складанні маніфесту або через те, що маніфест був виписаний заздалегідь, а в процесі завантаження судна в попередній вантажний список були внесені деякі зміни (наприклад, одні коносаменти замінені іншими).

У багатьох країнах і портах існують особливі вимоги до маніфестів на вантаж, що прибуває. Так, наприклад, маніфести на порти Аргентини, Іспанії і інших країн повинні бути легалізовані (мати візу) консулом даної країни або мати запис митниці про те, що в порту відправлення немає консульського представництва цієї країни.

У ряді портів встановлено, що маніфести повинні бути пред'явлені за певне число діб до приходу судна, або передбачено, що в митницю пред'являються маніфести на всі вантажі, наявні на борту судна, а не тільки на вантажі даного порту (наприклад, порт Сінгапур) і т.д.

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

Люкові записки складаються роздільно по кожному трюмі і містять перелік всіх коносаментних партій, розміщених у даному відсіці в порядку черговості їхнього вивантаження. Їх виписує вантажний помічник капітана на основі виконавчого вантажного плану і коносаментів.

На відхід судна з експортними вантажами на борту судна повинні бути: «Доручення» з відміткою вантажного помічника про приймання вантажу («штурманська розписка»), тальманські аркуші, копії коносаментів, маніфести, виконавчий вантажний план і люкові записки.

Виконавчий вантажний план і люкові записки входять до складу обов'язкових документів, які повинні бути вручені в порту призначення агентом судна.

Здача і документальне оформлення імпорتنих вантажів

Здача імпорتنих вантажів в портах України відбувається на підставі копій коносаментів, маніфестів, люкових записок і вантажного плану. Після дозволу митниці починається вивантаження вантажів. Тарно-штучні вантажі вивантажуються з тальманським рахунком і рахунком приймальників - здавачів складу. Прийняті на склад вантажі оформляються «Відомістю обліку імпорتنих вантажів», по сумі яких оформляється «Генеральний акт вивантаження судна», у якому вказують кількість місць, що значиться по документах, і кількість місць, фактично прийнятих з судна, а також номери і загальне число складених за результатами вивантаження «Актів-повідомлень». Останні складаються в тих випадках, коли виявляється недостача або псування вантажів, вантажі в дефектній тарі і т.д. - роздільно по кожній коносаментній партії.

Як Генеральний акт, так і Акт-повідомлення підписують капітан судна, представники порту і митниці.

Прийом і здача вантажів в іноземних портах

Прийом вантажів в іноземних портах у цілому аналогічний прийманню вантажу в портах України.

Приймання вантажу на судно виконується по документу, аналогічному дорученню, який називається «*Shipping order*». Найменування і зміст

передатних документів трохи розрізняються залежно від країни і порту завантаження, але їхнє призначення і роль в оформленні передачі вантажу в цілому аналогічна функціям доручення.

Вантажний помічник капітана розробляє попередній вантажний план, який затверджується капітаном. Завантаження відбувається під контролем вантажного (або вахтового) помічника капітана і, якщо буде потреба, супроводжується тальманським рахунком. У закордонних портах рахунок найчастіше ведуть незалежні тальманські фірми, так звані «присяжні тальмани» (*sworn tallymen*). Після завантаження всієї партії вантажу вантажний помічник підписує «штурманську розписку» (*Mate's receipt*) за формою, прийнятою в даному порту, у яку переносять всі зауваження по вантажу з тальманських аркушів.

На підставі штурманської розписки капітан підписує підготовлений агентом коносамент у необхідній кількості екземплярів. Коносамент повинен повністю відповідати штурманській розписці. Список всіх коносаментних партій, прийнятих на судно, оформляється «Маніфестом».

Порядок здачі вантажів в іноземному порту досить різноманітний і визначається установленими звичаями порту і умовами договору морського перевезення. Вантаж може здаватися безпосередньо вантажоодержувачеві (його експедиторові), операторові термінала або на митні склади. Доти, поки вантаж не виданий вантажоодержувачеві або його представникові, перевізник залишається відповідальним за вантаж. Залежно від умов договору морського перевезення оператор термінала може розглядатися як підрядник перевізника і переданий йому вантаж залишається на відповідальності перевізника, або як підрядник вантажоодержувача, і переданий йому вантаж вважається зданим представникові одержувача.

Однак у сформованій комерційній практиці прийнято оформлення спеціальних документів, що підтверджують факт здачі вантажу, його кількість і стан. Це може бути розписка одержувача на капітанській копії коносамента, спеціальне свідчення - «аутторн ріпорт» (*Outturn report*), оформлене за результатами вивантаження вантажу тальманською компанією, оператором термінала або самим вантажоодержувачем. Тільки в інтересах судна може бути отримана розписка агента в тім, що він прийняв під свій контроль вивантажені судном вантажі.

Видача вантажів по «частковому коносаменту»

Часткові коносаменти, або *деливри-ордера (Delivery order)*, виписуються (у випадку виникнення в них необхідності) уже після того, як відправлення даної партії вантажу було оформлено одним, основним, коносаментом. Така необхідність виникає головним чином при таких обставинах: коли більш-менш значна партія вантажу, перевезення якої вже оформлено одним коносаментом, продається декільком покупцям і з'являється необхідність розділити коносамент на кілька частин, щоб кожен одержувач мав можливість самостійно одержувати свою частку партії вантажу, позначену в основному коносаменті; коли відправником і одержувачем партії вантажу по

основному коносаменту є експедиторські фірми, яке об'єднують з метою економії в одну партію вантажі декількох власників і вантажі, що видають в порту призначення їхнім дійсним одержувачам.

Застосовуються різні форми і способи видачі часткових коносаментів. Якщо часткові коносаменти видає власник основного коносаменту, то звичайно їх візує капітан судна або агент перевізника. Для цього їм вручають також оригінал основного коносаменту. Часткові коносаменти можуть бути виписані перевізником або його агентом на прохання власника основного коносаменту, а також в обмін на основний коносамент.

Часткові коносаменти полегшують прийом-здачу вантажу за рахунок зменшення числа коносаментів, дають економію на консульських зборах, які стягуються з кожного коносаменту. Відправникам дрібних партій товару частковий коносамент дозволяє зменшити витрати по перевезенню, тому що в іншому випадку вони повинні оплачувати суму мінімального фрахту, встановленого тарифами за кожен коносамент.

Експедиторські фірми роблять укрупнення дрібних партій і оформляють їхнє перевезення частковими коносаментами, утримуючи як плату за посередницькі послуги приблизно половину суми економії, одержуваної вантажовласниками.

2.5. Нормативна база забезпечення безпечного і збереженого перевезення вантажів морем

Перевезення різних видів вантажів морським транспортом, забезпечення їх своєчасної і якісної доставки одержувачеві регламентується як Міжнародними Конвенціями і документами, так і національними правилами.

Міжнародні документи

Міжнародна Конвенція про вантажну марку, 1966 р.

Митна Конвенція, що стосується контейнерів (КТК, 1972 р.).

Міжнародна Конвенція по безпеці контейнерів (КБК, 1972р.) з виправленнями 1981 і 1983 р.

Міжнародна Конвенція по запобіганню забруднення із суден, 1973/78 (*International Convention for Prevention Pollution from Ships*) (МАРПОЛ - 73/78).

– Книга I - сучасний текст положень статей, протоколів і п'яти додатків МАРПОЛ 73/78.

– Книга II - тлумачення правил Додатків до Конвенції, керівництва і наставлення.

Міжнародна Конвенція по підготовці і дипломуванню моряків, 1978 р. (ПДМНВ - 78) зі змінами Конференцією 1995 р.

Міжнародна Конвенція по охороні людського життя на морі, 1974 р. (Консолідований текст Конвенції СОЛАС - 74, 1993). З поправками за станом на 06 червня 1996 р.

Міжнародний Кодекс морського перевезення небезпечних вантажів (*International Maritime Dangerous Good Code*), 1990 р. з доповненням (Мк МПОГ).

Міжнародний Кодекс по безпечному перевезенню зерна насипом (*International Grain Code*), 1994 р. (МЗК).

Кодекс безпечної практики для суден, що перевозять палубні лісові вантажі (*Code of Safe Practice for Ships Carrying Timber Deck Cargoes*), 1991 р. (Кодекс ПЛГ).

Кодекс безпечної практики розміщення і закріплення вантажів (*Code of Safe Practice for Cargo Stowage and Securing*), 1994 р. (Кодекс РКГ).

Посібник з розробки суднових планів надзвичайних заходів по боротьбі із забрудненням нафтою. (Резолюція МЕРС, 54(32) від 06.03.92 р.).

Резолюція ІМО А. 742(18) від 04.11.93 р. «Процедури контролю за експлуатаційними вимогами, що ставляться до безпеки суден і запобігання забруднення».

Кодекс безпечної практики перевезення твердих навалочних вантажів, 1994 р. (Кодекс НГ).

Посібник з розміщення і уклади вантажу у вантажних контейнерах, знімних кузовах і транспортних засобах і по обробці і закріпленню контейнерів, ЄЕК ООН. 1995 р. (ЄЕК - європейська економічна комісія ООН).

Рекомендації з безпечного транспортування небезпечних вантажів і пов'язаної із цим діяльності в портах, 1995 р.

Кодекс безпечної практики завантаження і розвантаження балкарів (*Code of Safe Practice for Solid Bulk Cargos*).

Кодекс безпечного перевезення відпрацьованого ядерного палива плутонію і високорадіоактивних відходів у контейнерах на борті судна (Кодекс ОЯТ).

Європейська угода про міжнародні перевезення швидкопсувних продуктів і про спеціальні транспортні засоби, призначені для цих перевезень (СПС).

Посібник з укладання вантажів у вантажні контейнери або транспортні засоби. ІМО/МОТ.

Посібник з надання першої медичної допомоги (РПМП-МFAG).

Національні правила і документи.

Регістр. Правила класифікації і будування суден, 1995 р., Том 1, 2.

Регістр. Правила по обладнанню морських суден:

Правила по вантажопідйомним пристроям морських суден;

Правила про вантажну марку морських суден, 1995 р.

Регістр. Правила по запобіганню забруднення із суден, 1993 р.

Регістр. Технічні вимоги до розміщення й кріплення контейнерів міжнародного стандарту на судах, пристосованих для їхнього перевезення, 1997 р.

Регістр. Правила виготовлення контейнерів, 1996 р.

Загальні і спеціальні правила перевезення вантажів (4-М). Том 1, 1991 р., Том 2, 1996 р.

Том 2 (Правила безпечного морського перевезення генеральних вантажів), включено:

Загальні вимоги і положення;

Правила безпеки морського перевезення металоконструкцій;

Правила безпеки морського перевезення рухливої техніки.

Правила безпеки морського перевезення залізобетонних виробів і конструкцій (ЗБК).

Правила безпеки морського перевезення пакетованих вантажів.

Правила безпеки морського перевезення великогабаритних і великовагових вантажів (КТГ).

Правила морського перевезення натурального каучуку і латексу.

Правила безпеки морського перевезення тарно-штучних вантажів.

Загальні і спеціальні правила перевезення вантажів (4-М). Том 2, книга 2. Правила безпечного морського перевезення генеральних вантажів, включено:

Правила безпеки морського перевезення лісових вантажів.

Правила морського перевезення паперу, картону і целюлози.

Посібник з розробки наставлень по закріпленню вантажів.

Методика розрахунку критерію незміщуваності структуроутворюючих вантажів.

Норми міцності засобів закріплення. Орієнтовна витрата засобів закріплення на 1 т вантажу.

Методи оцінки ефективності пристрою для закріплення нестандартного вантажу. Циркуляр КБМ ІМО № 664.

Правила перевезення вантажів у контейнерах морським транспортом:

- комерційні умови перевезення вантажів у контейнерах;
- технічні вимоги до розміщення й кріплення контейнерів на судах;
- технічні вимоги до розміщення й кріплення вантажів у контейнерах;
- технічні вимоги до розміщення й кріплення вантажів у відкритих засобах укрупнення (відкритих контейнерах, контейнерах-платформах, ролл-трейлерах).

Посібник з укладки вантажів у контейнери або транспортні засоби ІМО/МОТ.

Посібник з розміщення і укладки вантажу у вантажних контейнерах, знімних кузовах і транспортних засобах і з обробки і закріплення контейнерів, ЕЭК/004.

Правила морського перевезення небезпечних вантажів (Правила МОПОГ), 5-М, Том 1, Том 2, 3.

Правила морського перевезення продовольчих вантажів (6-М).

Загальні і спеціальні правила перевезення наливних вантажів: нафти і нафтопродуктів, харчових вантажів, зріджених газів наливом, КТР і ТУМП (7-М).

Правила безпеки морського перевезення не зернових навалочних вантажів (8-М). (Правила ННГ) РД 31.11.01 - 92.

Регістр. Правила перевезення зерна. 1996р.

Засоби багатообертові для закріплення вантажу на морських судах (Каталог). РД 31.21.96 - 87.

З а п и т а н н я д л я с а м о к о н т р о л ю

1. Якими документами оформляється договір морського перевезення вантажу?
2. Яким договором оформляється перевезення кошовних маловагових вантажів?
3. Які реквізити містить коносамент?
4. Які причини викликають ушкодження вантажів?
5. Як зовнішнє середовище впливає на збереження вантажів при перевезенні?
6. Які найбільш характерні випадки незбереження вантажів виникають при їх перевезенні?
7. Які операції виконуються на судні при його підготовці до завантаження вантажів?
8. Як здійснюється приймання вантажу до перевезення?
9. Як виконується здача вантажів одержувачеві?
10. Яка нормативна база забезпечення збереження вантажів при їх перевезенні морським транспортом?

Розділ 3

ТЕХНОЛОГІЯ ПЕРЕВЕЗЕННЯ ГЕНЕРАЛЬНИХ ВАНТАЖІВ

3.1. Класифікація генеральних вантажів

Назва «генеральні вантажі» походить від англійського слова *general* (загальний).

До генеральних вантажів відносять товари, які упаковані в ящики, стоси, тюки, бочки, барабани, бідони, пляшки, кошики і ін. Генеральні вантажі можна класифікувати за багатьма ознаками: масою окремих вантажних місць, їхніми лінійними розмірами, режимами зберігання, способу перевезення перевантаження, фізико-хімічними властивостями і т.д.

Відповідно до “Правил безпеки морського перевезення генеральних вантажів” (затверджені ММФ СРСР 25.03.80 р., РД 31.11.21.16-80) була введена класифікація генеральних вантажів і їхній поділ по категоріям і групам залежно від виду тари, упаковки і характеру самого вантажу:

- штучні вантажі в упаковці: ящики, стоси, картонні коробки, мішки, тюки;
- вантажі в транспортних пакетах: на піддонах (у касетах), в обв'язці (у плівці), укрупнені місця і блоки-пакети;
- катно-бочкові вантажі: бочки металеві і дерев'яні; барабани дерев'яні, металеві і пластмасові; барабани з кабелем і проводами; рулони, бухти і мотки; автопокришки;
- металоконструкції: прокатний профільний метал, метал у пачках, прутковий метал в зв'язках, рейки, шпунт, металоконструкції і устаткування, блюмси, злитки і заготовки;
- залізобетонні вироби і конструкції (ЗБК): колони, стійки ЛЕП, опори для світильників, плити, блоки, фундаменти, конструкції будинків і споруджень, кільця, труби і т.д.;
- контейнери: великотоннажні (міжнародного класу), універсальні, м'які, ізоtermічні і рефрижераторні, контейнери-цистерни і контейнери-платформи;
- рухлива техніка: на колісному і гусеничному ході;
- великовагові і великогабаритні вантажі;
- лісові вантажі: круглий ліс, пиломатеріали в пачках, брус і ін.

До числа факторів, які необхідно враховувати під час перевезення генеральних вантажів, відносяться: висота штабелювання; можливість зсуву при плаванні судна на хвилюванні; псування або часткова втрата вантажу під впливом вологості, температури, забруднення, пилу, різних видів комах або бактерій, гризунів, самозігрівання, самозаймання і ін.

3.2. Перевезення вантажів у тарі

Ящикові вантажі

У ящиках перевозять промислові і споживчі товари, продукти харчування і сільського господарства, прилади, устаткування і т.д. Технічні вимоги до міцності і розмірів ящиків залежать від характеру вантажу і його маси.

Залежно від матеріалу ящики можуть бути: дощаті, фанерні і картонні. Дощаті ящики виготовляються із щільно обшитими стінками, у вигляді лотків і обрешетників. Фанерні ящики по периметру стінок підсилюють дерев'яними рейками. Картонні ящики виготовляють із гофрованого картону.

У відповідності з *“Правилами безпечного морського перевезення генеральних вантажів” (частина 1)* ящикові вантажі підрозділяються на дерев'яні ящики масою: до 50 кг, від 50 до 200 кг, від 200 до 2000 кг, понад 2000 кг.

Залежно від категорії ящикових вантажів, міцності тари і маси, встановлюються певні вимоги до їхньої укладки, сепарування і кріплення. У тих випадках, коли тара недостатньо міцна, а висота штабелювання дорівнює 8-10 ярусів і більше, *«Правила»* пропонують установку дерев'яного настилу через 3 і 6 ярусів вантажу по висоті штабеля.

Важкі ящики, які мають, як правило, міцну тару, вантажать у нижню частину трюму, більш легкі - зверху. Якщо між бортами і окремими великими ящиками залишаються вільні простори, то вони заповнюються ящиками менших розмірів, але в міцній упаковці.

При завантаженні трюму однорідним ящиковим вантажем необхідно уважно стежити за укладкою першого ярусу. Ящики, покладені в першому ярусі, не повинні виступати по висоті за його рівень, а всі вільні простори з бортів закладають сепараційним матеріалом. Наступні ряди повинні укладатися на рівну поверхню. Якщо порушити ці вимоги, то виступаючі ящики можуть бути роздавлені верхніми шарами вантажу.

У тому випадку, коли дрібні ящики повинні бути завантажені поверх великих ящиків або інших різнорідних вантажів, необхідно зробити суцільний настил з дощок, а дрібні ящики укласти на нього.

Особливу увагу перевізникові (судновій адміністрації) до якості укладки необхідно приділяти під час перевезення вантажу в картонних ящиках. Для стійкості штабеля застосовується метод *«цегельної кладки»*, тобто ящик верхнього ярусу укладають на два нижні ящики.

Способи укладання в трюмі - уздовж, поперек, на торець - залежать від співвідношення розмірів ящика і трюму, а також від характеру упакованого в ньому вантажу і міцності тари.

При складанні вантажного плану судна вантажі, які перевозяться в решітках, варто розміщати в твіндеках (в трюмах їх можна укласти на висоту не більше 4 м). Якщо в решітках перевозиться вантаж у скляній тарі (сироп, кислота і ін.), то поверх такого вантажу не можна розташовувати ніякий інший вантаж. Ящики зі склом встановлюються вертикально, довгою стороною уздовж борта судна.

Розміри ящиків і їхня маса для основної номенклатури вантажів можуть коливатися в значних межах (див. ДЕРЖСТАНДАРТ 21140 - 75), а розміри пакетів ящикових вантажів і їхня маса може мати значення : $L \times B \times H = 1600 \times 1200 \times 1660$ мм, маса від 910 до 2950 кг.

На рис. 3.1 представлена схема укладки і закріплення сталі в пачках.

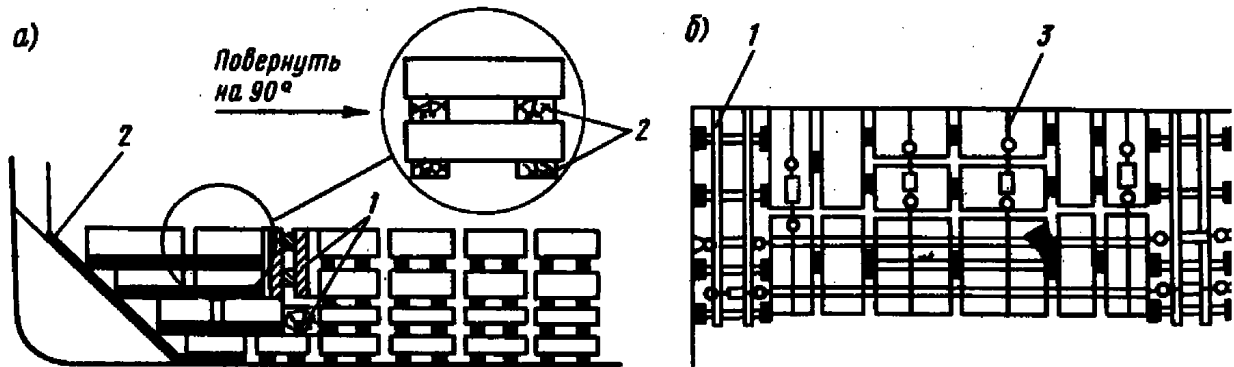


Рис 3.1. Укладка і закріплення листової сталі в пачках:

1- дерев'яні розпірки; 2 - прокладки; 3- найтови

Мішки, стоси, тюки

У мішкській тарі перевозиться широка номенклатура сипучих вантажів. Мішки відносяться до м'якої упаковки і розподіляються за матеріалом виготовлення: на тканині, паперові, пластмасові і рогожані. Розміри мішків можуть бути наступні: $L \times B \times H = (625-900) \times (400-610) \times (140-270)$ мм, маса мішків 50, 70, 100 кг.

Більшість мішкових вантажів для морського перевезення формують у пакети (рис. 3.2).

Укладка мішкового вантажу може виконуватися за способам «мішок на мішок» або «впівмішка» (рис. 3.3).

Висота штабелювання мішкових вантажів у трюмах залежить від властивостей і характеру вантажу. Перед укладкою мішкових вантажів на пайолі виконується настил з дощок, зверху якого вистилається 1 - 2 шари паперу. Укладка штабеля вантажу виконується уздовж судна від бортів до середини. Якщо потрібно створити «повітряні канали» (наприклад, під час перевезення рису з портів Таїланду) то мішки укладаються паралельно бортам і перегородкам судна, а штабель вантажу кріпиться дошками товщиною 20-30 мм і шириною 150-200 мм (рис. 3.4).

Найчастіше мішкові вантажі перевозять у пакетах, які можуть мати такі характеристики:

- борошно (круп) – розміри $L \times B \times H = 1840 \times 1360 \times 1385-2120$ мм, маса 2170-3430 кг;
- цукор-пісок – розміри $L \times B \times H = 1680 \times 1220 \times 970-2050$ мм, маса 1270 – 2880 кг;
- цемент – розміри $L \times B \times H = 1680 \times 1250 \times 720 - 1140$ мм, маса 1670 – 3270 кг;

- добрива (сульфат амонію) - розміри $L \times V \times H = 1600 \times 1200 \times 1160$ - 1360 мм, маса 1270 - 1870 кг.

У стосах і тюках перевозяться волокнисті матеріали або вироби з них. Волокнисті вантажі спресовуються в стоси, потім обшиваються матеріалом і стягаються металевими стяжками. Стоси мають форму паралелепіпеда із двома опуклими гранями (рис. 3.5, 3.6).

У тюках перевозиться не спресований матеріал.

У трюмі судна стос укладають уздовж поперечних перегородок до льяльного скосу. Над льяльним скосом зазор між стосом і бортом заповнюють прокладочним матеріалом. Стоси укладають впритул один до одного, а порожнечі заповнюють твердою сепарацією.

Катно - бочкові вантажі

До цієї категорії вантажів відносяться бочки, барабани, рулони і балони.

Бочки металеві виготовляють звареними або прокатаними з видавленими поясами твердості або обручами з фасонного заліза. За формою виготовлення бочки діляться на циліндричні та конічні. Металеві бочки виготовляються циліндричної форми, а дерев'яні - конічної.

Дерев'яні бочки залежно від призначення діляться на заливні і сухотарні.

У заливних бочках перевозять рідкі або напіврідкі продукти. На денці бочки або в бічній клепці роблять пробку. При завантаженні заливні бочки укладають так, щоб пробка розташовувалася зверху.

Сухотарні бочки призначені для перевезення сухих харчових продуктів, порошкоподібних продуктів хімічної промисловості.

Фанерні барабани виготовляють із тришарової клеєної фанери і використовують для перевезення харчових продуктів і хімічних порошоків. Ємкість таких барабанів від 10 до 100 літрів, маса від 15 до 175 кг.

Металеві барабани мають ємкість від 50 до 200 літрів, виготовляють їх з листового заліза, маса таких барабанів до 250 кг, вони призначені для перевезення плавких речовин і сухих хімічних продуктів.

У рулонах, як правило, перевозять папір і картон.

Катно-бочковий вантаж укладають горизонтально або вертикально залежно від виду вантажного місця і застосовуваної технологічної схеми завантаження. Якість завантаження всього вантажу в трюмі залежить від правильності укладки першого ярусу вантажу. Горизонтальну укладку бочок рекомендується починати із середини трюму до бортів поперечними рядами. Покладені в такий спосіб бочки становлять перший ярус, що розташовується паралельно пайолу. Кожна бочка першого ярусу повинна опиратися на підкладки з м'якого дерева перетином 50x50 мм (рис. 3.7) з таким розрахунком, щоб її середня частина не опиралася на пайол, а була вільно підвішеною. Денця бочок у сусідніх рядах повинні точно збігатися між собою. При цьому поздовжні ряди повинні бути прямими, а бічні - не додержуватися кривизни бортів судна. Якщо конструкція судна не дозволяє укласти бочку, то це місце пропускається. Всі порожнечі, що утворились по бортах і у кутах повинні заповнюватися сепарацією.

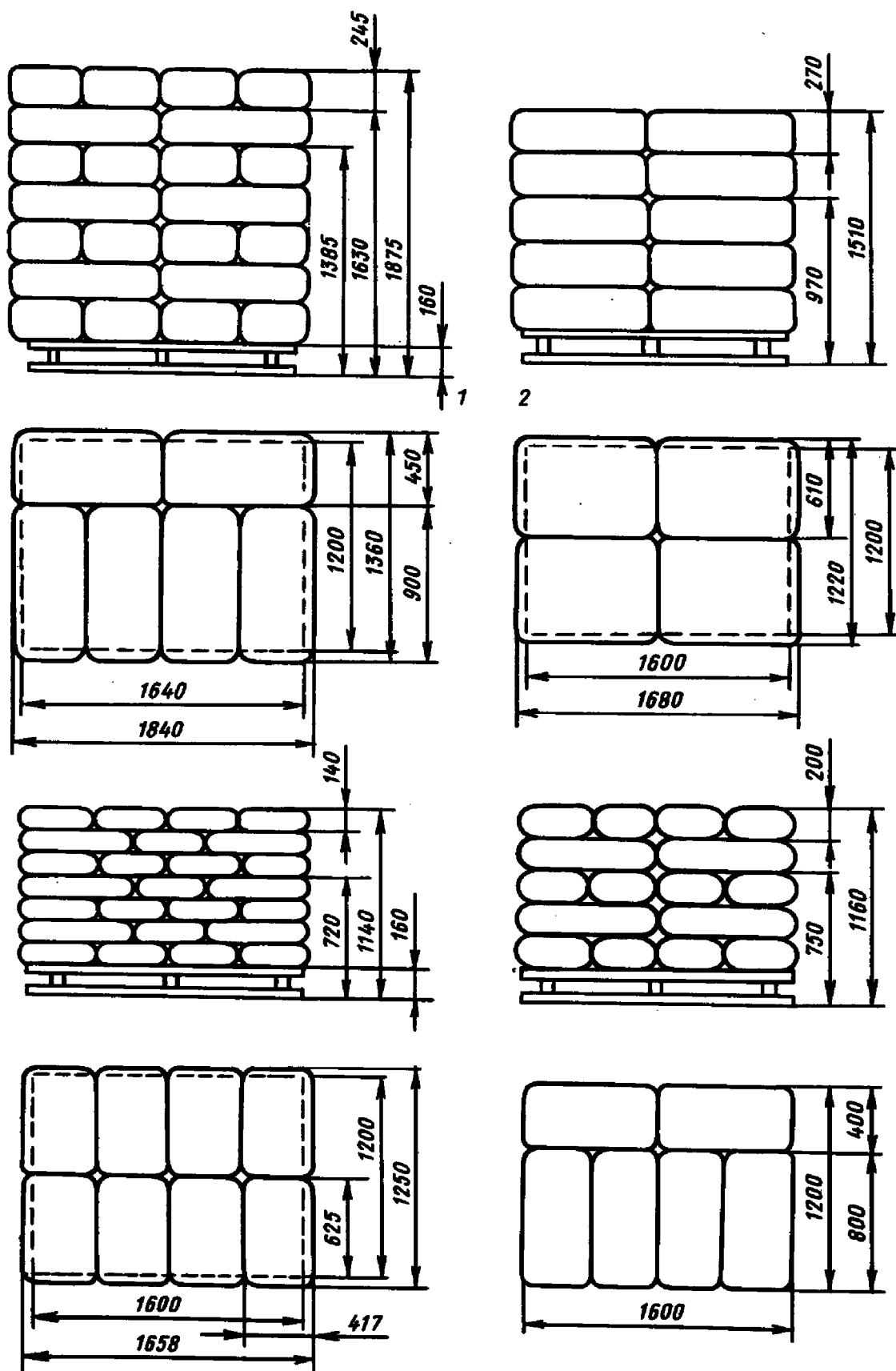


Рис. 3.2 Схема формування пакетів з вантажів у мішках різних розмірів

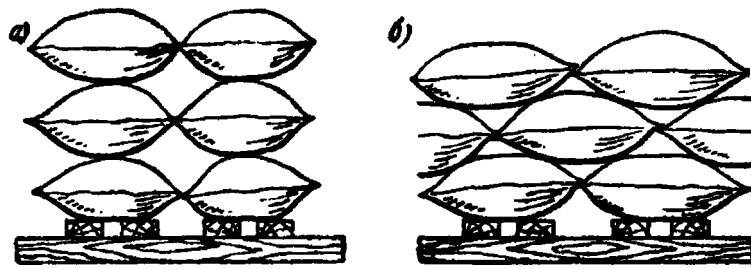


Рис 3.3 Укладка мішкового вантажу:

а- «мішок на мішок»; б- «впівмішка»

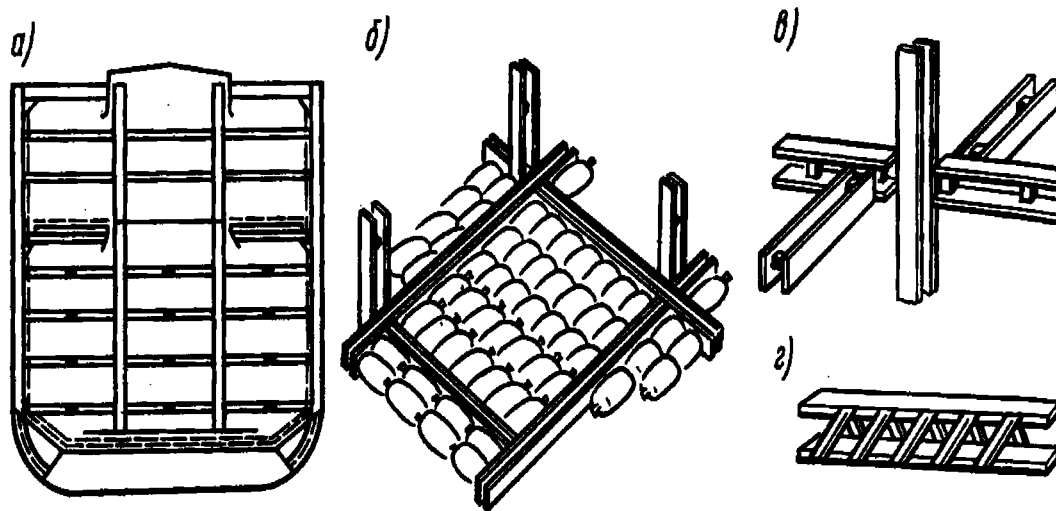


Рис 3.4. Пристрій і схема установки рисових продуктів у трюмі:

а– вертикальний розріз трюму; б– укладка рисових продуктів у горизонтальній площині; в – стикування рисових продуктів у місцях перетинання; г – конструкції рисового продукту

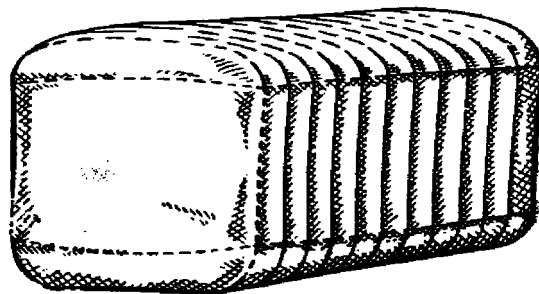


Рис 3.5. Стоси бавовни стандартної упаковки

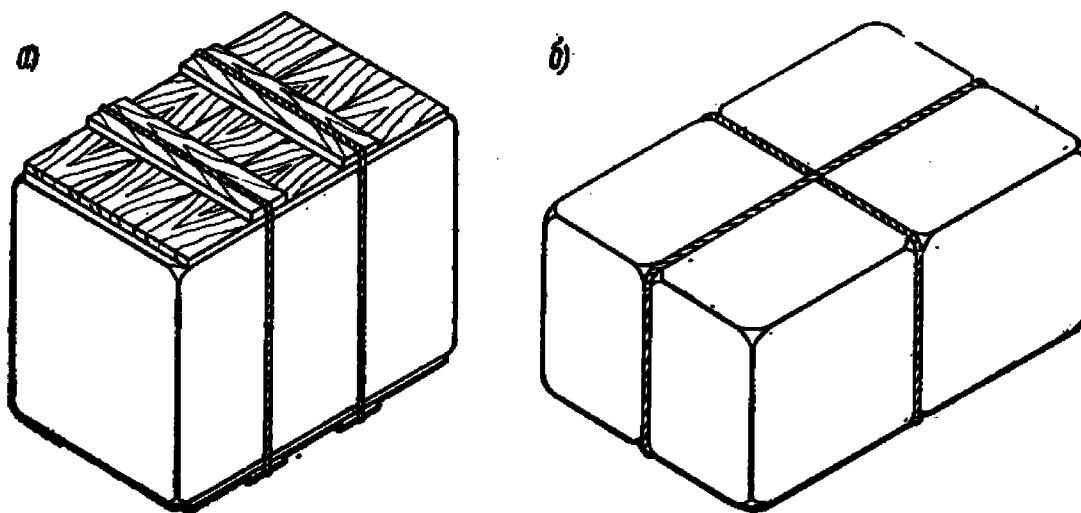


Рис 3.6 Тара стосова та тюкова:

a – стос швейних, трикотажних, хутряних і шкіряних виробів; *б* – тюк шкіряних і швейних виробів

Це робиться з тією метою, щоб вирівняти поверхню ярусу і не допускати зрушення вантажу в бічному напрямку.

Кожну бочку другого ярусу опуклою частиною укладають у поглиблення між чотирма бочками першого ярусу. Після укладання другого ярусу знову заповнюють сепарацією вільні простори. Якщо не виконати ці умови, то може відбутися ушкодження бочок нижнього ярусу, що виступають із ряду, внаслідок надмірного тиску на них верхніх рядів.

При укладці бочок на торець (рис. 3.8) у першу чергу завантажують підпалубні простори, при цьому перші ряди встановлюють уздовж поперечних перегородок. На перший ярус бочок вистилається суцільний настил дощок товщиною 20 - 30 мм і довжиною не менш 2 м. Поверх цієї сепарації встановлюється другий ярус.

При укладці дерев'яних бочок з вантажем на торець допускається таке висота укладки: 100 літрові - до 11 ярусів; 120 - 150 літрові - до 9 ярусів; 200 - 250 літрові - до 8 ярусів.

Барабани з кабелем доцільно розміщати на просвіті люка, а якщо партія цього вантажу велика, то барабани розміщаються по всій площі палуби трюму (твіндеку). Вони укладаються на утворюючу і розклинюються для запобігання руху. Барабани із тросом укладаються на торець.

Висота укладання барабанів із тросом не повинна перевищувати трьох ярусів, але таке укладання доцільно виконувати тільки на просвіті люка.

На рис. 3.9 представлена схема укладки і закріплення рулонів смугової сталі.

При завантаженні балонів на палубу укладається суцільний шар сепарації з дощок або фанери, кожні 5 балонів нижнього ярусу розклинюють прокладками із брусків товщиною 50 мм, а самі балони укладають на утворюючу поперек судна. Борта судна на висоту укладання балонів

закриваються сепарацією з дощок товщиною 30 мм або фанерою товщиною 10 мм, а загальна висота укладання не повинна перевищувати 5 ярусів.

Укладання балонів для перевезення на палубі представлені на рис. 3.10.

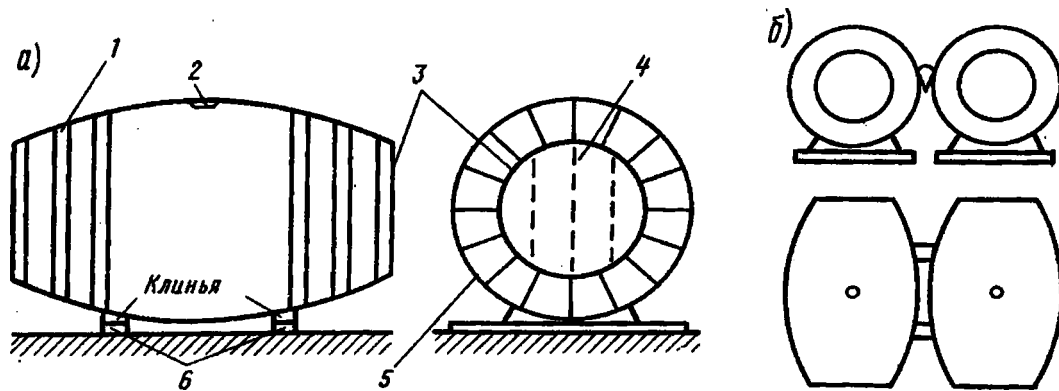


Рис 3.7. Розклинення бочок:

1- четвертні обручі; 2 - пробка; 3 - упор; 4 - днище; 5 - опуклість; 6 - подушка

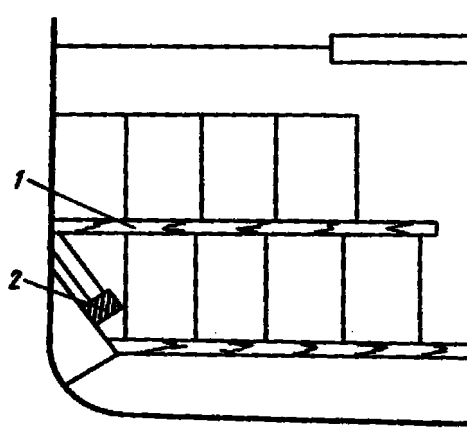


Рис. 3.8. Схема укладання бочок на торець: 1 - підкладка під вантаж; 2 - розпірки і клини

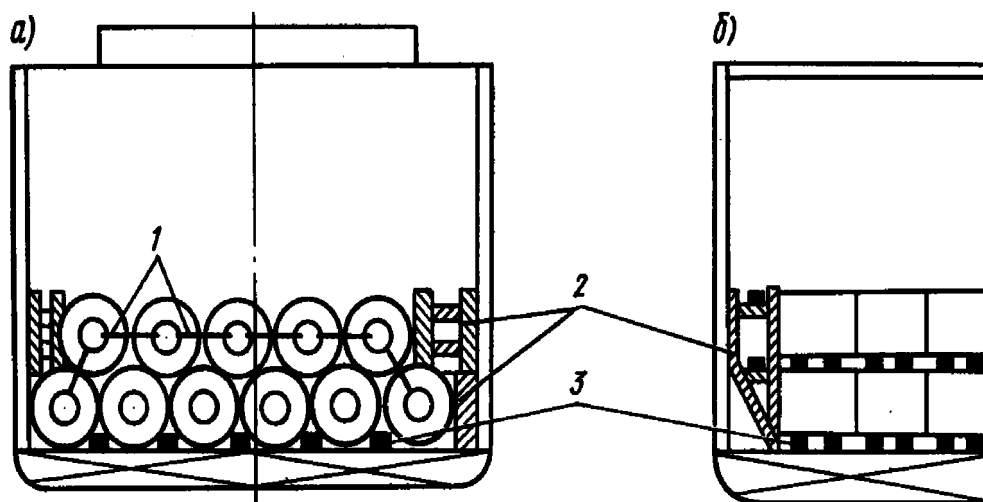


Рис. 3.9. Укладання і кріплення рулонів смугової сталі: а – горизонтально, б - вертикально

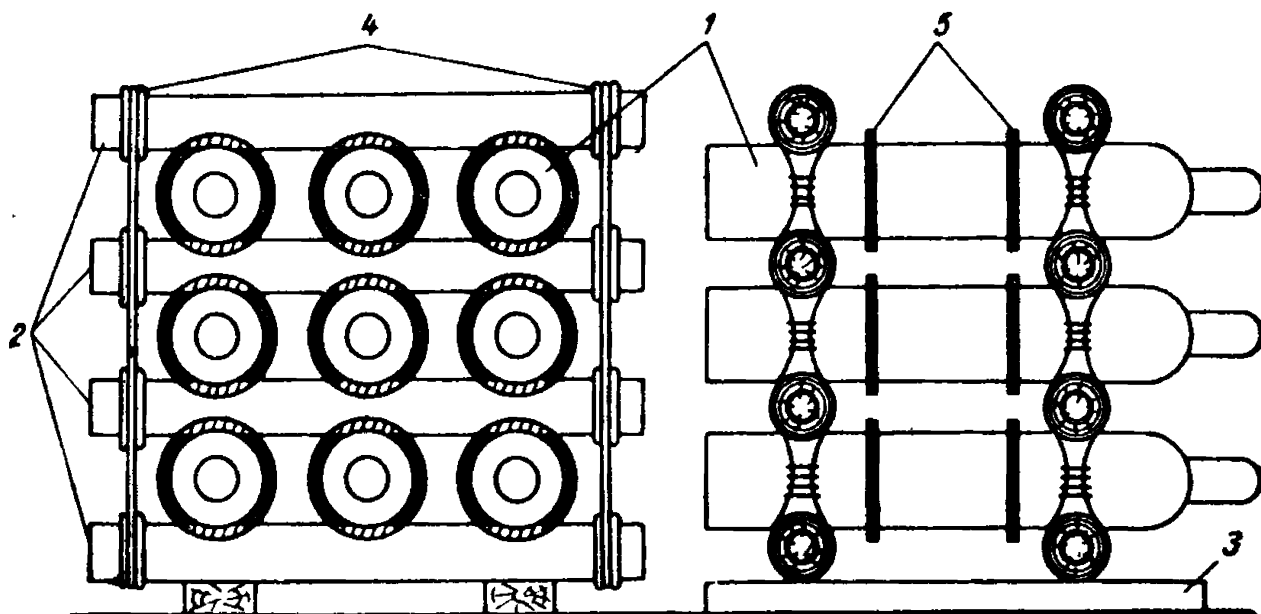


Рис 3.10. Упаковка балонів для перевезення на палубі судна: 1 - балони; 2 - прокладки; 3 - підкладки; 4 - дровові стяжки; 5 - амортизаційні кільця

3.3. Перевезення бавовни і інших волокнистих вантажів

Волокнисті вантажі по характеру волокон підрозділяються на натуральні і штучні. Натуральні волокнисті матеріали, у свою чергу, залежно від походження, діляться на:

- рослинні - бавовна, льон, джут, прядиво, маніла, сизаль, агава;
- тваринні - вовна, натуральний шовк;
- мінеральні - азбест.

Для додання волокнистим вантажам транспортабельного стану їх спресовують у стоси або пакують у тюки (рис.3.5.,3.6).

Бавовна – вогнебезпечний вантаж, вона здатна непомітно жевріти кілька діб і потім викликати пожежу. Особливу небезпеку для загорання представляють стоси з ушкодженою упаковкою. Бавовна упаковується в стандартні стоси і стягується поверх обшивки металевим дротом або стрічкою. Стяжка повинна бути такою, щоб металеві пояси не виступали над поверхнею стосу. Це робиться для того, щоб уникнути утворення іскор від тертя стосів, тому що іскри можуть викликати тління і пожежу. Із цієї причини всі вихлопні труби повинні бути забезпеченні іскрогасячими сітками, а комінгси люків обшиті деревом. Стоси повинні бути міцними і чистими, без слідів масляних плям або підмочки. Питомий навантажувальний об'єм бавовни - від 2 до 6 м³/т.

У результаті намокання бавовна пліснявіє, гниє, що приводить до активізації процесів самонагрівання і самозагорання. Самозагорання зволоженої бавовни відбувається внаслідок окислювання киснем повітря. Самозігрівання і загорання бавовни може викликатися також при її зіткненні з маслами. Бавовна надзвичайно пилоємкий вантаж, при спільному перевезенні з пилоутворюючими вантажами вона швидко втрачає свої

властивості. Під впливом підвищених температур або при вентиляванні сухим повітрям вона втрачає свою еластичність, стає ламкою і твердою.

До початку завантаження бавовни трюми судна повинні бути очищені, провентильовані і висушені. Стоси необхідно укладати у вантажних приміщеннях щільно, щоб уникнути їхнього тертя один об одного при плаванні судна на хвилюванні. Якщо в трюмі є джерела тепла, то їх варто відгородити дерев'яними щитами, що відстоять від них на відстані не менш ніж на 10 см. Електропроводка перевіряється на повну справність, всі подпалубні ліхтарі повинні бути захищені сітками, переносні лампи повинні бути в справній герметичній арматурі, а штепсельні коробки розташовують поза трюмами.

Судна, що перевозять бавовну і інші волокнисті вантажі, повинні в обов'язковому порядку мати системи парового і вуглецевокислотного пожежогасіння.

Перед початком вантажних робіт приводять до готовності засоби пожежогасіння (пожежні рукави розносять по палубі і підключають до пожежних ріжків, перевіряють роботу пожежних насосів). Вентилятори рекомендується тримати закритими. Після закінчення завантаження трюми повинні бути оглянуті працівниками пожежної охорони порту разом з адміністрацією судна, після чого люки закриваються «*попохідному*».

Під час морського переходу адміністрація судна повинна постійно контролювати температурний стан вантажу в трюмах, а при гарній погоді проводити вентилявання трюмів відповідно до рекомендацій по перевезенню волокнистих вантажів.

Джут – волокно однолітньої рослини, стебло якого росте у воді. Після дозрівання стебла сушать і відокремлюють пряжу. Отриману в такий спосіб пряжу використовують для виготовлення тканини або тросів. Джут упаковують у стоси, питомий навантажувальний об'єм джуту 2,12 – 2,27 м³/т.

Джут - вантаж вологоємний, з ним не можна перевозити вантажі, які виділяють вологу і піддані самонагріванню. Стоси джуту являють собою акумулятор вологи, тому при підвищенні температури в середині стосу створюються сприятливі умови для розвитку процесів гниття. Не слід приймати до перевезення стоси, які видають гнильний запах, а також кіпи зі слідами підмочки або масляними плямами.

Джутова тканина – це тканина для виготовлення мішків, упаковується в стоси або рулони. Питомий навантажувальний об'єм 1,95 м³/т.

Ганіс – один з різновидів джутової тканини, перевозиться в кіпах, має транспортні характеристики аналогічними джутової тканини. Питомий навантажувальний об'єм 1,84 м³/т.

Льон – чистий і сухий вантаж, по своїх транспортних властивостях близький до бавовни, перевозиться в стосах. Льон - вантаж вогнебезпечний, перевезення його повинно здійснюватися відповідно до Правил МОПОГ.

Койр – кокосове волокно, що використовується для виготовлення тросів і матів. Боїться вологи і швидко гниє. Не рекомендується його перевозити

разом з бавовною і джутом. Вологі стоси, які видають запах гнилі, до перевезення приймати не можна.

Штучні волокнисті матеріали (віскоза, капрон, нейлон, лавсан, дакрон і ін.) – при підвищеній температурі втрачають міцність, жовтіють і можуть плавитися. У зв'язку із цим їх потрібно укладати вдалині від теплих перегородок.

3.4. Перевезення паперу і целюлози

Основними видами вантажів паперової промисловості, пропонуваними до морського перевезення, є: папір, картон, вироби з паперу і картону, целюлоза.

Залежно від призначення паперу вихідною сировиною для її виготовлення може бути деревина, волокна синтетичного і органічного походження, мінеральні волокна. В обмеженій кількості для спеціальних сортів паперу можуть використатися волокна вовни і металеві волокна (електропровідний папір).

Папір, паперові вироби і целюлозу перевозять упакованими в рулони, стоси і картонні коробки.

Папір вищих сортів, упакований в рулони, повинен мати два дерев'яні щити з торців для захисту від пошкодження, а циліндрична поверхня повинна бути закрита планками, які кріпляться до торцевих щитів. Рулони, незалежно від сорту паперу, повинні бути обгорнені в щільний пакувальний папір. Листовий папір упаковується в стоси, писальний і ксероксний папір спочатку упаковують у пачки, а потім запаковують у картонні коробки. Питомий навантажувальний об'єм паперу 1,63 – 2,52 м³/т.

Картон перевозять у стосах, упакованих як і папір, між двома щитами. Тонкий картон може бути згорнутий у рулони. Питомий навантажувальний об'єм картону в стосах 1,42 м³/т, у рулонах – 1,5 – 2,63 м³/т.

Папір і паперові вироби мають здатність вбирати вологу, що робить на них згубний вплив, а саме, після висихання папір жолобиться і жовтіє, кольоровий - змінює кольори під дією сонячних променів.

З огляду на слабку захищеність паперу від впливу зовнішнього середовища, були розроблені спеціальні правила перевезення паперу (див. Тарифне керівництво 4 -М).

Правила передбачають комплекс вимог до суден, які здійснюють перевезення паперу, технології її завантаження і режиму перевезення.

Основні із цих вимог полягають у наступному:

- вантажні приміщення суден не повинні мати глибину підпалубних просторів більше 1,5 м, розвал бортів судна більше 1,5 м, ширину льяльного скосу більше 0,3 м. У вантажних приміщеннях судна не повинно бути тунелів гребного вала, пілерсів і інших конструкцій суднового набору. Якщо ці вимоги не можна задовольнити, то в трюмах роблять дерев'яні східчасті вигородки і настили;
- укладають папір в трюмі на торець у вертикальному шаховому порядку, припустима висота укладки 6,5 м. На просвіті люків

допускається укладання рулонів у стропі-стрічці на утворюючу, у цьому випадку висота укладки не повинна перевищувати чотирьох ярусів;

- стоси з паперовою продукцією повинні укладатися у вантажних приміщеннях на рівну горизонтальну поверхню, рівними горизонтальними рядами.

Якщо папір перевозиться в пакетованому виді на піддонах, то висота пакета не повинна перевищувати 1,8 м, а висота установки пакетів у трюмі не більше 3 ярусів.

Папір - чистий вантаж, який можна перевозити разом з харчовими вантажами, що не виділяють вологу. Особливістю паперу є слабкий його захист від зовнішніх механічних пошкоджень, часто від ударів або надмірного навантаження від верхніх шарів рулони паперу лопаються. Папір робиться непридатним при найменшому контакті з вологою, тому розміщати в одному вантажному приміщенні папір і вантажі, що виділяють вологу, не треба. Вантаж повинен бути захищений від псування в результаті зміни відносної вологості і температури повітря. Зволоження паперу може відбутися як від попадання вільної вологи, так і внаслідок відпрівання.

При підготовці трюмів до прийому паперу або паперових виробів обов'язкове їхнє ретельне прибирання, мийка і сушіння. При завантаженні паперу необхідно використовувати стропи синтетичні або рослинні.

Під час переходу морем з вантажних приміщень необхідно віддаляти надмірно вологе повітря і приймати всі міри для вирівнювання температури вантажу з температурою зовнішнього повітря.

Целюлоза – до морського перевезення пред'являється у вигляді пластин, які упаковані в стоси масою 150 – 200 кг. Залежно від ступеня просушки целюлоза містить ту або іншу кількість вологи, яка дуже легко віддається. Вологу вантаж віддає не тільки в результаті випару, але і внаслідок «віджиму» нижніх шарів верхніми, якщо штабель целюлози в трюмі має значну висоту. Целюлоза легко усмоктує надлишкову вологу, при цьому стоси розбухають і можуть розірвати стягуючі стрічки. Пластини целюлози при подмочці пліснявіють і гниють. Питомий навантажувальний об'єм стосів середньої вологості близько 1,61 м³/т.

3.5. Перевезення каучуку і резино-технічних виробів

Натуральний каучук – це продукт обробки соку тропічного дерева гевея. Натуральний каучук містить: 94% вуглецю, 2,5% білкових речовин, 3% ацетонового екстракту і 0,5% золи. Білкові речовини, що входять до складу каучуку, є живильним середовищем для бактерій і пліснявих грибків.

До морського перевезення пред'являють, в основному, такі види каучуку, як «*Смокед-шит*» і «*Креп*» сорту екстра. Каучук перевозиться в стосах, які мають середні розміри 400×500×600 мм, маса НЕТТО стоса коливається від 101,6 до 113, кг, вони обтягнуті сорочкою, що складається з листів каучуку

тієї ж марки. Зверху сорочка посипається тальком. Навантажувальний об'єм каучуку в стосах $1,84 - 1,90 \text{ м}^3/\text{т}$.

При окислюванні і пліснявінні каучук виділяє тепло, що прискорює процес гниття і, таким чином, різко погіршує якість вантажу. Процес гниття швидко поширюється від уражених страв на контактуючі з ними вантажні місця. Каучук боїться контакту з нафтою, бензином, маслами і різними розчинниками. При підвищеній температурі кіпи каучуку розм'якшуються і деформуються.

Перед завантаженням каучуку борта і перегородки закриваються фанерою. Завантаження каучуку на судно виконується тільки по коносаментним партіям з перевіркою кількості місць у кожній партії. Не приймаються до перевезення мокрі, деформовані, ушкоджені стоси. До початку завантаження натурального каучуку на палубі трюму і твіндека робиться настил з дощок товщиною 20 - 25 мм з інтервалом між ними 5 - 10 см, поверх якого вистилається суцільний настил з фанери товщиною не менш 6 мм, а максимальна висота укладання стосів каучуку не повинна перевищувати 18 ярусів. Для запобігання попадання конденсату на верхній шар вантажу його поверхню вкривають поліетиленовою плівкою.

Поряд з натуральним каучуком морем перевозять велика кількість сортів синтетичних каучуків. Залежно від властивостей і виду цього каучуку його перевозять у різній тарі і упаковці.

Так, наприклад, бутадієн-нетрильний синтетичний каучук упаковують у рулони масою 40 кг, які обшиваються тканиною або мішковиною, просоченою нітролаком.

Каучук синтетичний може пред'являтися до перевезення у вигляді стрічки, змотаної в рулон масою до 100 кг, який обшивається тканиною або упаковується в поліхлорвеніловий мішок, затарений у бочки з нержавіючої сталі ємкістю 150 л, бочки оцинковані ємкістю 200 л, фляги з білої жерсті ємкістю 40 л.

Латекс – це водяний розчин натурального або синтетичного каучуку.

Латекс із натурального каучуку перевозять у бочках, які обладнані спеціальним запобіжним клапаном для відведення надлишкового тиску, що утворюється від життєдіяльності мікроорганізмів.

У зимовий час перевезення більшості видів синтетичного латексу дозволяється тільки у вантажних приміщеннях, при температурі в трюмах не нижче $+10^{\circ}\text{C}$. Навантажувальний об'єм латексу становить $1,42 - 1,56 \text{ м}^3/\text{т}$.

Латекс при контакті з повітрям швидко згортається і перетворюється в клітку масу. Для запобігання цього в латекс додаються різні присадки, наприклад, аміак або креозот, які мають різкий запах, тому його потрібно вантажити окремо від вантажів, сприйнятливих до запахів.

Гуму і гумові вироби перевозять у різній упаковці і без неї. Все різноманіття гумовотехнічних виробів можна розділити на технічні і побутові.

До технічних гумових виробів відносяться: автопокришки, конвеєрні і ізоляційні стрічки, діелектричні коврики і рукавички, рукави і ущільнювальні кільця, різні манжети і т.д.

До побутових гумових виробів відносяться: гумове взуття, товари побутового призначення, дитячі іграшки і ін.

Гума і гумові вироби, як правило, не вимагають особливих режимів перевезення.

Питомий навантажувальний об'єм гуми і виробів з неї залежить від виду і форми виробів, тари і упаковки і мають наступні значення: у мішках 1,27 – 1,40 м³/т, у кіпах 2,00 – 2,10 м³/т, у ящиках 1,80 – 2,4 м³/т, деякі вироби більше 4,5 м³/т.

3.6. Перевезення виробів легкої промисловості

На суднах морського флоту щорічно перевозиться велика кількість товарів легкої промисловості: вироби трикотажні і швейні, текстиль, взуття, галантерея, парфумерія, побутові і господарські товари.

Вироби текстильної, трикотажної і швейної промисловості залежно від матеріалу виготовлення діляться на лляні, бавовняні, вовняні, шовкові і синтетичні.

Бавовняні тканини сприймають вологу з навколишнього середовища (трюмного повітря) або від інших вантажів, що випаровують вологу, а при підмочці морською водою кристали солей довго втримують вологу усередині тканини (штабеля, тюка, стоси).

Лляні тканини, як і бавовняні, легко вбирають вологу з навколишнього середовища, але більшою мірою бояться підмочки солоною морською водою, оскільки вона створює умови для утворення цвілі (грибка). Плями, що утворилися від цвілі, не піддаються видаленню навіть при пранні в гарячій воді.

Вовняні тканини бояться підмочки, вони можуть бути вражені міллю. Якщо в процесі завантаження виявлена міль, то такий вантаж не слід приймати на борт судна. До завантаження повинна бути проведена дезінсекція і виконано сюрвейерний огляд вантажу, а результати огляду відбиваються у вантажних документах.

Шовкові тканини в меншій мірі сприймають вологу з навколишнього середовища, але при підмочці на них залишаються плями, що викликають втрату товарної якості вантажу.

Синтетичні тканини з хімічних волокон мало сприймають вологу із зовнішнього середовища, але вони чутливі до підвищення температури. Підвищена температура може привести до плавлення, пожовтіння або втрати міцності штучного волокна.

Залежно від призначення легка промисловість виробляє тканини побутового призначення, технічні, тарно-пакувальні, тканини для спецодягу і медичних цілей.

До перевезення тканини пред'являються упакованими в кіпи. Кіпи формуються зі шматків тканини або полотен однієї ширини. Упаковки роблять у пакувальну тканину або в пакувальний двошаровий вологостійкий папір. Спресовані стоси (упаковані в тканину або папір) обтягують по малому

периметрі поясами з металевої стрічки або дроту. Під пояс підкладають смужку картону (ширина 60 мм, товщина 3 мм), кінці поясів з'єднують «у замок».

Стоси шовкових тканин дротом обтягувати не дозволяється.

Килимові вироби для транспортування водним транспортом упаковують у рулони, які обшиваються в один шар пакувальною тканиною.

Текстильні і трикотажні вироби упаковують у дощаті або фанерні ящики або ящики з гофрокартона. Усередині ящики вистилають щільним папером.

Швейні вироби, пропоновані до перевезення, діляться на п'ять класів: побутові, спецодяг, спортивний, відомчий і національні вироби. Залежно від характеру і цінності швейні вироби упаковують в ящики (дощаті, фанерні або картонні) або зашивають у тюки. Вантажні місця зі швейними виробами повинні мати контрольну дровову або сталеву стрічку, забиту «у замок» заводським способом. Якщо вантаж упакований у картонні ящики, то всі з'єднання заклеюються паперовою контрольною стрічкою.

До текстильних вантажів відносять: вторинна сировина, текстильні обрізки, старе ганчір'я, обтиральні матеріали. Вони пред'являються до перевезення спресованими в стоси масою до 80 кг. Стоси обв'язують міцною мотузкою або обтягають металевою стрічкою. Питомий навантажувальний об'єм (ПНО) цих вантажів варіює в значних межах: наприклад, фланель до 9,31 м³/т, тканини від 2,23 до 4,95 м³/т.

При прийманні на судно текстильних, трикотажних і швейних виробів необхідно робити зовнішній огляд вантажу, перевіряючи чистоту вантажних місць, наявність пломб і контрольних стрічок, відповідність відправницького і транспортного маркування даним, зазначеним у вантажних документах. Обтиральна сировина і старе ганчір'я приймають до перевезення тільки при наявності свідчення про їхню дезінфекцію, крім того, цей вантаж відносять до категорії легкогорючих речовин, які вимагають від перевізника вживання відповідних заходів обережності.

Вироби шкіряно-взуттєвої промисловості діляться на дві групи: шкіра і шкіряні вироби. Основну частку шкіряних виробів становить взуття. Залежно від виду взуття пред'являються різні вимоги до споживчої і транспортної упаковки і тари. Як споживчу упаковку використовують картонні коробки, паперові пакети або пакети з полімерних матеріалів. Для транспортної тари використовуються дощаті, фанерні або картонні ящики. ПНО 1,84 – 2,10 м³/т.

Шкіри підрозділяються на м'якого і твердого типу.

Шкіри м'якого типу складаються в пачки, згортаються в рулони і перев'язуються шпагатом. Лакові шкіри складаються в розстеленому виді (лицьовою стороною до лицьової) у фанерні ящики пачками по 20 шкір. Упаковані в пачки або рулони шкіри перев'язують хрестоподібно дротом і опломбують.

Під час перевезення шкір морським транспортом необхідно дотримуватися наступних умов:

- при температурі повітря в трюмах вище + 20°C необхідно забезпечувати інтенсивне вентилування вантажних приміщень;

- висота штабелювання не повинна перевищувати 2,5 м;
- вантажні місця зі шкірами укладають на відстані не менш 0,5 м від трубопроводів і перегорожок, що мають підвищену температуру.

Взуття і шкіри необхідно оберігати від вологи, зайвої сухості трюмного повітря і підвищеної температури. При підвищеній вологості на шкірі утвориться цвіль, а при сухому повітрі вона пересихає і втрачає еластичність. Шкіри не дозволяється перевозити із продовольчими вантажами і хімічними матеріалами.

Парфумерні і галантерейні товари перевозяться упакованими в щільні дерев'яні ящики або картонні коробки. Картонні коробки використовуються під час перевезення цих товарів у контейнерах. Парфумерні вироби мають сильні і стійкі запахи, тому ці вантажі не можна перевозити в одному вантажному приміщенні з харчовими продуктами і вантажами, сприймаючимо запахи. У числі парфумерних вантажів зустрічаються легко-займисті і летючі ефірні масла, отже, їх не можна укладати близько до джерел тепла. Значна частина парфумерних вантажів розфасовується в скляну тару, тому вантажні роботи необхідно робити з великою обережністю.

З а п и т а н н я д л я с а м о к о н т р о л ю

1. Які вантажі називаються генеральними?
2. Які вантажі перевозяться в ящиковій тарі?
3. Які існують схеми укладання в трюмі вантажів у мішках?
4. Як укладається в трюмі вантаж перевезений у стосах?
5. Які існують методи укладання в трюмі бочкових вантажів?
6. Як перевозяться морем волокнисті вантажі?
7. Як укладається в трюмі вантаж паперу?
8. Яка технологія перевезення натурального каучуку і латексу?
9. Як перевозять морем вироби легкої промисловості?
10. Який температурний режим необхідно підтримувати в трюмі під час перевезення шкір?

Розділ 4

ТЕХНОЛОГІЯ ПЕРЕВЕЗЕННЯ ПРОДОВОЛЬЧИХ ВАНТАЖІВ

4.1. Класифікація продовольчих вантажів

Продовольчі вантажі охоплюють велику номенклатуру вантажів тваринного і рослинного походження. При їхньому перевезенні судновій адміністрації необхідно дотримувати у вантажних приміщеннях певні температурні і вологові режими, установлювати оптимальні режими вентилявання трюмів з метою регулювання газового складу трюмного повітря, виконувати карантинні вимоги і ін.

Продовольчі вантажі повинні перевозитися відповідно до вимог «Правил морського перевезення продовольчих вантажів 6-М».

Відповідно до класифікації, що була розроблена ЦНДІМФ, продовольчі вантажі розділені на два підкласи: *швидкопсувні і нешвидкопсувні*.

До *швидкопсувних (код С)* відносяться вантажі, для збереженої доставки яких необхідне дотримання спеціальних режимів зберігання і перевезення.

До *нешвидкопсувних (код Н)* відносяться вантажі, які протягом тривалого часу можуть зберігати свій товарний вид, харчові і живильні властивості без застосування спеціальних мір, наприклад, заморожування, охолодження і консервації.

Швидкопсувні вантажі, у свою чергу, діляться на два види: що потребують повітрообміну (*код СВ*) і не потребують повітрообміну (*код СО*).

Якщо розглядати температурний режим перевезення, то продовольчі вантажі підрозділяються на три категорії: морожені (температура охолодження від -4°C и нижче, (*код СОМ*); охолоджені (температура охолодження від -4°C до $+12,5^{\circ}\text{C}$, (*коди СВХ, СОХ*); не охолоджені (*код СВТ*).

Класифікація продовольчих вантажів і їхніх кодових позначень представлені на рис.4.1.

Продовольчі вантажі мають певні властивості, які необхідно враховувати перевізникові під час їхнього транспортування морем. Ці вантажі мають дві істотні ознаки: спільність походження і спільність режиму перевезення. Якщо не буде враховано хоча б одну із цих ознак, то немає ніякої гарантії в забезпеченні якісної і збереженої доставки вантажу одержувачеві.

По спільності походження продовольчі вантажі розділені на:

- плодовоовочеві - овочі і фрукти зони помірного клімату, субтропічні і тропічні фрукти;
- м'ясні - м'ясо, солонина, птахи, дичина, м'ясні копченості, бекон, субпродукти і ін;
- рибні - морожена риба, морепродукти;
- жири - топлені тваринні, маргарин, кухонні;
- молочні - молоко, масло, сметана, сир;
- консерви - м'ясні, молочні, овочеві, рибні, соління і ін.

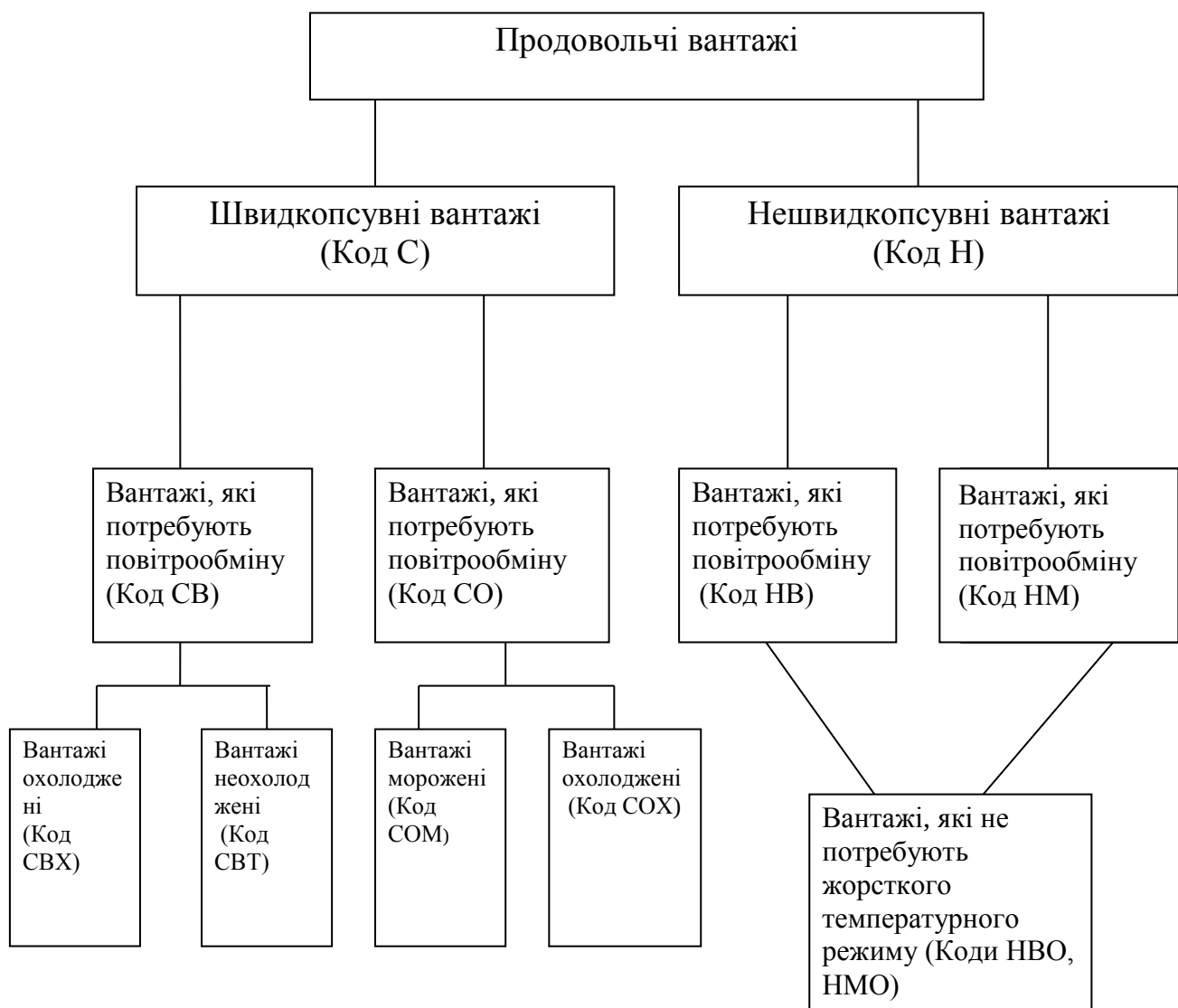


Рис. 4.1. Класифікація і кодове позначення продовольчих вантажів

Продовольчі вантажі пред'являються до перевезення як у вигляді сировини, так і після промислової переробки.

Характерною рисою останніх є той факт, що в них постійно відбуваються фізіологічні і біохімічні процеси, інтенсивність протікання яких залежить від біологічної активності самого продукту, газового складу трюмного повітря, параметрів зовнішнього середовища.

Серед факторів, що впливають на збереження цих вантажів при морському транспортуванні, особливе місце займає мікробіологічний, котрий характеризується сукупним впливом різних мікроорганізмів.

Харчові продукти – найбільш підходящі об'єкти для існування мікроорганізмів, якщо вологовміст їх перевищує певний мінімум.

Особливість «мікробного» фактора в порівнянні з фізичними і хімічними впливами середовища полягає в тому, що мікроорганізми не тільки заносяться у вантаж ззовні, але і самі можуть у них розвиватися. З одного зародка мікробів, що потрапив у вантаж, можуть утворитися мільйони, здатні нанести йому непоправиму шкоду.

Дослідницьким шляхом встановлено, що в товарах, що перевозяться морським транспортом, можуть розвиватися і існувати мікроорганізми різних видів: бактерії, дріжджі, цвілеві грибки, актиномицети (перехідна форма від грибової цвілі до бактерій). Всі вони мікроскопічно малі, але при активному розмноженні утворюють у вантажі велику кількість видимих мікробів (цвіль, грибки).

Крім специфічних (властивому даному виду) біологічних властивостей, мікроорганізми мають ряд загальних властивостей, які варто враховувати при виборі мір захисту вантажу в період морського перевезення. Кожен вид мікроорганізмів розмножується, розвивається і живе тільки в підходящих для нього умовах: при певній температурі, вологості, вмісті кисню. Активність мікроорганізмів проявляється як багатофакторна функція, обумовлена умовами середовища їхнього перебування. В умовах температурного оптимуму розвиток мікроорганізмів відбувається з максимальною швидкістю.

Наявність атмосферного повітря (кисню) істотно впливає на протікання процесів життєдіяльності мікроорганізмів.

Виходячи з потреби в кисні, мікроорганізми розділяють на *анаеробні* (здатні жити при повній відсутності кисню), і *аеробні* (що живуть тільки при наявності кисню).

Зараження товарів, що перевозяться морем, відбувається частіше всього в бактеріальних вогнищах. Ними можуть бути: біотопи (вода, відходи, організми), у яких мікроби живуть і розмножуються; місця скупчення (металеві конструкції вантажних приміщень, перекриття, транспортні засоби), у яких мікроорганізми зберігаються тривалий час у пасивному стані.

Вантажі заражаються як при безпосередньому контакті з бактеріальними вогнищами, так і шляхом переносу зародків мікробів, наприклад, повітряним потоками разом з пилом або брудом.

Під впливом мікроорганізмів у продуктах, що перевозяться, можуть розвиватися такі мікробіологічні процеси, як: гниття і розкладання (риба, м'ясо, м'ясопродукти, яйця, шкіра і ін.); скисання (оцет, бутиловий спирт, вино, соки); пліснявіння (товари рослинного походження); самонагрівання (зерно, борошно, шрот, бавовна, рибне борошно); розпад полісахаридів (крохмаль, продукти, що містять пектин).

Найбільш часто під час морського перевезення товари заражаються цвілью. Це обумовлено тим, що цвіль здатна розвиватися при незначному вмісті вологи у вантажі і може заподіювати шкоду навіть «сухим» вантажам, що перевозяться в умовах підвищеної вологості. Крім того, цвіль здатна рости в більш кислому середовищі, ніж бактерії і дріжджі, вони краще чинять опір антисептикам і різним запобіжним мірам.

Під час перевезення морем піддаються зараженню цвіллю:

- продукти з підвищеним змістом вологи, що перевозяться в «сухій» атмосфері, які виділяють надлишок вологи в трюмне повітря;
- товари з нормальним змістом води - в умовах дії факторів, що викликають місцеве збільшення вологості (конденсація вологи на вантажі; по надання дощової або морської води; волога яка, виділена сусідніми вантажами).

Прийняті до завантаження на судно вантажі необхідно ретельно оглядати з метою виявлення вантажних місць, заражених мікроорганізмами, і недопущення попадання їх на судно. Ознаками присутності мікробів може бути характерний запах (пліснявий, гниття, скисання), помітний наліт (грибниці) і вологі плями на упаковках.

Вплив навколишнього середовища визначається дією на продукти наступних факторів: температури навколишнього середовища, вологості повітря і його газового складу, інтенсивності руху вентиляційного повітря і т.д.

Температура повітря впливає на швидкість протікання ферментативних процесів. З підвищенням температури зростає активність процесів, але при температурі + 50°C вона слабшає, а при температурі + 70°C ферменти втрачають властивості каталізаторів.

Відносна вологість повітря впливає на збереження вантажу, його товарний вид і втрату маси. Знижена відносна вологість повітря в трюмах (80% і менше) викликає зів'янення плодів і овочів, погіршення їхніх смакових якостей і втрату стійкості до впливу мікроорганізмів. Підвищена вологість (більше 95%) є сприятливим середовищем для розвитку і життєдіяльності мікроорганізмів, також може привести до випадання конденсату на поверхні вантажу або судновому наборі. Оптимальною прийнято вважати відносну вологість у діапазоні 85-95%.

Нормальний зміст кисню в повітрі впливає на збереження тих категорій швидкопсувних вантажів, які здійснюють дихальний газообмін з навколишнім середовищем, поглинаючи з повітря кисень і виділяючи вуглекислий газ, етилен, тепло і воду, тобто здійснюють аеробне дихання. Виділені тепло і етилен підвищують життєдіяльні процеси в таких вантажах, як фрукти, овочі, яйця і ін.

Зміст у трюмному повітрі вуглекислого газу (CO₂) також впливає на збережене перевезення плодів і овочів. Підвищення змісту CO₂ у трюмному повітрі приводить до посилення внутрішнього дихання фруктів.

Це у свою чергу приводить до збільшення виділення етилену, який інтенсифікує процеси дозрівання плодів. Практика морського перевезення плодів і овочів підтверджує, що вміст CO₂ у трюмному повітрі не повинен перевищувати 1%, але деякі відправники вантажу вимагають, щоб зміст CO₂ у трюмному повітрі не перевищував 0,1 – 0,3%.

Контроль за вмістом CO₂ роблять не рідше 2 разів на добу, до і після включення вентиляційної системи.

Швидкість руху вентиляційного повітря також впливає на стан швидкопсувного вантажу. Є вантажі, які вимагають посиленого вентиляювання для видалення продуктів дихання, інші швидкопсувні вантажі можна, не ризикуючи, перевозити без інтенсивного вентиляювання, наприклад, морожене м'ясо.

4.2. Властивості продовольчих вантажів і підготовка їх до перевезення

Продовольчі вантажі, які пред'являються до перевезення на морських суднах, повинні мати сертифікат якості.

Вантажі тваринного походження - м'ясо і м'ясопродукти, риба і рибопродукти, консерви, що містять м'ясо і рибу, молочні продукти, дитяче харчування, жири, яйця і яєчний порошок, мед і продукти бджільництва перевозяться відповідно до вимог РД 31.11.25.80-96, а вантажі рослинного походження - чай, кава, какао-боби, пряності, свіжі овочі, макуха і шрот, а також інші олійні культури, зерно різне перевозяться відповідно до РД 31.11.25.81-96.

При перевезенні продовольчих вантажів морським транспортом вид тари і упаковки вибирається залежно від умов плавання (зовнішнього середовища), роду вантажу і ін. У міжнародних перевезеннях вид тари і упаковки обмовляється в запродажних контрактах.

У всіх випадках тара, використовувана для упаковки продовольчих вантажів, повинна бути новою, сухою, чистою і не мати сторонніх запахів.

Плодоовочеві вантажі. Залежно від необхідності в аерації, тривалості перевезень, міцності самих плодів вони упаковуються у тверду, напівтверду і м'яку тару.

Для упаковки плодоовочевих вантажів використовують: лотки (ягоди і деякі види фруктів) – ПНО 3,4 – 3,7 м³/т; ящики-клітки (овочі і баштанні культури) – ПНО 2,4 – 3,0 м³/т; дерев'яні ящики і напівящики (картопля, овочі, фрукти) – ПНО 2,0 – 3,4 м³/т; картонні ящики (фрукти) – ПНО 2,2 – 2,8 м³/т.

У винятковому виді картопля і деякі інші види овочів можуть перевозитися в мішках.

Всі вантажні місця плодоовочевих вантажів при прийманні на борт судна повинні ретельно оглядатися, вантажні місця зі слідами підмочки, цвілі, брудними плямами і потьоканами до перевезення не можна приймати. Не приймаються до перевезення вантажні місця з порушеною тарою, навіть якщо вона буде відремонтована перед завантаженням на судно. Перевезення плодоовочевих вантажів здійснюється відповідно до РД 31.11.25.26 - 96.

М'ясо і м'ясопродукти. М'ясо морожене і охолоджене при експортно-імпорتنих перевезеннях упаковують у поліетилен, бязь або марлю, м'ясо блокове – у картонні ящики, тушки дрібних тварин, бита птиця – у картонні або дерев'яні ящики. У каботажі м'ясо може перевозитися без упакування, ПНО різного м'яса становить 3,0 – 4,0 м³/т. До морського перевезення м'ясо пред'являють, як правило, у замороженому стані.

Основні властивості: піддається псуванню в результаті життєдіяльності ферментів і мікроорганізмів; при позитивній температурі розморожується з погіршенням якості; сприймає сторонні запахи; піддаються природній втраті, особливо м'ясо без упаковки, процес активізується при зниженні відносної вологості і різких коливаннях температури.

М'ясо блокове попередньо упаковують у пергамент, потім у картонні коробки, ПНО 1,5 – 2,0 м³/т. Тушки дрібних тварин, птахів і субпродукти (голови, язика, мозки, серце, печінка і ін.) до перевезення пред'являють у ящиках і коробках.

М'ясо перевозиться тільки в рефрижераторних суднах, в основному з батарейною системою охолодження. Під час перевезення на суднах з повітряною системою охолодження циркуляція повітря повинна бути мінімальною через можливі наднормативні (більше 0,3% від маси всієї партії) природні втрати.

М'ясопродукти розділяються на шість підгруп: м'ясні копченості - окорок, грудинка, корейка, і ін.; ковбасні вироби - ковбаса, сосиски і ін.; солонина - солонина свиняча, яловича і ін.; сало; субпродукти - голови, язика, мозки і ін.

Транспортна тара: ящики дощаті або картонні, бочки, ПНО 1,8 – 2,4 м³/т.

Основні властивості: легко сприймають запахи, піддаються природній втраті маси; підвищення температури, а також її коливання сприяє розвитку мікроорганізмів; знижена вологість повітря активізує процес усушки, ущільнення консистенції, погіршення якості вантажу.

Вантажі цієї групи до перевезення пред'являються в охолоджену або заморожену виді. Під час перевезення цих вантажів вентиляція трюмів, як правило, не потрібна, лише під час перевезення деяких видів вантажів (бекон, ковбаси, копченості, солонина і ін.) бажана незначна циркуляція повітря у вантажних приміщеннях.

М'ясопродукти перевозять тільки на рефрижераторних суднах при температурі від 0 до -20⁰С, відносній вологості трюмного повітря від 75 до 90%.

М'ясні копченості укладаються в ящики із прорізами, щоб забезпечувати вільну циркуляцію повітря, а при укладанні в бочки вільний простір у бочках заповнюється свинячим топленим жиром.

Жири. До цієї групи відносяться такі вантажі, як жир яловичий, свинячий, масло вершкове, топлене, маргарин і інші, не потребують повітрообміну.

Залежно від вихідної сировини і способів готування харчові жири розділяються на групи: жири тварин (у тому числі масло вершкове), рослинні масла, комбіновані жири.

Комбіновані жири - маргарин, масло рослинне, комбіжир тваринний і особливий, масло кокосове і т.д. - перевозяться в бочках масою до 150 кг і у дерев'яних ящиках масою до 50 кг.

Рослинні масла. Називаються по виду вихідної сировини (насіння), з якого вони виробляються - соняшникове, гірчичне, кукурудзяне, бавовняне, соєве, маслинове, або прованське, кокосове, какао-масло і т.д. При звичайних

температурах ці масла перебувають у рідкому стані, однак кожен сорт рослинного масла має свою температуру помутніння і застигання.

Основні властивості вантажів цієї групи: піддаються окислюванню і псуванню під дією атмосферного повітря; псуються під дією світла; поглинають і утримують летючі ароматичні речовини; вимагають, як правило, певного температурного режиму (від -5°C і нижче), при позитивних температурах переходять у рідкий стан, можливе витікання вмісту з упаковок.

Перевізник до початку завантаження повинен одержати від відправника вантажу сертифікат на вантаж із вказівкою в ньому транспортних характеристик вантажу і рекомендованих температур перевезення. Рослинні масла можуть перевозитися наливом у танках танкерів або діптанках вантажних суден, у бочках, металевих банках, в пляшках, упакованих в ящики. ПНО деяких сортів рослинного масла наведений нижче: соняшникове – бочки $1,70\text{ м}^3/\text{т}$, ящики $1,64\text{ м}^3/\text{т}$; соєве – бочки $1,61\text{ м}^3/\text{т}$, ящики $1,30\text{ м}^3/\text{т}$; бавовняне – бочки $1,73\text{ м}^3/\text{т}$, ящики $1,30\text{ м}^3/\text{т}$; маслинове – бочки $2,12\text{ м}^3/\text{т}$, ящики $1,76\text{ м}^3/\text{т}$.

Рибопродукти. Залежно від виду рибопродуктів, тари і упаковки, тривалості перевезення і періоду плавання рибопродукти можна перевозити як на рефрижераторних, так і на звичайних суднах. До рибопродуктів відносяться: риба сильно посолена, копчена, в'ялена і сушена, консерви рибні в тарі, технічні жири риби і морських звірів.

Сильно посолена риба перевозиться в сухотарних дерев'яних бочках ємкістю до 250 л і ящиках масою до 70 кг. Ящики для риби по торці скріплюються пакувальною стрічкою, вміст солі в такій рибі повинен бути не менше 14%. Риба середньо солена перевозиться в заливних бочках ємкістю до 250 л, зміст солі від 11 до 14%.

Баличні вироби перевозять у дерев'яних ящиках масою 40 - 70 кг, усередині ящики вистилають пергаментом, а в торцевих стінках ящика роблять отвори для проникнення в середину повітря.

Риба сушена і в'ялена перевозиться в дерев'яних ящиках, плетених кошиках, мішках і рогожаних лантухах масою нетто до 50 кг і у сухотарних бочках масою до 150 кг. Риба холодного копчення перевозиться в дерев'яних ящиках або сухотарних бочках масою 30 - 100 кг.

Ікра різних порід риб перевозиться розфасованою в дрібні скляні або бляшані банки, які упаковуються в дерев'яні або картонні ящики.

Для забезпечення збереження при перевезенні солоних і в'ялених рибних продуктів під час перевезення на нерефрижераторних суднах час перебування їх на борту судна не повинен перевищувати 15 діб, а в зимовий час - до 45 діб. Рибні копченості, незалежно від пори року, у дорозі не повинні перебувати більше 15 діб.

Риб'ячий жир, жир морських тварин перевозиться в металевих бочках ємкістю до 350 л, у дерев'яних заливних бочках ємкістю до 250 л або в іншій герметичній тарі (пляшки, бідони, фляги і ін.), упакованій в ящики або решітки.

При завантаженні рибної продукції у вантажні приміщення необхідно враховувати, що ці вантажі мають специфічні властивості – сильний запах, що може шкідливо впливати на вантажі, які сприймають запахи, а також не можна виключати можливість протікання тузлуку (розсолу) солоної риби з бочок і подмочки вантажів, розташованих поруч. ПНО солоної риби в бочках 1,27-1,60 м³/т, у ящиках – 1,16 м³/т, в'яленої риби в бочках – 1,70 м³/т.

Правила перевезення риби, рибних продуктів і морепродуктів викладені в РД 31.11.25.28-96.

Молочні продукти. Сир, молоко, кефір, сметана і інші молочні продукти повітрообміну не вимагають, за винятком сиру, під час перевезення якого необхідне вентилювання. До перевезення пред'являються в охолодженому стані, замороженим можна перевозити тільки сир. З великої номенклатури молочних вантажів практичне значення має лише перевезення сирів. Сири перевозяться в дерев'яних і картонних ящиках або дерев'яних бочках.

ПНО сиру в ящиках 1,56 – 1,98 м³/т, у бочках – 1,95 – 2,0 м³/т.

Основні властивості: піддаються впливу світла і повітря, що приводить до появи салистого присмаку; підвищена вологість сприяє розвитку гнильних бактерій; при позитивних температурах активізується діяльність мікроорганізмів, більш інтенсивно проходять хімічні процеси, які приводять до псування; при різких коливаннях температури сири тріскаються, стають розсипчастими, гублять смакові якості; піддаються природній втраті маси, процес усушки відбувається більш інтенсивно при зниженій відносній вологості трюмного повітря; виділяють і поглинають запахи.

Під час перевезення необхідно підтримувати температуру від 0 до –10⁰С, відносну вологість повітря 80 – 85%, залежно від сорту сиру. Вентиляція не потрібна.

Вершкове масло може перевозитися морем у дощатих, фанерних, картонних ящиках, а також дерев'яних бочках з букової, осикової, липової і березової клепок. Пряжене масло перевозиться в бочках, внутрішня поверхня яких покривається казеїном або рідким склом. ПНО масла вершкового в ящиках 1,4 м³/т, у бочках – 1,7 – 2,0 м³/т, масла пряженого 1,56 – 1,61 м³/т.

Вентилювання вантажних приміщень судна під час перевезення вершкового і пряженого масла не обов'язкове, але при їхньому вентилюванні якість вантажу не погіршується. Під час перевезення сиру на не рефрижераторних судах необхідно здійснювати вентилювання вантажних приміщень (тривалістю 10 - 20 хвилин щогодини).

Фрукти. Транспортування фруктів морем - складний і відповідальний процес, для забезпечення якого потрібні великі навички і знання фахівців. Залежно від виду фруктів вони перевозяться в різній тарі і упаковці, а також і без такої.

У цей час упакування фруктів виконується по-різному. Банани зі слабкими стеблами упаковують у крафт-папір. Широке поширення одержало упакування бананів у картонні коробки, у які укладають чисті грона, звільнені від стебла. Коробки ставлять на решітки (гретінги) отворами в

напрямку до потоку вентиляційного повітря. Маса ящиків 14 – 17 кг (країни-експортери Еквадор, Колумбія, Мартініка). ПНО 5,0 – 6,0 м³/т.

Банани. Процес укладання бананів в трюмах залежить від тари і упаковки вантажу. Банани в банчах (упаковка із крафт-паперу, поліетиленової плівки) ставлять на товсте стебло до двох банч по висоті. Крім того, зверху кладуть дві банчі горизонтально, такий метод називається «два вертикально, два горизонтально». Щоб уникнути переміщення вантажу в рейсі, укладка повинна бути щільною. Оптимальний режим перевезення бананів: температура трюмного повітря + 11 – 14⁰С, відносна вологість 85 – 90 %, швидкість руху вентиляційного повітря 0,3 – 0,5 м/с, кратність повітрообміну 5 об/ч.

Ананаси укладають у картонні або дерев'яні дранкові ящики. Маса ящика 25 – 30 кг, ПНО 3,7 – 4,7 м³/т. Дно ящика звичайно встеляють стружкою із прошарком паперу, на яку кладуть плоди. Крім того, плоди відокремлюють один від одного папером або стружкою.

Зверху кладуть шар паперу з соломою. Для кращої циркуляції повітря дно і кришки ящиків мають прорізи. Укладку експортних ананасів роблять в один шар у ящику, розділеному на секції (гнізда), у кожену секцію кладуть один ананас стеблом вгору. Таке укладання сприяє кращому просушуванню стебел. Укладання ананасів в трюмах ведуть денцями вниз, а для створення кращої циркуляції повітря роблять між ящиками прокладки у вигляді рейок, які розміщуються паралельно повітряному вентиляційному потоку. Висота штабеля - не більше 16 ящиків. Оптимальна температура перевезення ананасів може бути +6 – +8⁰ С, відносна вологість трюмного повітря до 90%, кратність повітрообміну 2 об/ч, при такому режимі перевезення ананаси добре зберігаються протягом 25 - 30 діб.

Під час перевезення ананасів морем необхідно на кожній вахті заміряти температуру і відносну вологість трюмного повітря, тому що при підвищеній вологості повітря (95 %) ананаси швидко поїдаються хворобами, а при недостатній вологості - в'януть і втрачають товарний вигляд. Крім того, відбувається усихання і втрата ваги.

Манго перевозять у дранкових ящиках (рідше в кошиках). Маса одного ящика 9 кг, ПНО 3,6 – 4,0 м³/т. Укладання плодів ведуть у два ряди, один від іншого відокремлюють папером зі стружкою. У трюмах ящики з манго укладають аналогічно ящикам з ананасами. Режим перевезення: температура +4 – +6⁰С, відносна вологість 80 – 90%, кратність повітрообміну 3 об/ч.

Апельсини і лимони перевозяться в ящиках, які виготовляють із фанери або картону. Маса ящиків до 25 кг, питомий навантажувальний об'єм 2,39 – 2.85 м³/т. Якщо цитрусові надійшли охолодженими, то їх укладають у трюм у суцільний штабель без сепарування між ярусами. При завантаженні трюмів цитрусовими перфораційні рейки необхідно розміщати через кожні чотири яруси ящиків. Оптимальний режим перевезення цитрусових: температура +4 – +8⁰С, відносна вологість трюмного повітря 80 – 90%, кратність повітрообміну 3 об/ч.

Овочі – картопля, цибуля, часник, помідори і ін. – перевозять у льноджутових мішках або сітках (картопля, цибуля), в дерев'яних ящиках або напівящиках. ПНО 1,8 – 2, 7 м³/т. Мішки з картоплею і цибулею укладають в трюмі висотою до 1,5 м, ящики – на висоту до 2,6 м із сепаруванням через чотири яруси. Режим перевезення: температура трюмного повітря + 8 – +12°C, відносна вологість 80 – 90%, кратність повітрообміну 2 об/ч.

Горіхи (кокосові горіхи, арахіс, мигдаль, кешью, фісташки і ін.) до транспортування пред'являються в льноджутових мішках, у мішках з пакувальної тканини або фанерних ящиках. ПНО від 1,8 м³/ч (арахіс нелущений) до 4,1 м³/ч (кокосові горіхи).

Основні властивості: гігроскопічні, бояться підмочки; сприйнятливі до запахів; окремі види мають малу механічну міцність; в основній масі нейтральні.

Найбільш яскраво ці властивості виражені в горіхів з менш міцною шкарлупою або очищених і у значній мірі залежать від тари.

Перевозяться на універсальних і спеціалізованих суднах з примусовим вентиляванням вантажних приміщень. Режим перевезення: температура не лімітується, відносна вологість повітря 75 - 80%, кратність повітрообміну 3 - 5 об/ч.

Пряності. До цієї групи відносяться: перець, кориця, гвоздика, лавровий лист і інші вантажі. До перевезення пред'являються в льноджутових мішках, дощатих, фанерних і картонних ящиках, стосах, тюках, обгортках з пакувальної тканини. ПНО від 1,7 м³/т (мускатний горіх) до 6,5 м³/т (лавровий лист).

Основні властивості: мають різкий специфічний запах; сприйнятливі до інших запахів; гігроскопічні; окремі види схильні до сухої сублімації; вимагають повітрообміну. Оптимальна температура перевезення не більше +20°C, відносна вологість повітря 75%. При сухому зовнішньому повітрі вентилявання вантажу необхідне, при підвищеній його вологості - забороняється. Пряності перевозять на універсальних і спеціалізованих суднах, які обладнані примусовою системою вентилявання трюмів.

Чай. Перевозять у фанерних і картонних ящиках, стосах і тюках. ПНО 1,25 – 3,2 м³/т. Основні властивості: гігроскопічний, пилеємкий, легко сприймає запахи, при підвищеній вологості пліснявіє.

Підтримувати чіткий температурний режим під час перевезення не потрібно, відносна вологість повітря у вантажних приміщеннях не повинна перевищувати 70%. Транспортують чай на універсальних і спеціалізованих суднах, обладнаних системою примусової вентиляції.

З а п и т а н н я д л я с а м о к о н т р о л ю

1. На які підкласи розділені продовольчі вантажі?
2. Які види мікроорганізмів розвиваються в трюмі під час перевезення продовольчих вантажів?
3. Які фактори впливають на збереження продовольчих вантажів при перевезенні?
4. Якими основними властивостями володіють плодоовочеві вантажі?
5. На які підгрупи розділені м'ясопродукти?
6. Як перевозяться морем жири і рослинні масла?
7. Як перевозять морем рибопродукти?
8. Як забезпечується збереження тропічних фруктів при перевезенні?
9. Які режими перевезення овочів морськими суднами?
10. Як перевозяться на морських судах чай, кава і прянощі?

Розділ 5

ТЕХНОЛОГІЯ ПЕРЕВЕЗЕННЯ ЛІСОВИХ ВАНТАЖІВ

5.1. Види і номенклатура лісових вантажів

До категорії лісових вантажів відносяться:

- пиломатеріали - дошки і їхні обрізки, бруски, рейки і ін;
- круглі лісоматеріали - короткомірний сортимент довжиною до 2 м, середній сортимент довжиною від 2 до 6,5 м, довгомірний сортимент довжиною більше 6,5 м;
- баланси - сировина для целюлозно-паперової промисловості;
- пропси - руднична стійка;
- кряжі - круглий сортимент для вироблення спеціальної продукції.

Лісові вантажі, що пред'являються до перевезення морем, мають різні фізико-механічні властивості, які залежать від породи дерева. У свою чергу, лісоматеріали розділяються на наступні породи:

- хвойні - сосна, ялина, кедр, ялиця, модрина і арча;
- листяні - дуб, вільха, липа, граб, ясен, тополя, береза, осика, клен, берест і ін.

Важливе значення під час перевезення деревини має її вологість.

Вологістю (W) називається відношення маси води, що втримується в деревині, до абсолютно сухої деревини, виражене у відсотках. При цьому, у деревині розрізняють дві форми води: зв'язану, або гігроскопічну, і вільну, або капілярну. Зміна вмісту зв'язаної води відбивається на багатьох властивостях деревини, а вільної води - лише на її масі.

Розбуханням деревини (α) називається збільшення її лінійних розмірів й об'єму за рахунок збільшення вмісту зв'язаної води, тобто деревина розбухає в межах зміни вологості від 0% до W_m .

Усушка деревини (β) – це процес, зворотний розбухання, тобто усушка відбувається за рахунок зменшення вмісту зв'язаної води.

Щільність деревини (ρ) – фізична величина, обумовлена масою натуральної деревини в одиниці об'єму. Існує кілька позначень щільності: при вологості в момент випробувань; при нормальній (стандартній) вологості, рівній 12%; при абсолютно сухому стані.

Середня щільність деяких порід деревини (т/м^3) при вологості 15% наступна: дуб – 0,72; береза – 0.64; осика – 0.50; кедр – 0,44; модрина – 0,67; ялина – 0,45.

При транспортуванні морем вологість всіх лісоматеріалів підрозділяється на: транспортну - до 22% і сиру - понад 22%.

Від ступеня вологості залежить кількість прийнятого до перевезення лісового вантажу, оскільки маса впливає на використання вантажопідйомності судна. Через те що масу об'ємної одиниці лісового вантажу до початку завантаження визначити досить важко, то вона контролюється по зміні осадки судна при виконанні завантаження судна.

Лісові вантажі, пропоновані до морського перевезення, розділяють на наступні групи: пиломатеріали, ліс круглий, ліс тесаний і колотий, технологічна тріска, фанера і ін.

Пиломатеріали. Виробляються в широкій номенклатурі як для внутрішнього споживання, так і на експорт. Експортні пиломатеріали наступні: ділси, батенси, бордси, ендси, скотлінги, багети. Ці пиломатеріали можуть мати товщину від 16 мм (багети), до 100 мм (ділси), ширину від 38 мм до 300 мм.

Розміри по довжині для експортних пиломатеріалів установлюються від 0,4 м до 6,5 м.

Для сепарації вантажу і обшивання каравану палубного короткомерного лісу на лісовозах часто використовується обапол (горбиль).

Тесаний і колотий ліс - бруси, шпали, дрова виготовляються довжиною від 3,0 до 5,5 м.

Вимір маси лісових вантажів

Пиломатеріали, які поставляються на експорт, обраховуються в кубічних метрах по номінальних розмірах. Об'єм обчислюють з точністю до 0,001 м³. Для спрощення обчислень у практиці використовують спеціальні таблиці, в яких дано об'єм одиниці в 1м³ пиломатеріалу залежно від довжини, ширини і товщини. Одиницею об'єму круглого довгомірного лісу є кубічний метр.

Круглі лісоматеріали розділяються по довжині на: короткомірні – довжина до 2,0 м; середньої довжини – довжина до 6,5 м; довгомірні – довжина більше 6.5 м. По товщині круглі колоди розділяються на: тонкомірні – товщина у верхньому відрізі без кори від 2,0 до 13,0 см, великомірні – товщина у верхньому відрізі без кори від 26 см і більше.

В останні роки значно зросли перевезення лісоматеріалів із тропічних порід дерев, великий об'єм з яких становлять кряжі, діаметр яких від 30 до 250 см, довжина від 11 до 15 м і маса до 30 т.

При прийманні таких кряжів на судно в порту завантаження варто мати на увазі, що залізниця приймає до перевезення кряжі довжиною до 11 м, тому більше довгі кряжі відправник вантажу зобов'язаний розпиляти до завантаження на судно.

Основну масу серед круглих короткомірних лісоматеріалів становлять баланси і пропси (рудничні стійки).

Баланси(pulprwood) – ялинові, соснові, кедрові, піхтові, березові відрізки, мають довжину 1 – 3 м і товщину 8 – 24 см.

Пропси(props) – рудничні стійки, виготовляються із хвойних порід дерева, мають довжину від 0,9 до 3,0 м, діаметр від 6,3 до 25,0 см.

Технологічна тріска – тріска для виробництва целюлози, дерев'яних плит і продукції лісохімічних і гідролізних виробництв. Тріска перевозиться навалом на спеціалізованих судах-щіповозах.

При укладанні пиломатеріалів у трюм судна між окремими дошками залишаються зазори і незаповнені простори між вантажем і судовими конструкціями. Кубатура, що необхідна для укладання 1 м³ пиломатеріалів, буде залежати від щільності укладання, лекальності трюмів. За статистичними

даними для розміщення 1 м³ пиломатеріалів у трюмі необхідно 1,30 – 1,38 м³ вантажомісткості судна.

Для рішення питань, пов'язаних із завантаженням судна, необхідно мати наступні дані по вантажу лісоматеріалів:

– об'ємну масу деревини (φ , т/м³) – масу одиниці об'єму в щільній (складовій) мірі

$$\varphi = Q/V, \quad (5.1)$$

де Q – маса деревини, т; V – об'єм деревини в щільній (складовій) мірі, м³.

– питомий навантажувальний об'єм (μ , м³/т) – об'єм, що займає одна тонна вантажу деревини в трюмі судна

$$\mu = W_K/Q, \quad (5.2)$$

де W_K – кіпова місткість судна, м³; Q – маса вантажу в трюмах, т.

Маркування лісових вантажів

Пиломатеріали обрізні, хвойних порід, що поставляють на експорт, повинні маркуватися з виконанням наступних умов.

Маркуванню підлягають всі пиломатеріали з абсолютною вологістю не більше 22%, розміри яких не менше: по довжині 1 м, ширині 75 мм, товщині 16 мм. Пиломатеріали шириною більше 100 мм при товщині більше 22 мм повинні мати поштучне маркування із двох кінців. При укладанні в пакет дощок однієї довжини маркування роблять із обох кінців, а дошки різної довжини, покладені в пакет, маркуються тільки з боку вирівняного торця. При відвантаженні пиломатеріалів, ув'язаних у транспортні пакети, крім поштучного маркування на верхній і бічній площинах пакетів, на відстані 100 - 150 мм від ребра червоною фарбою наносять рядковий штамп, що містить номер коносаменту, номер партії, розміри поперечного перерізу в мм і довжини в метрах.

Маркувальний знак повинен містити умовні позначки, які розташовані в одному рядку з такою послідовністю: символ відправника, знаки порту відвантаження і сорти пиломатеріалів. Цей знак наноситься в центральній частині торця незмивною фарбою.

Всі круглі лісоматеріали діаметром більше 14 мм підлягають поштучному маркуванню, у якій утримується призначення вантажу, діаметр і сорт колоди. Для маркування застосовується водостійка фарба яскраво-червоного кольору.

Маркування брусів і шпал виконується на одному з торців фарбою, містить наступні дані: найменування постачальника, порода деревини, довжина.

Пакети обрізної продукції на експорт маркуються на верхній і бічній сторонах від вирівняного торця на відстані 75 - 100 мм від правого верхнього бічного ребра.

Маркування пакетів повинно містити: номер партії (коносаменту), номер пакета, поперечний розмір пиломатеріалів у мм і довжину пакета в метрах.

Блок-пакети маркуються на бічній поверхні нижнього правого пакета з боку від вирівняного торця, приблизно на рівні $2/3$ висоти пакета і на відстані 150 мм від вирівняного торця.

Пакети круглих лісоматеріалів маркуються з використанням бірок, які містять: номер пакета, кількість і загальний об'єм лісоматеріалів у пакеті, їхнє призначення.

Пакетування лісових вантажів

Останнім часом більшість пиломатеріалів, а також і круглий ліс перевозяться морем у стандартних пакетах. При пакетуванні пиломатеріалів в один пакет укладаються пиломатеріали однієї ширини і товщини, а по довжині можуть укладатися матеріали як однієї довжини, так і суміжних довжин.

Відповідно до *«Кодексу безпечної практики для суден, що перевозять палубні лісові вантажі, 1991 р.»*, надалі *«Кодекс»*, пакети, які перевозяться на палубі, повинні бути міцними, стягуючі стрічки повинні бути такими, щоб запобігти руйнуванню пакета під час рейса і уникнути тим самим втрати частини або навіть усього каравану лісу.

До початку завантаження адміністрація судна повинна мати інформацію, що містить: кількість пакетів; загальна їхня кубатура в щільній мері; розміри пакетів з розбивкою на пакети однієї довжини і пакети суміжних довжин; фактична вологість вантажу і його УПО; коефіцієнти тертя пар *«вантаж-вантаж»*, *«вантаж-сталь»*, *«вантаж-деревина»*; порода і щільність деревини, фітосанітарний сертифікат.

Вимоги щодо підготовки пакетів до перевезення такі:

- у пакет повинні укладатися пиломатеріали однієї товщини, ширини і довжини і тільки за згодою покупця допускається укладання в один пакет пиломатеріалів двох або трьох суміжних довжин з дотриманням умови збереження однакової ширини всіх рядів пакетів;
- блок-пакети повинні складатися з пакетів пиломатеріалів одного поперечного розрізу, що не перевищує розмірів 2550x2550 мм;
- пакети і блок-пакети повинні бути прямокутного поперечного розрізу;
- при пакетуванні пиломатеріалів товщиною більше 32 мм усередину пакетів укладається два ряди прокладок, якщо висота пакета 900 мм і більше. При пакетуванні пиломатеріалів товщиною менш 32 мм кількість прокладок збільшується на один ряд. Товщина прокладок 25 мм, ширина 40 мм;
- пакети в блок-пакеті розділяються прокладками товщиною 50 мм і шириною не менш 75 мм;
- кількість прокладок у ряді по довжині пакета залежить від його довжини і може бути від 2 до 4 штук;
- крайні прокладки розміщують на відстані 0,3 - 0,9 м від торців пакета;
- пакети повинні упаковуватися обв'язками разового або багаторазового користування.

Пакети круглих лісоматеріалів повинні мати такі розміри: довжина від 1,0 до 3,0 м; ширина 2,5 - 2,8 м; висота 1,6 м.

Пакети короткомірного круглого лісу формуються з лісоматеріалів однієї довжини, породи деревини і сорту. Розміри пакетів по поперечному перерізі становлять 2800х1600 мм. При круглому розтині діаметр пакета не повинен перевищувати 1500 мм.

5.2. Підготовка судна до перевезення лісових вантажів

Лісові вантажі можуть перевозитися як на спеціалізованих суднах (лісовозах), так і на звичайних універсальних суднах.

У свою чергу судна-лісовози розділяються на дві групи: звичайні лісовози і лісовози-пакетовози. А в останні роки для перевезення пакетованих лісових вантажів стали використовуватися і ролкери.

Підготовка судна для перевезення лісу здійснюється з метою забезпечення швидкого завантаження, ефективного використання вантажопідйомності і вантажомісткості судна, забезпечення необхідної остійності в період завантаження і на переході судна морем, якісної і збережної доставки вантажу в порт призначення. Кожен тип судна має комплекс вимог до підготовки вантажу, але можна сформулювати загальний комплекс вимог до його підготовки вантажу, а потім розглянути особливі вимоги до перевезення лісу на конкретному типі судна.

Для визначення необхідного об'єму робіт по підготовці судна до перевезення лісу капітан призначає комісію в складі: старшого помічника, другого механіка, електромеханіка. Ця комісія перевіряє відсутність водотечії корпусу судна, суднових трубопроводів, стан люкових закриттів, трубопроводів паливних і баластових танків.

Під час перевезення лісу в межах зимової сезонної зони судна повинні бути обладнані системою обігріву міждонних танків.

Якщо ліс пред'являється до перевезення не в пакетах, а розсипом, то рибінси в трюмах знімаються для більш повного використання вантажної місткості судна.

Прийом палива повинен бути закінчений до початку завантаження лісових вантажів. Перед початком завантаження танки повинні бути опресовані і перевірені горловини. На судні повинна бути складена таблиця, у якій відзначається час відкачки баластовим насосом 5% ємкості кожного водяного танка.

Вантажні пристрої судна готують до завантаження або вивантаження залежно від методів і звичаїв обробки даного вантажу в порту (*«на телефон»*, противага і т.д.)

Суднова комісія до початку завантаження повинна перевірити: наявність і технічний стан всіх засобів кріплення палубного вантажу, документи на ці засоби і строки їхнього огляду. Для забезпечення пожежної безпеки перевіряється справність пожежної сигналізації.

Результати перевірки готовності судна до перевезення лісових вантажів і виконаних робіт заносяться в судновий журнал.

Завантаження і укладка лісових вантажів

При завантаженні лісових вантажів у трюми судна необхідно дотримуватись не тільки загальних вимог до завантаження лісу, але і особливостей укладання окремих видів вантажів: пиломатеріали, колоди, шпали, кряжі, пропси, баланси і ін. До початку завантаження лісових вантажів капітан судна затверджує попередній вантажний план і повідомляє відправникові вантажу, яка кількість лісу може бути завантажена на палубу судна.

Якщо судну потрібно вантажити лісовий вантаж з різним ступенем вологості, то важкі партії вантажу розміщуються в нижній частині трюму, а легкий і сухий ліс - на палубі.

Як правило, найцінніші сорти лісоматеріалів розміщуються в трюмах судна, менш коштовні - на палубі.

Під час перевезення шпал або інших лісоматеріалів, просочених креозотовим, кам'яновугільним або сланцевим маслами, всі суднові приміщення повинні бути побілені вапном, а пайол трюму потрібно покрити шаром тирси товщиною не менш 10 см. Поверх тирси необхідно покласти дерев'яні прокладки товщиною до 100 мм з інтервалом 2 м.

Після вивантаження таких вантажів трюми судна миють розчином МЛ-6 (при використанні солоної води) або розчином МЛ-2 (при використанні прісної води).

У трюмах вантаж необхідно укладати чітко по коносаментним партіям, кожна така партія розмічається водяною фарбою певного кольору.

Протягом всього завантаження лісових вантажів складають виконавчий вантажний план по кожному трюмі, який відображує партії вантажу із вказівкою номера коносамента і кількості кубометрів, завантажених у трюм.

Для зручності вивантаження кожна коносаментная партія повинна розміщатися від борту до борту по всій ширині трюму (*wing to wing*), вона розмічається фарбою певного кольору з вказівкою номера коносамента.

Тут слід зазначити, що технологія укладки лісоматеріалів у трюми (початок і закінчення укладки) залежить від форми (лекальності) трюму.

У просвіті люка пакети лісу укладають разом зі стропами, щоб забезпечити зручність при початку вивантаження.

Пакети і блок-пакети необхідно укладати на рівну і тверду поверхню для забезпечення щільності укладання вантажу. Якщо виникає необхідність у вирівнюванні поверхні окремих шарів вантажу, то між ярусами укладають прокладки.

Укладка пакетованих пиломатеріалів у трюмах залежать від: коефіцієнта розкриття трюмів, технологічних схем завантаження, застосовуваних у порту, можливості використання трюмної механізації. Якщо для перевезення використовуються спеціалізовані судна (лісовози-пакетовози), у яких розкриття трюмів дозволяє подавати пакет вантажу в будь-яку його частину, рекомендується розташовувати пакети подовжньо. Укладання починається від бортів і від більш широкої поперечної перегородки, торці сусідніх пакетів розташовуються впритул один до одного. Якщо довжина трюму не кратна довжині пакета, то у вільному просторі пакети укладають поперек судна.

При укладанні пакетованих пиломатеріалів на судах з невеликим розкриттям трюмів використовують авто- або електрозавантажувачі. У цьому випадку, завантаження розділяється на два етапи - завантаження підпалубних просторів «під забій» і заповнення просторів у просвіті люка. Для забезпечення нормального вивантаження в порту призначення між рядами пакетів необхідно укласти прокладки, які дозволять захоплювати пакет при вивантаженні.

Укладання колод у трюмах судна виконується відповідно до рекомендацій «Кодексу», 1991 р. (Додаток В). Суть цих рекомендацій полягає в наступному.

Для раціонального розміщення колод необхідно враховувати їхню довжину, кількість у кожній партії і кратність цих довжин щодо довжини кожного конкретного трюму. У вантажному плані відзначається черговість подачі різних партій вантажу в трюм судна. Якщо планується перевезення на одному судні різних порід лісоматеріалів, то важкий ліс (береза, модрина) вантажиться в трюм, а більше легкі сорти - на палубу. Більш довгі колоди вантажать у середні трюми, а короткі - у кінцеві. При завантаженні середніх трюмів великим і важким лісом досягається зниження центра ваги судна, поліпшується його остійність, що дозволяє взяти більше вантажу на палубу. При завантаженні колод у трюми необхідно стежити за тим, щоб не виникало великих порожнеч, їх заповнюють короткими колодами. При завантаженні кінцевих трюмів спочатку заповнюються кормові трюми, при цьому укладання колод починають від носової перегородки, а заповнення кінця трюму робиться за рахунок більше коротких сортів лісу. Порядок подачі довгих і коротких колод залежить від конструкції трюму з метою максимальної щільності укладання.

Поперечні порожнини заповнюються в міру завантаження трюму. Необхідно рівномірно заповнювати підпалубні порожнини.

Якщо до перевезення пред'являються пакетовані пропси і баланси (тири), то завантаження виконується відповідно до технологічної карти, розробленої в порту завантаження, у якій вказується схема укладки вантажу як в трюмах, так і на палубі. Незалежно від методу укладки тирів необхідно стежити за тим, щоб кінці пропсів у тирі були виліжені рівно, не можна допускати виступаючих з тиру кінців.

Необхідно завжди пам'ятати, що маса вантажу, яку судно може прийняти на палубу (висота каравану), залежить від маси лісу, завантаженого в трюми. В трюмі тири укладаються одночасно від носової і кормової перегородок.

Вільні простори між ними, якщо тири не зійдуться впритул, займаються пропсами, які укладаються поперек судна.

5.3. Перевезення лісових вантажів на палубі судна

На палубі судна перевозиться до 1/3 маси всього лісового вантажу, що був завантажений на судно. Палубний вантаж у рейсі піддається впливу зовнішніх факторів траси переходу: вітровим навантаженням, хвильовим ударами, намоканням, обледенінню і т.д.

При укладці палубного каравану лісу і його закріпленні необхідно дотримуватися вимог «Кодексу», 1991 р. Завантаження лісу на палубу можливе в тому випадку, коли буде забезпечена належна остійність судна.

Перед завантаженням палубного вантажу на судні необхідно виконати такі роботи:

- всі люки трюмів закрити по-похідному; заміряти рівень води в льялах і баластових танках, розтруби палубних вентиляторів зняти, їхні горловини закрити заглушками і обтягти парусиновими чохлами;
- забрати з палуби всі предмети, які можуть перешкоджати нормальному розміщенню вантажу і стоку води за борт;
- всі місця, на які не можна укладати вантаж, окреслюються крейдою;
- закріпити кінці найтовів за палубні рими, укласти в бухти і прикріпити їх із зовнішньої сторони борта так, щоб після завантаження їх можна було легко вибрати на борт і закріпити караван лісу;
- перевірити стан фальшборту і, якщо необхідно, встановити стійки (стензелі), вжити заходів до того, щоб забезпечити вільний і безпечний прохід до житлових і службових приміщень, у машинне відділення, до міряльних і повітряних трубок, брашпилю, лебідок і протипожежного встаткування, а також доступ до запасного кермового приводу.

Укладання лісового вантажу на палубі повинно бути виконано так, щоб утворився компактний і щільний караван з можливо рівною поверхнею, який по всій довжині не повинен виступати за габарити ширини судна. Це досягається шляхом установки стенселів уздовж фальшбортів з невеликим нахилом до діаметральної площини судна.

Адміністрація судна повинна прийняти всі міри до того, щоб завантажений на палубу лісовий вантаж був щільно покладений і закріплений так, щоб виключити його рух як у поздовжньому, так і у поперечному напрямку при плаванні судна на хвилюванні.

Кріплення палубного вантажу виконується двома способами: одинарними найтовами і найтовами, заведеними у вигляді шнурівки (серги) (рис. 5.1).

Відстань між найтовами залежить від максимальної висоти палубного каравану над відкритою палубою в районі кріплення найтова. Якщо висота палубного вантажу не перевищує 4 м, то відстань між найтовами повинна бути не більше 3 м, якщо 6 м і вище, то 1,5 м.

Рими, використовувані для кріплення найтовів, повинні бути надійно прикріплені до пояса ширстрека або листу палубного стрингера з відстанню між ними 1,5 - 3 м. Відстань від кінцевої перегородки надбудови до першого рима повинна бути не більше 2 м.

Палубний лісовий вантаж пиломатеріалів кріплять по всій його довжині незалежними найтовами, що його охоплюють.

Щоб не допустити розриву троса при його обтягуванні, в верхні кінці незалежних найтовів заводять скоби з роульсами або блоки.

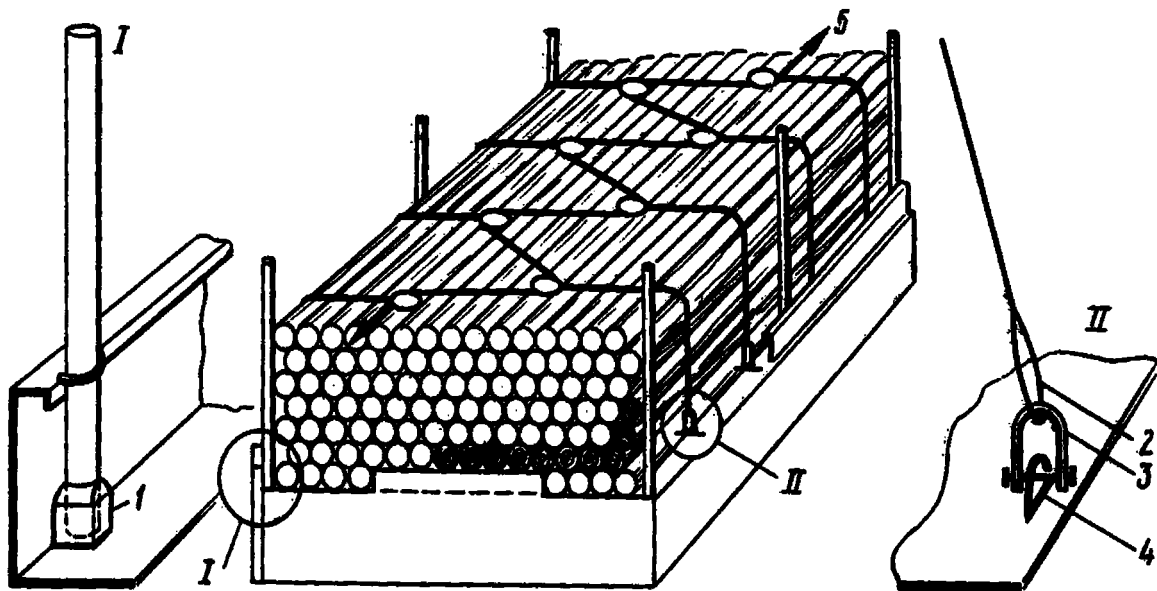


Рис. 5.1. Кріплення палубного каравану методом „серги”: 1- башмак для установки стензельної стійки; 2 - найтов; 3 - скоба; 4 - обух; 5 - стягуючий трос

На кожному судні, що використовується для перевезення лісоматеріалів, у тому числі і на палубі, повинна бути *«Настанова по кріпленню вантажу»*, яка містить у собі план розміщення стаціонарних і знімних пристроїв кріплення вантажу і їхній повний перелік.

Палубний вантаж повинен укладатися на всю довжину колодязів, розташованих між надбудовами, якщо в кормі немає надбудови, то палубний караван повинен доходити до кормового краю найближчого до корми люка трюму.

Укладання лісоматеріалів в пакетах на палубу можна розділити на два етапи. Спочатку заповнюються простори між комінгсами вантажних люків. Потім виконується укладка пакетів вище люкових кришок. Вона виконується поздовжньо-поперечним способом від бортів до діаметральної площини на вирівняну поверхню пакетів, покладених на палубу. При завантаженні трьох ярусів пакетів над кришками люків перший ярус знизу укладається уздовж судна, другий - поперек; третій (верхній) - уздовж. При чотирьох ярусах перший і третій ряди укладаються поперек, другий і четвертий - уздовж судна.

5.4. Остійність і безпека плавання лісовозів

Під час перевезення лісу на палубі необхідно особливу увагу приділяти остійності судна після закінчення вантажних операцій. До виходу судна в рейс повинні бути прийняті всі міри, щоб забезпечити належний запас остійності на всьому переході судна з урахуванням можливого збільшення маси палубного вантажу внаслідок намокання або обледеніння, а також у зв'язку з витратою змінних запасів.

Вимоги до остійності лісовозів викладені в *“Правилах класифікації і будівлі морських суден”*.

Виходячи з цих вимог, судноводій зобов'язаний визначити момент закінчення завантаження лісу на палубу, при цьому:

- забезпечити достатню остійність судна на всьому протязі рейса;
- прийняти можливо більшу кількість вантажу для заданої вантажної марки.

Для орієнтовної перевірки остійності судна використовується досить простий спосіб-спосіб кренування.

Для його застосування на судні виконуються такі операції:

- послаблюють швартовні троси, піднімають трап і задраюють ілюмінатори;
- з одного борту судна судновими вантажними засобами піднімають вантаж лісу у два-три підйоми масою по 1,5 т кожний;
- стежать за креном судна і при крені 3-4° подальше завантаження припиняється.

Метацентричну висоту судна можна визначити по формулах

$$h = M / \Delta \sin \theta, \quad (5.3)$$

$$M = np \left(\frac{B}{2} + e \right), \quad (5.4)$$

де M – момент, що кренить, тм; Δ - водотоннажність судна, т; θ - кут крену, град; n - кількість підйомів вантажу; p - маса одного підйому вантажу, т; B - ширина судна, м; e - виліт стріли за борт, м.

Точність визначення метацентричної висоти методом кренування підвищується у випадку, коли використовується рідинний кренометр. Він представляє дві скляні трубки, які з'єднані між собою гнучким шлангом. Скляні трубки закріплюються по бортах рульової рубки, а система заповнюється водою.

При плаванні в морі метацентрична висота може бути визначена по періоду вільного хитання судна. Дослідження показали, що досить достовірні результати можуть бути отримані за формулою:

$$h = (fB/T)^2, \quad (5.5)$$

де h – метацентрична висота, см; f – коефіцієнт залежності між метацентричною висотою і періодом вільних коливань судна; B – ширина судна, м; T – час повного періоду хитами судна (правий борт – лівий борт – правий борт), с.

Розрахунок коефіцієнта f виконується за формулою

$$f = \sqrt{h} T / B \quad (5.6)$$

Правилами Регістра встановлюється мінімальна метацентрична висота для судна, що перевозить палубний вантаж - 0,1 м, таке значення метацентричної висоти повинне бути протягом усього рейса.

5.5. Особливості перевезення лісових вантажів в умовах низьких негативних температур

Відповідно до “Правил перевезення лісових вантажів”, Технічними умовами допускається заповнення баластових танків при низьких температурах не більш ніж 95% від їхньої місткості, щоб уникнути утворення крижаних пробок у повітряних і мірильних трубках. На суднах з кормовою надбудовою, у баласті з 100% запасів, диферент на корму може досягати значень 3-4 м і в зимовий час всі баластні танки заповнюються *«під вимір»*, тобто на висоту рівня води в мірильних трубках, рівній висоті міждонного простору. Такий спосіб заповнення гарантує відсутність крижаних пробок у мірильних і повітряних трубках і виключає їхнє розморожування, але значний обсяг танків залишається не заповненим.

При виконанні вантажних робіт в умовах негативних температур (-25°C) і нижче існуюча на суднах система обігріву не забезпечує підтримку необхідної температури води в баластних танках. Тому при нахиленні судна в повітряних і мірильних трубках утворюються крижані пробки, які не дають можливості заповнити баластні танки до 95% їхнього об'єму по мірі завантаження судна і зменшення диферента.

Інша важлива обставина, яка впливає на остійність судна при низьких негативних температурах, – обростання підводної частини корпусу судна льодом. Капітани суден-лісовозів відзначають, що при стоянці тривалістю 10 – 15 діб і при температурі зовнішнього повітря до -40°C на підводній частині корпусу судна утворюється крижаний нарост товщиною від 60 до 80 см. Приблизно, такий же крижаний нарост утворюється і всередині баластових танків, який також щільно закриває всі повітряні трубки, розташовані уздовж бортів судна. В трубах баластно-висушувальної системи утворюються льодові пробки, які не дозволяють маніпулювати заповненням баластних танків.

Льодовий нарост на корпусі судна, маючи позитивну плавучість, у значній мірі погіршує остійність судна, не дозволяє точно визначити осадку, а це приводить до помилок при розрахунку остійності.

Виміри остійності, які виконуються по періоду бортової хитавиці при виходу судна з льодів і після відтаювання льодових наростів, показали, що метацентрична висота від перерахованих факторів відрізняється на 20 - 25%.

Для зменшення впливу зазначених обставин на остійність судна капітанами було запропоновано:

- заповнювати баластові танки на 95 - 98% від їхнього об'єму морською водою до заходу судна в райони з низькими негативними температурами, незалежно від наявності «преса» у мірятьних і повітряних трубках;
- використовувати антифрикційні присадки;
- для запобігання розморожування мірятьних трубок вставляти в них по всій довжині поліетиленові шланги, які компенсують температурні розширення при льодоутворенні;

- повітряні трубки баластових танків обладнати з боку міждонного простору великовічковим сітками і помістити в них по 2 - 3 поліетиленові кульки діаметром близько 40 мм, які мають нейтральну плавучість. Це також дозволяє уникнути розморожування повітряних трубок;
- здійснити заходи щодо поліпшення системи обігріву баластних танків.

З а п и т а н н я д л я с а м о к о н т р о л ю

1. Які існують категорії лісних вантажів?
2. Що називається вологістю деревини?
3. Як вимірюється маса лісових вантажів?
4. Як маркуються лісні вантажі?
5. Які вимоги до підготовки пакетів пиломатеріалів до перевезення?
6. Як здійснюється укладання лісних вантажів на судні?
7. Як перевозяться лісні вантажі на палубі судна?
8. Як кріпиться караван лісу на палубі судна?
9. Як розраховується остійність судна-лісовоза?
10. Які особливості перевезення лісних вантажів при низьких негативних температурах?

Розділ 6

ТЕХНОЛОГІЯ ПЕРЕВЕЗЕННЯ НАВАЛОЧНИХ ВАНТАЖІВ

6.1. Класифікація і фізичні властивості навалочних вантажів

До категорії навалочних вантажів відноситься широка номенклатура вантажів, які перевозяться без тари: вугілля, добрива, руда і рудні концентрати, будівельні матеріали, цукор-сирець, зерно і т.д. Всі ці вантажі складаються з однорідних або неоднорідних часток обмеженого розміру. Перевезення навалочних вантажів пов'язано з певним ступенем небезпеки, що може бути викликана: зсувом вантажу до одного з бортів і утворенням небезпечного крену судна; розрідженням вантажу під впливом вібрації корпусу судна і перетіканням вантажу до борту; самозігріванням і самозайманням вантажу; підвищеною концентрацією у вантажних приміщеннях вибухонебезпечних або отрутних газів; порушенням поздовжньої і місцевої міцності корпусу судна, швидкою корозією корпусу і судових механізмів внаслідок хімічного впливу вантажу на метал і ін.

Щоб забезпечити безпечне перевезення, судноводій повинен знати фізико-хімічні і транспортні властивості навалочних вантажів і їхній вплив на екіпаж і судно під час морського перевезення.

Фізичний склад будь-якого навалочного вантажу можна розглядати як суму фракцій твердих часток, води і повітря. Залежно від їхнього співвідношення можна визначити основні фізико-механічні властивості навалочного вантажу: щільність і питомий навантажувальний об'єм.

Щільністю (γ) називається маса одиниці його об'єму (г/см^3), а в умовах морського перевезення (т/м^3).

Питомим навантажувальним об'ємом (μ) називається об'єм одиниці маси навалочного вантажу і виражається в $\text{м}^3/\text{т}$.

Залежно від щільності вантажі діляться на важкі – менш $0,56 \text{ м}^3/\text{т}$; середні – від $0,56$ до $1,0 \text{ м}^3/\text{т}$ і легкі – більше $1,0 \text{ м}^3/\text{т}$. Щільність навалочного вантажу можна характеризувати коефіцієнтом ущільнювання K , який для сухих вантажів може бути розрахований по формулі

$$K = \gamma_{\phi} / \gamma_{\text{ст}}, \quad (6.1)$$

де γ_{ϕ} – фактична щільність вантажу, г/см^3 ; $\gamma_{\text{ст}}$ – стандартна щільність вантажу, г/см^3 .

Якщо навалочний вантаж в процесі перевезення піддається вібрації і хитавиці, то відбувається його усадка, величина якої може бути виражена наступною залежністю

$$\Delta H = H\gamma_{\min} - H\gamma_{\max}, \quad (6.2)$$

де $H\gamma_{\min}$ – висота штабеля вантажу при мінімальному ущільненні, м.

$H\gamma_{\max}$ – висота штабеля при максимальному ущільненні, м.

Залежно від щільності відсипання навалочного вантажу міняється і його питомий навантажувальний об'єм

$$\mu_{\min} = 1/\gamma_{\max}; \quad \mu_{\max} = 1/\gamma_{\min}, \quad (6.3)$$

де $\gamma_{\max}; \gamma_{\min}$ – максимальна й мінімальна щільність вантажу, т/м³;

$\mu_{\max}; \mu_{\min}$ – максимальний і мінімальний НВО вантажу, м³/т.

Ущільнення вантажу може відбуватися не тільки від зменшення пор вантажу під впливом динамічних сил (вібрація, тряска), але і за рахунок статичних навантажень. В умовах морського перевезення це буде залежати від висоти штабеля вантажу в трюмі судна. Практика показує, що для більшості навалочних вантажів динамічні навантаження викликають більше ущільнення часток у порівнянні зі статичними. При вібраційному ущільненні в масі навалочного вантажу відбувається переформування часток вантажу, в результаті чого різко зменшується пористість, а отже, збільшується щільність.

Наявність вологи в масі навалочного вантажу впливає на взаємозв'язок окремих часток вантажу, а отже, і на властивості самого вантажу. Волога, що входить до складу навалочного вантажу, підрозділяється на наступні види:

- конституційна (міцнозв'язана) - волога, що входить до складу самої речовини вантажу;
- водяного пару (гігроскопічна) - волога, що може поглинатися або віддаватися вантажем в залежності від параметрів зовнішнього середовища (температури і вологості);
- плівкова (молекулярна) - волога, що втримується силами молекулярного притягання і обволікає частки вантажу;
- гравітаційна (капілярна) - вільна волога, що повністю або частково заповнює пори між окремими частками вантажу.

Залежно від змісту зазначених видів вологи вантажі прийнято підрозділяти на: сухі - містять тільки конституційну вологу; повітряно-сухі - містять конституційну і гігроскопічну вологу; вологі - містять порову воду.

Вологість вантажу визначається методом висушування зразка в сушильній шафі при температурі + 105-110°C і розраховується по формулі

$$W = \frac{A - B}{A} 100\%, \quad (6.4)$$

де A – маса зразка до висушування, г; B – маса зразка після висушування, г.

Сипучість навалочного вантажу визначає ступінь його рухливості і є однією з найважливіших транспортних характеристик. Вона визначається характером поширення внутрішніх сил у сипучій масі вантажу.

Ступінь рухливості навалочного вантажу прийнято характеризувати величиною кута природного укосу α і силою внутрішнього тертя τ , що в загальному випадку визначається величиною опору зрушенню. Опір зрушенню дорівнює сумарній силі тертя твердих часток вантажу між собою по поверхні ковзання і зв'язаності, тобто сил зчеплення часток. У товщі насипного вантажу виникають напруги стиску σ і дотичні напруги зрізу τ . Для випадку граничної рівноваги ідеально сипучого середовища ці величини зв'язані залежністю, що визначається за законом Кулона (для сухих і повітряно-сухих вантажів)

$$\tau = \sigma \operatorname{tg} \varphi \quad (6.5)$$

Для вологих плоскосипучих зв'язаних вантажів

$$\tau = C - \sigma \operatorname{tg} \varphi \quad (6.6)$$

де φ – кут внутрішнього тертя; $\operatorname{tg} \varphi$ – коефіцієнт внутрішнього тертя; C – сила зчеплення часток вантажу; σ – напруга стиску.

Характер зазначених залежностей представлений на рис. 6.1.

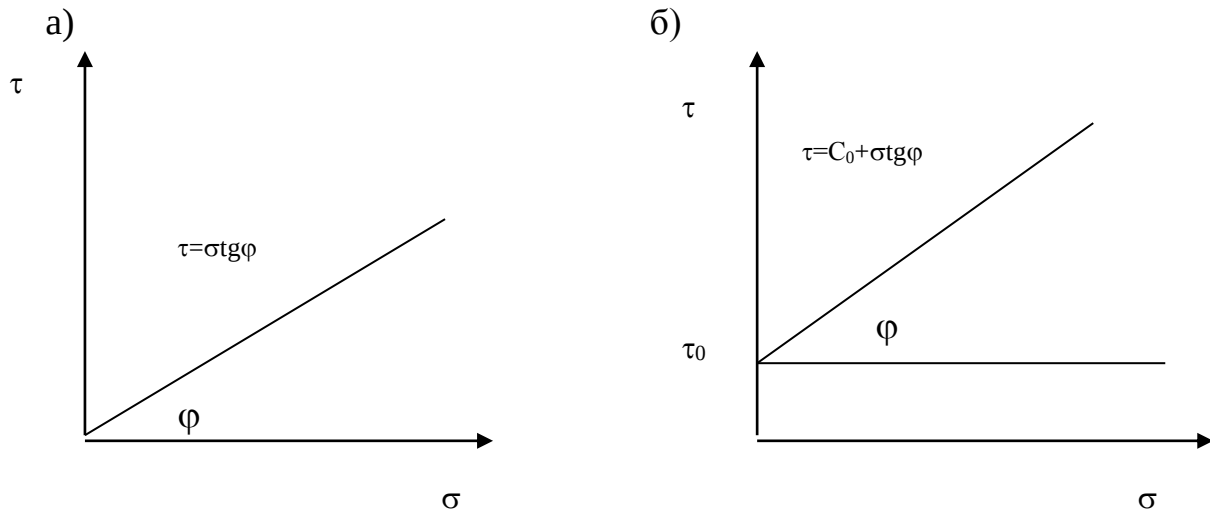


Рис. 6.1. Графічна залежність граничної рівноваги навалочного вантажу:

а) - для сухих і повітряно-сухих вантажів; б) - для вологих плоскосипучих зв'язаних вантажів.

Всі навалочні вантажі, крім того, можна розділити за принципом механізму зсуву на два види: вантажі, які піддані «сухому» зсуву; вантажі, піддані зсуву (перетіканню) у зволоженому стані. Останні називаються *тіксотропними* вантажами.

Небезпеку «сухого» зсуву навалочного вантажу, як вище зазначалося, прийнято характеризувати кутом природного укосу. При цьому, з погляду необхідності штівки вантажу у вантажних приміщеннях судна, вони розділяються на вантажі, що мають або не мають зчеплення.

У свою чергу вантажі, що не мають зчеплення, розділяються по величині кута природного укосу на три групи: з α менш або рівним 30° , з α від 30° до 35° і з α більше 35° .

Значення кута α можуть коливатися в значних межах, наприклад: мідний концентрат – від 32° до 40° ; глинозем – від 28° до 33° ; залізнорудний концентрат – від 38° до 47° ; гіпс – від 30° до 45° і т.д.

Тіксотропні вантажі під дією хитавиці і вібрації можуть переходити в стан розрідження і становлять велику небезпеку для перевізника внаслідок можливого перетікання або руху їх від борту до борту судна при плаванні на хвилюванні. Розрідження вантажу відбувається в результаті перерозподілу окремих часток вантажу в загальній масі і «віджиму» вологи з нижніх шарів вантажу у верхні.

Як відзначалось в Розділі 1 у відповідності з транспортною класифікацією навалочні вантажі розділяються на два класи: не зернові навалочні вантажі і зернові навалочні вантажі. Кожен клас містить у собі велику кількість окремих найменувань вантажів, які можуть володіти як загальними, так і специфічними властивостями.

За принципом схильності навалочних вантажів до розрідження Регістр класифікує їх на дві великі групи:

- група «А» - вантажі, які розріджуються;
- група «В» - вантажі, які не розріджуються.

До символу групи додається індекс «С», якщо вантаж має схильність до самонагрівання або самозаймання.

У кожному групі навалочних вантажів можуть входити технологічні підгрупи:

- ОО* – вантажі, які розріджуються внаслідок великої початкової вологості;
- О* – вантажі, які зміщуються (крім зерна), коли немає можливості запобігти їх зміщенню при морському перевезенні;
 - вантажі, які зміщуються на зразок перетікання зерна;
 - вантажі, які умовно зміщуються при дотриманні якихось умов в розміщенні вантажу на судні, при повній штівці, під час перевезення на конкретному напрямку і у певний сезон;
 - вантажі, які свідомо не зміщуються при будь-яких умовах морського перевезення, при звичайній штівці в межах просвіту вантажного люка.

6.2. Небезпечні навалочні вантажі, їх кваліфікація та сумісність

Збільшення обсягів і розширення номенклатури перевозимих морем навалочних вантажів, у тому числі небезпечних, викликало необхідність удосконалення нормування умов їхнього безпечного перевезення.

Єдність термінології, застосовуваної в нормативно-технічній документації і у практиці роботи флоту і портів, - неодмінна умова правильного і однозначного тлумачення правил, інструкцій і інших регламентуючих документів. У зв'язку з цим виникла необхідність деякого впорядкування і роз'яснення термінів, уживаних у практиці перевезення навалочних вантажів.

У відповідності зі стандартом (ДЕРЖСТАНДАРТ 15831-70) такі вантажі, як вугілля, руда, сіль, пісок, цукор-сирець і інші, що перевозять без тари навалом, називаються навалювальними, а зернові вантажі, що перевозять без тари, - насипними. Отже, термін «навалювальний» однозначно визначає, що вантаж не відноситься до «насипних», тобто не є зерновим і у додаткових пояснювальних термінах-приставок, наприклад, «незернові», не потребує.

Термін «небезпечні вантажі» відповідно до ДЕРЖСТАНДАРТУ 19433-81 поєднує вантажі, які внаслідок наявності відомих специфічних агресивних властивостей можуть стати причиною вибуху, пожежі і пошкодження транспортних засобів, пристроїв, складів і інших споруд, а також загибелі, травмування або захворювання людей і тварин. Наведена у вищезазначеному стандарті класифікація уточнює види небезпеки, якими володіють ці вантажі.

Сукупність зазначених стандартів утворює термін «небезпечні навалочні вантажі». Порядок слів у ньому визначається тим, що ДЕРЖСТАНДАРТ 15831-70 установлює основу терміна, який є більш загальним, бо поширюється на всі види транспортних суден і вантажів, визначає основну термінологію в експлуатації флоту і портів. Значно меншу область поширення має ДЕРЖСТАНДАРТ 19433-81 і тому може визначати тільки доповнення «небезпечні» до основного терміну, наприклад, «небезпечні штучні вантажі».

Отже, застосовуваний у деяких документах термін «хімічно небезпечні навалочні вантажі», яким намагаються відокремити небезпечні вантажі від тих, що зміщуються, що розріджуються і інших навалочних вантажів, є не тільки помилковим (тому що не всі небезпечні вантажі становлять хімічну небезпеку), але і ще зайво складним, а тому незручним у користуванні.

Із сказаного випливає, що термін «небезпечні навалочні вантажі» - єдино правильний у застосуванні до навалочних вантажів, обумовлений сукупністю зазначених вище стандартів.

Умови морського перевезення небезпечних навалочних вантажів у цей час регламентуються *International Maritime Dangerous Goods Code (IMDG Code)* та Правилами МОПОГ.

Недотримання цих правил може викликати наступні небезпечні наслідки:

- вибух парів, газів або пилу, які виділяються з небезпечних навалочних вантажів і здатні накопичуватися у вантажних і суміжних приміщеннях судна;
- пожежу у вантажному приміщенні з небезпечним навалочним вантажем і у суміжних приміщеннях в результаті загоряння вантажу від джерела тепла або відкритого вогню (іскор), самозаймання вантажу, запалення (вибуху, або окислювання, при виділенні з небезпечних навалочних вантажів кисню або інших газів);
- інтенсивне корозійне руйнування елементів корпусу судна, що приводить до водопротікання і порушення його міцності;
- поразка людей, які перебувають на судні, і тварин при вибуху або пожежі, пов'язаному з перевезенням небезпечних навалочних вантажів, або від впливу отрутих, радіоактивних або їдких речовин, що приводить до смертельного результату або виражається в порушенні роботи організму, поразці шкірних покривів, внутрішніх органів, очей, слизових оболонок;
- зниження змісту кисню в атмосфері вантажних приміщень, яка здатне привести до пошкодження або загибелі людей, що знаходилися в приміщенні з навалочним вантажем;
- шкідливий вплив на навколишнє середовище, який викликає отруєння або загибель флори і фауни, отруєння або захворювання людини при контакті зі шкідливими речовинами в атмосфері або морській воді, або при вживанні в їжу морських продуктів (організмів, рослин), отруєних цими речовинами, забруднення атмосфери і морських вод, що перешкоджає діяльності людини на морі і, що приводить до погіршення якості морських вод і місць відпочинку людей.

Відповідно до ДЕРЖСТАНДАРТУ 1999433-81, небезпечні навалочні вантажі класифікуються в такий спосіб:

- клас 4, підкласи: 4,1 - легкозаймисті тверді речовини, 4,2 - самозаймисті речовини, 4,3 - речовини, що виділяють легкозаймисті гази при взаємодії з водою;
- клас 5, підклас 5,1 - речовини, що окисляють;
- клас 6, підкласи: 6,1 - летучі отруйні речовини; 6,2 - нелетучі отруйні речовини;
- клас 7, підклас 7,1 – будь-які радіоактивні речовини з питомою активністю більше $7,4 \times 10^3 \text{Бк} \times \text{кг}^{-1}$;
- клас 8, підкласи: 8,1 - речовини, що володіють кислотними властивостями, 8,2 - речовини, що володіють основними (лужними) властивостями; 8,3 - різні їдкі і корозійні речовини;
- клас 9, підкласи: 9,1 - речовини, не віднесені по своїх небезпечних властивостях до інших класів; 9,2 - речовини з відносно низьким ступенем транспортної небезпеки.

Представлена класифікація небезпечних навалочних вантажів внаслідок їхньої специфіки простіше класифікації небезпечних штучних вантажів. Відповідно і обсяг вимог під час перевезення небезпечних навалочних вантажів менший, що відповідає завданню спрощення користування правилами. Вітчизняна класифікація, крім того, відрізняється від міжнародної більшою чіткістю і обґрунтованістю.

У розроблених в ЦНДІМФ “Картах технологічного режиму безпечного морського перевезення вантажів навалом”(КТР) використовуються нові умови сумісності небезпечних навалочних вантажів, які затверджені ІМО.

У таблицях 6.1 і 6.2 дані основні характеристики навалочних вантажів.

Таблиця 6.1

Характеристики навалочних вантажів не схильних до розрідження і які не володіють небезпечними хімічними властивостями

Речовина	α , град	μ , м ³ /т	Властивості
1	2	3	4
ALUMINA	-	0,92 – 1,28	Дрібний білий кристалічний порошок. Не розчинний у воді і органічних рідинах. Вологість 0 – 5%.
ALUMINA SILICA	-	0,70	Кристали оксиду алюмінію і діоксиду кремнію, грудки – 60%, грубозернистий порошок – 40%. Вологість 1 – 5%.
AMMONIUM NITRATE FERTILIZERS	27 – 45	0,83 – 1,00	Однорідні нероздільні суміші нітрату амонію з карбонатом кальцію або доломітом, або із сульфатом амонію. Містять не більше 0,4% пальної речовини.
AMMONIUM SULPHATE	28 – 35	0,95 – 1,06	Хімічне добриво. Кристалічна тверда речовина, легко вбирає вологу. Має запах аміаку. Здатна злежуватися в результаті зволоження.

продовження таблиці 6.1

1	2	3	4
BAUXITE	-	0,72 – 0,84	Глиноподібна і землиста руда коричнево-жовтих кольорів. Основна руда для виробництва алюмінію. Вологість 2 – 10%.
CALCIUM NITRATE FERTILIZERS	34	0,90 – 0,95	Гранули розміром 1-4 мм, що складаються з нітрату кальцію і нітрату амонію. Містять не більше 15,5% нітрогену і не менш 12 води.
CEMENT	-	0,67 – 1,00	Дрібний порошок сірих кольорів. Дає усадку до 12%. Вологість 0 – 5%.
CHROME ORE	-	0,33 – 0,45	Хромово руда. Токсична при вдиханні пилу. Кристалічна речовина у вигляді гранул синювато-чорних кольорів. Вологість 3 – 6%.
COCE	-	1,25 – 2,93	Від дрібних часток до шматків в 120 мм. Вологість 5 – 20%.
COPPER GRANULES	-	0,22 – 0,25	Камінчики розміром до 50 мм. Містять до 75% міді зі свинцем, оловом, цинком і слідами інших елементів. Вологість близько 1,5%.
COPPER MATTE	-	0,25 – 0,35	Незбагачена руда чорної міді чорних кольорів. Міді 75% і 25% домішок.
DIAMMONIUM PHOSPHATE	30	1,2	Добриво сірих кольорів зі слабким їдким запахом. Частки діаметром до 2,54 мм.
DOLOMITE	-	0,56 – 0,65	Карбонат кальцію і магнезії білуватих кольорів. Розмір часток 0,1 – 19 мм. Без запаху.
FELSPAR LUMP	-	0,60	Кристалічні мінерали, що складаються з алюмосилікатів з калієм, натрієм, барієм і кальцієм. Розмір шматків 0,1 – 300 мм.
FERROCHROME	45	0,18 – 0,26	Сировина, що складається із суміші заліза із хромом. Від дріб'язку до грудок 300 мм.
FERRONICKEL	-	0,24	Суха суміш типу гравію. Сплав заліза і нікелю.
GYPSUM	-	0,67 – 0,78	Природний гідратний сульфат кальцію. Від дрібного порошку до грудок розміром 100 мм. Вологість 1 – 2%.
IRON ORE	-	0,29 – 0,80	Руда. Від дрібних часток до грудок розміром близько 250 мм. Курна. Вологість 0 – 16%.
IRON ORE PELLETS	-	0,24 – 0,53	Руда. Круглі окатиші до 20 мм. Вологість до 2%.
IRON PYRITES	-	0,40	Сірчисте залізо. Грудки – 80%, дріб'язок – 20%. Розмір часток 30 – 150 мм.
LEAD ORE	-	0,24 – 0,67	Порошкоподібна речовина. При взаємодії з кислотами виділяє отруйні пари.
LIMESTONE	-	0,67 – 0,84	Гірська порода, що містить карбонат кальцію. Грудки розміром 25 – 75 мм. Вологість до 4%.
MAGNESIA	-	2,0	Оксид магнезії. Зерниста речовина білих кольорів.
MAGNESITE	-	1,4	Кристалічний карбонат магнезії жовтуватих кольорів. Від порошку і дрібних часток до шматків розміром 3 – 30 мм. Без запаху.
MANGANESE ORE	-	0,32 – 0,70	Руда. Від дрібного пилу до грудок в 250 мм. Вологість до 15%.
MURIATE OF POTASH	30 - 47	0,81 – 1,12	Добриво у вигляді білих кристалів, гранул і порошку. Запах йоду.

продовження таблиці 6.1

1	2	3	4
PEANUTS	-	3,29	Жовтувато-коричневих кольорів окатиш. Надзвичайно курний.
PELLETS	-	0,47	Концентрати руд у грудках. Вологість до 6%.
PHOSPHATE	-	1,12	Зерниста речовина, подібна дрібною піску сірих кольорів. Курна.
PHOSPHATE ROCK	-	0,70	Руда. Грудки і порошок. Після осідання вантаж стає неохильним до зсуву. Вологість до 2%.
POTASH	32 - 35	0,77 – 1,03	Карбонат калію коричневого, рожевого або білого кольору. Зернистий. Вологість до 2%.
PYRITE	-	0,33 – 0,50	Двохсіркове залізо, що містить мідь і залізо. Від дрібних часток до грудок в 300 мм. Вологість до 7%.
RUTILE SAND	-	0,39	Дрібнозернистий вантаж. Перевозиться сухим.
SALT	-	0,81 – 1,12	Від дрібних зерен до грудок розміром 12 мм. Вологість до 5,5 %.
SUGAR	-	1,00 – 1,60	Порошкоподібна, кристалічна речовина. Вологість до 0,05%.
SUPER-PHOSPHATE	30 - 40	0,84 – 1,00	Добриво сіруватих кольорів, що складається з обробленого сірчаною кислотою фосфату. Вологість до 7%.
TAPIOCA	32	1,36	Суха, що порошить суміш порошку із гранулами.
UREA	28 - 45	1,17 – 1,56	Добриво у вигляді гранул. Вологість менш 1%.

Таблиця 6.2 Характеристики хімічно небезпечних навалочних вантажів

Речовина	Клас ИМО	ц, м ³ /т	Властивості
1	2	3	4
ALUMINIUM FERROSILICON	4.3	-	При взаємодії з водою можливе виділення водню, що утворює підривні суміші з повітрям.
ALUMINIUM NITRATE	5.1	-	У випадку влучення у вогонь значно підсилює горіння горючих матеріалів і виділяє отрутні пари нітратів.
ALUMINIUM SILICON	4.3	-	При взаємодії з водою можливе виділення водню, що утворює підривні суміші з повітрям. Домішки можуть утворювати високотоксичні гази – фосфін і арсин. Може виділяти отрутні і легкозаймисті силани.
AMMONIUM NITRATE FERTILIZERS Type A	5.1	1,00	Кристали, гранули або невеликі шматки. Підтримує горіння. При сильному нагріванні розкладається, виділяючи при цьому отрутні і підтримуючі горіння гази.
AMMONIUM NITRATE FERTILIZERS Type B	9	1,00	Виробляються в гранулах. При нагріванні може саморозкладатися і виділяти отрутний газ.
BARIUM NITRATE	5.1	-	Отрутний при ковтанні і вдиханні пилу. У випадку влучення у вогонь значно підсилює горіння горючих речовин і виділяє отрутні нітрозні пари.

продовження таблиці 6.2.

1	2	3	4
CALCIUM NITRATE	5.1	-	У випадку попадання у вогонь значно підсилює горіння горючих речовин і виділяє отрутні нітрозні пари.
CASTOR BEANS	9	-	Містить сильний алерген. Токсичний при попадання в середину.
COAL	MHB	0,79 – 1,53	Виділяє метан, що акумулюється у верхній частині вантажних приміщень. Суміш метану з повітрям може привести до вибуху від іскри або відкритого полум'я.
COPRA	4.2	2,00	Схильний до самонагрівання і самозапалювання.
FERROPHOS-PHORUS	MHB	0,20	При взаємодії з водою може виділяти займисті і отрутні гази.
FERROSILICON	4.3	0,48 – 0,90	При зволоженні або взаємодії з водою виділяє водень, який утворює вибухонебезпечні суміші з повітрям. Домішки можуть виділяти фосфін і арсин, високотоксичні гази.
FISHMEAL	9	-	Здатний самонагріватися. Сильний запах може передаватися іншому вантажу. Знижує зміст кисню в трюмі.
FLUORSPAR	MHB	0,56 – 0,70	Отрутний при вдиханні пилу. Перевозиться у вигляді грубозернистого пилу.
IRON OXIDE	4.2	0,45	Здатний самонагріватися і самозайматися. Може виділяти сірководень, двоокис сірки і ціаністий водень. Має сильний запах. Може викликати зниження кисню в трюмі.
LEAD NITRATE	5.1	-	Токсичний при попаданні всередину.
LIME	MHB	-	При взаємодії з водою утворює гашене вапно із сильним виділенням тепла.
MAGNESIA	MHB	0,8	При взаємодії з водою утворює гідрооксид магнію, при цьому збільшується об'єм вантажу і виділяється тепло.
PITCH PRIL	MHB	1,25 – 1,67	При нагріванні плавиться. Горючий, утворює густий чорний дим.
SAWDUST	MHB	-	Схильний до самонагрівання. Може викликати зниження кисню в трюмі.
SEED CAKE	4.2	1,39 – 2,09	Може повільно нагріватися, а у зволоженому стані – самозайматися. Схильний до окислювання з утворенням вуглекислого газу.
SODIUM NITRATE	5.1	0,88	Його суміші з горючими речовинами легко запалюються і можуть сильно горіти.
SULPHUR	4.1	0,74	Легко запалюється. При горінні виділяє токсичний і ядушливий газ. Під час перевезення навалом може відбутися вибух пилу.

Деякі навалочні вантажі при морському перевезенні схильні до розрідження. ПНО цих вантажів коливається в межах від 0,33 до 0,57 м³/т.

До таким вантажів відносяться: BLENDE; CALCINID PYRITES; CHALCOPYRITE; COAL; COAL SLURRY; COOKE BREEZE; COPPER ORE CONCENTRATE; COPPER NICKEL; COPPER PRECIPITATES; GALENA; ILMENITE;

IRON ORE CONCENTRATE; IRON ORE; IRON PYRITE; LEAD AND ZINC CALCINES; LEAD ORE CONCENTRATE; LEAD ORE RESIDUE; LEAD SILVER ORE; LEAD SULPHIDE; MAGNEZITE; MANGANIC CONCENTRATE; PYRITE; ZINC AND LEAD CALCINES; ZINC ORE CONCENTRATE; ZINC ORE; ZINC SINTER; ZINC SLUDGE; ZINC SULPHIDE й ін.

Під час перевезення двох і більше несумісних вантажів їхнє розміщення повинне відповідати умовам, зазначених у табл. 6.3.

Таблиця 6.3 Умови розподілу небезпечних навалочних вантажів на одному судні

Небезпечні навалочні вантажі (клас, підклас)	Умови розподілу з небезпечними навалочними вантажами (по класам, підкласам)							
	4,1	4,2	4,3	5,1	6	7,1	8	9
Легкозайmistі тверді речовини(4,1)	x							
Самозайmistі речовини(4,2)	2	x						
Речовини, що виділяють легкозайmistі гази при взаємодії з водою (4,3)	3	3	x					
Речовини, що окисляють(5,1)	3	3	3	x				
Отруtnі (токсичні) речовини(6)	x	x	x	2	x			
Радіоактивні речовини (7,1)	2	2	2	2	2	x		
Їдкі і корозійні речовини(8)	2	2	2	2	x	2	x	
Інші небезпечні речовини(9)	x	x	x	x	x	2	x	x

Умовні позначки в таблиці 6.3 наступні:

x - вантажі сумісні в одному вантажному приміщенні;

2 - «окремо від» - у різних вантажних приміщеннях або відсіках, тобто достатнім є розподіл однією вогнезадержуючою і водонепроникною перегородкою або палубою;

3 - «через одне приміщення від» - розподіл одним проміжним вантажним приміщенням по горизонталі або вертикалі, тобто розподіл двома вогнезадержуючими і водонепроникними палубами або перегородками. При укладанні на палубі означає розподіл відстанню, рівною довжині відсіку.

Обмін інформацією перед приходом судна в порт завантаження

При підході до порту завантаження капітан одержує *Рейсову інструкцію фрахтувальника (Voyage Instructions)*, у якій фрахтувальник дає йому безпосередні вказівки по виконанню рейса. Про одержання такої інструкції капітан зобов'язаний довести до відома судновласника і надалі дотримуватися вказівок Компанії.

Рейсова інструкція звичайно містять наступні пункти:

- назва судна;
- номер виконуваного судном рейса;
- дата підписання договору морського перевезення і назва чартеру;
- порт завантаження, назва і маса вантажу для завантаження;
- до якої осадки повинно бути завантажене судно (вказуються обмеження по осадці для портів завантаження або вивантаження);
- назви агентів і їхні адреси в портах завантаження і вивантаження;
- час подачі судна до завантаження (*Lay Can*);
- час подачі *Notica pro готовність судна (Notice of Readiness)* до завантаження або вивантаження і кому він повинен бути поданий. Капітан не має права подати нотіс про готовність судна для завантаження до початку *Lay Can*, якщо він не одержав додаткових інструкцій від фрахтувальника;
- у якому стані повинні бути трюми;
- коли капітанові необхідно посилати нотіси про очікуване прибуття судна в порт (як правило, за 96, 72, 48 і за 12 годин до прибуття судна в порт незалежно від того, прибуває судно в порт до початку *Lay Can* або після) і із чиї адреси необхідно направляти таку інформацію;
- на чию адресу і яку інформацію необхідно посилати при знаходженні судна в порту і після завершення вантажних операцій;
- які формулювання і застереження повинні містити вантажні документи і при дотриманні яких умов капітан може підписувати *коносаменти (Bills of Lading)*;
- кому і які вантажні документи повинні бути направлені капітаном після виходу з порту;
- як повинен діяти капітан у випадку відсутності повного вантажу для завантаження, обговореного чартером;
- чи повинен подавати капітан листи-протести і якщо повинен, то в яких випадках;
- необхідна інформація про рух судна до порту вивантаження і у які дні вона повинна подаватися;
- кому і яку інформацію повинен подавати капітан в аварійних ситуаціях;
- контактні адреси фрахтувальників або їхніх агентів, а також іншу інформацію, на розсуд фрахтувальників.

6.3. Перевезення концентратів поліметалевих руд

Під час перевезення концентратів поліметалевих руд морськими суднами судноводію необхідно мати повні дані про транспортні характеристики перевозимого вантажу (щільність, ПНО, гранулометричний склад, фактична і припустима вологість, кут природного укосу і опір зрушенню). Нижче наведені показники, які були визначені вченими ЦНДІМФ в натурних умовах під час експериментальних рейсів.

Щільність вільного відсипання при вологості 4 – 6%, г/см³:

- свинцевий концентрат - 2,6;
- цинковий концентрат - 2,1;
- свинцево-срібний концентрат - 1,7.

На основі результатів визначення щільності свинцевого, цинкового і свинцево-срібного концентратів були отримані значення їх питомого навантажувального об'єму (ПНО) – 0,38 – 0,68 м³/т.

Рудні концентрати - речовини досить однорідні. Їх гранулометричний склад, %:

- частки розміром більше 10 мм - від 2 до 5;
- “ “ до 1 мм - від 15 до 35;
- “ “ менш 1 мм - від 60 до 80.

Установлено, що рудні концентрати здатні розріджуватися при вологості від 10 до 16,6%. Отже, вони відносяться до класифікаційної групи А як навалочний вантаж, фактичні властивості якого визначають можливість розрідження і сухого зсуву в умовах морського перевезення.

Максимально припустима(транспортабельна) вологість вантажу при навантаженні і вологість розрідження, %:

- свинцевий концентрат: зима - 8,5, літо - 9,0, 10,0;
- цинковий концентрат: зима - 9,1, літо - 12,2, 13,5;
- свинцево-срібний концентрат: зима - 14,1, літо 14,9, 16,6;

Необхідно мати на увазі те, що відправник вантажу зобов'язаний завжди інформувати перевізника про фактичну вологість концентрату, а також про вологість розрідження і максимально припустиму вологість під час перевезення і вручати капітану судна сертифікат з характеристиками вантажу.

На підставі викладеного можна вважати достатньою умовою приймати до завантаження з вологістю, що не перевищує припустиму (транспортабельну), зазначену в сертифікаті відправника вантажу.

Кут природного укосу (КПУ) визначався методом відсипання, його середні значення наступні:

- свинцевий концентрат – 37°;
- цинковий концентрат – 36°;
- свинцево-срібний концентрат – 38°.

На рис. 6.2 наведена залежність питомого зчеплення (3) від кута внутрішнього тертя (φ) для цинкового концентрату.

У результаті виконаних досліджень було встановлено, що при вологості 1 - 1,5% вантажі мають наступні зсувні характеристики:

- свинцевий концентрат: $\varphi - 50^0$, $3 = 0,65$ кПа;
- цинковий концентрат: $\varphi - 50^0$, $3 = 0,48$ кПа;
- свинцево-срібний концентрат: $\varphi - 50^0$, $3 = 0,56$ кПа.

Оскільки вимоги до завантаження і остійності судна, яке перевозить концентрати навалом залежать від міцністних характеристик вантажу, то при перевірці вантажного плану необхідно користуватися таблицями із вхідними даними:

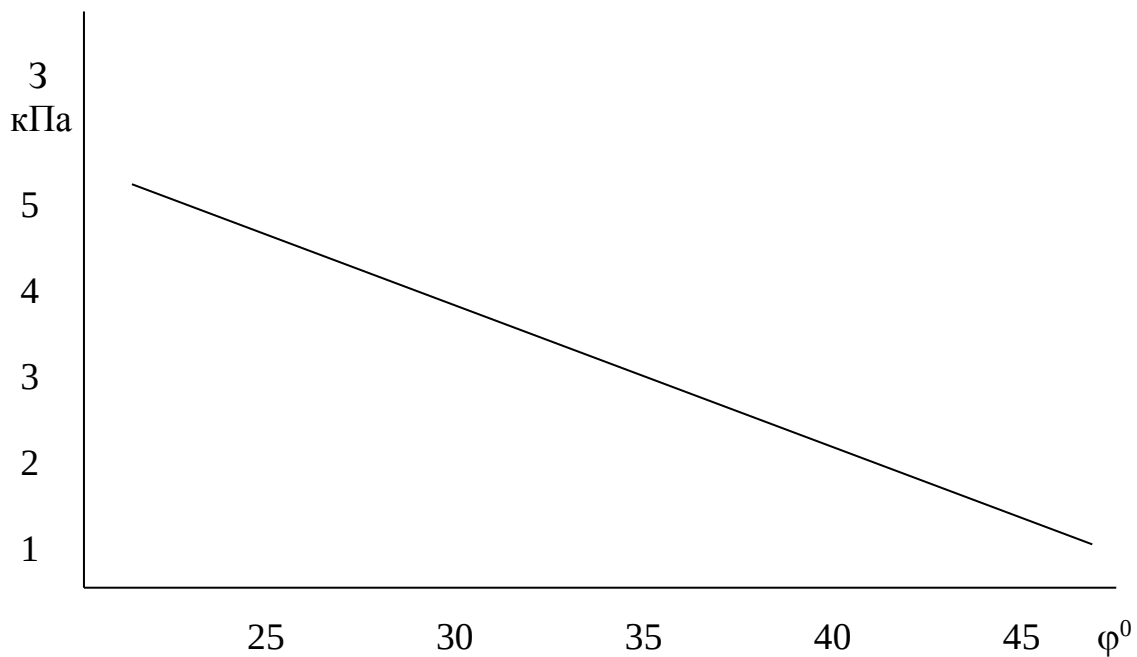


Рис. 6.2. Крива залежності питомого зчеплення (З) від кута внутрішнього тертя ϕ .

- свинцевий концентрат: $\phi = 43^\circ$, $З = 3,1$ кПа;
- цинковий концентрат: $\phi = 43^\circ$, $З = 2,5$ кПа;
- свинцево-срібний концентрат: $\phi = 43^\circ$, $З = 2,8$ кПа.

Під час перевезення навалочних вантажів у твіндеках практично завжди потрібна повна штивка. Обмеження мінімальної товщини шару вантажу біля бортів 1,5 - 2,0 м викликано необхідністю запобігання можливого зсуву вантажу по настилі палуби. Концентрати з вологістю при навантаженні до 6% мають низький коефіцієнт тертя по металу. З огляду на цю обставину, а також обмеження по місцевій міцності на палубі і твіндечних кришках, перевезення важких концентратів на твіндеках не допускається.

Розглянуті концентрати являють собою дрібнозернистий пилоподібний, місцями з грудками порошок сірого, темно-сірого і чорного кольору з незначним металевим блиском. У загальній масі зустрічаються грудки концентрату розміром від 5 до 40 мм, які легко руйнуються до пилоподібного стану при невеликому механічному зусиллі. Власне кажучи, це тонко роздріблені поліметалеві (комплексні) руди, у яких головними кошовними компонентами є свинець і цинк, попутними - мідь, срібло, залізо, олово, кадмій, сірка і інші хімічні елементи.

При переробці поліметалевих руд одержують два основних види концентратів, що містять відповідно 40 -70% свинцю і 40 - 60% цинку. У процесі механічного збагачення срібло йде у свинцевий концентрат. При металевому розділі, крім основних, витягаються інші (попутні) компоненти.

Розглянуті рудні концентрати – негорючі, але пожежо - і вибухонебезпечні речовини. Вони нетоксичні продукти виробництва, але утворюють при виконанні вантажних операцій пил, який негативно впливає на дихальні шляхи.

Таким чином, рудні концентрати відносяться до класифікаційної групи «АС 2» як навалочний вантаж, який характеризується додатковою небезпечністю, не зв'язаною зі зміщуваністю.

Керівні нормативні документи передбачають перевезення концентратів без шифтінг-бордсів при обов'язковому дотриманні норм і вимог, що викладені в КТР.

Безпека судна багато в чому залежить від правильності завантаження, а так як ці вантажі є низько кубатурними, то їх на судні необхідно розміщати тільки відповідно до планів завантаження, що відповідають вимогам КТР.

Зокрема, у вантажних планах повинно передбачатися розміщення вантажу тільки в трюмах з повною штівкою поверхні штабеля вантажу від борту до борту. При цьому варто звертати увагу, щоб штабель вантажу обов'язково торкався бортів (торкання по висоті повинне бути не менш 1,5 м від висоти подвійного дна).

Якщо за якимись причинами повну штівку не можна виконати, то вантаж може бути розштинований частково з коефіцієнтом штівки 0,6 або 0,8. Допускається залишати укоси біля бортів і розрівнювати поверхню вантажу тільки шляхом рівномірного розкидання його грейфером (при широкому розкритті палуб) або за допомогою поворотної насипної труби естакади.

Відвідування вантажних приміщень членами екіпажу допускається тільки з дозволу капітана судна.

Члени екіпажу, які приймають особисту участь у роботах з концентратами, повинні бути одягнені в пилозахистні комбінезони або костюми, забезпечені респіраторами, рукавицями, протипиловими захисними окулярами, чоботями або іншим захисним взуттям.

Роботи по зачищенню і мийці вантажних приміщень після перевезення концентратів повинні виконуватися при відкритих кришках люкових закриттів протягом усього часу перебування там людей. У робочій зоні трюмів при зачистних роботах необхідно вести постійний контроль за пилемісткістю: пилу цинкового концентрату повинно бути менш $0,5 \text{ мг/м}^3$ (у перерахуванні на цинк); пилу свинцевого концентрату – менш $0,01 \text{ мг/м}^3$ (у перерахуванні на свинець). Періодичність контролю пилемісткості - 2 рази за вахту в місцях найбільшого запилення на висоті 2 м від поверхні вантажу.

6.4. Перевезення цементу навалом

Міжнародні перевезення цементу за останні двадцять років зросли з 23 до 51 млн. т. Основні країни - експортери цементу: Японія, Іспанія, Греція, Норвегія, Кіпр, Австралія, Росія, Південна Корея, Польща; країни - імпортери: АРС, Саудівська Аравія, КНР і ін.

Цемент (нім. *Zement*) - загальна назва штучних неорганічних порошкоподібних в'язких матеріалів, які при взаємодії з водою, водяними розчинами солей або інших рідин утворюють пластичну масу стійких гідроселікатів, яка згодом застигає, перетворюючись у міцний цементний камінь. Цемент - один з найголовніших будівельних матеріалів, призначених

для виготовлення бетонів і будівельних розчинів, скріплення окремих елементів споруд, гідроізоляції.

Розрізняють портландцементи, шлакопортландцементи, цементы тампонажні, глиноземні, сульфатостійкі, гіпсоглиноземні і ін.

В основному цемент складається з оксиду кальцію - 63% і діоксида кремнію - 22%. Дані аналізу фізико-хімічних властивостей цементу характеризують його як негорючу корозійно-безпечну речовину, пасивну до дій окислювачів, кисню повітря, лугів, кислот.

Конвенцією *МАРПОЛ - 73* і Протоколом 1978 р. до неї, а також Правилами МОПНВ не встановлена ступінь небезпеки цементу в частині забруднення водного середовища. Разом з тим при митті трюмів від залишків цементу рекомендується виконувати вимоги «Настанови по запобіганню забруднення із суден».

При тривалому перебуванні цементу в герметично закритому приміщенні (трюмі) там знижується зміст кисню до 17%, а зміст діоксида вуглецю збільшується до 2450 мг/м³, що нижче гранично припустимої концентрації.

Цемент токсичний, тривалий вплив його на організм людини може викликати деякі захворювання: пневмонію, роздратування шкіряного покриття (*“цементна короста”*), кон'юнктивіт і ін. Гранично припустима концентрація цементу в повітрі робочої зони 6 мг/м³. На підставі виконаних санітарно-хімічних і токсикологічних досліджень цемент класифікується як вантаж підкласу 9,1 - речовини, не віднесені за своїми небезпечними властивостями до інших класів.

Члени екіпажів суден, що беруть участь у зачищенні і мийці вантажних приміщень, зобов'язані виконувати комплекс заходів щодо техніки безпеки та промислової санітарії.

Судна, які призначаються для перевезення цементу навалом повинні відповідати наступним основним конструктивно-технологічним вимогам:

- внутрішні поверхні трюмів повинні бити пофарбовані відповідно до вимог РД 31.58.02 - 82 *«Судна морського флоту. Покриття лакофарбові. Типові технологічні процеси і схеми фарбування»*;
- гумові ущільнення люкових закриттів трюмів повинні бути виконані з термостійкої гуми, яка допускає нормальну експлуатацію до +150°C;
- цементні трюми необхідно обладнати датчиками-сигналізаторами їхнього граничного заповнення і граничного припустимого тиску 3 кПа;
- *«кишені»*, що утворилися, для забезпечення самозсипання цементу необхідно закрити листами картону з кутом нахилу до обрію 60°;
- кришки вирізів під камери завантаження і відсосу повітря в люкових закриттях цементних трюмів повинні бути з швидко рознімними з'єднаннями і з мінімально можливою кількістю кріплень.

При виконанні завантаження судовій адміністрації необхідно стежити за тим, щоб здійснювалася рівномірна подача цементу в трюми, тому що через текучість цементу можлива поява крену судна в 1 –2° і його наростання.

Одним з напрямків удосконалювання технології перевезень насипних вантажів є їхнє транспортування на спеціалізованих судах. Однак

експлуатація таких суден не завжди ефективна через відсутність стійкого вантажопотоку, наявності зворотного завантаження, інтенсивності проведення вантажних операцій у портах і т.д. Тому в деяких випадках може виявитися доцільним використання універсальних суховантажних суден або навіть танкерів для перевезення насипних вантажів.

Розглядаючи технологію перевезення цементу насипом на балкерах слід зазначити, що вона має ряд особливостей.

Цемент – це вантаж, який являє собою дрібний порошок, сіро-білого кольору, без запаху. Питомий навантажувальний об'єм цементу 0,64–0,67 м³/т (23 – 24 фут³/т), кут природного укосу 30 – 40°.

Через те що цемент – важкий вантаж, то завантаживши його максимальну кількість на судні буде заповнено 55 – 70% об'єму трюмів, тому при складанні *cargo plan* вантаж намагаються розмістити в як можна меншу кількість трюмів. Доброю морською практикою вважається завантаження цементу через 1 трюм. Наприклад, трюми 1, 3, 5, 7 заповнюються на 80-95%, а трюми 2, 4, 6 порожні. При такому варіанті завантаження згинальний момент (M_{32}) невеликий, але досить високі моменти, що перерізують ($M_{пер}$). Адміністрації судна необхідно контролювати їхнє значення, не допускаючи, щоб

$$M_{пер} > M_{пер доп}.$$

Враховуючи те, що цемент має властивість усмоктувати в себе воду і навіть вологу, що перебуває в атмосферному повітрі, екіпажу судна необхідно ретельно підготувати судно.

Перед завантаженням цементу трюми повинні бути абсолютно сухими. Кришки перевіряються на водопротікання: задраєні кришки в упор поливають струменем води з пожежного шланга. Не допускається яких-небудь прокапувань на палубу трюму.

Так як цемент вантаж, що порошить, то основне завдання екіпажа при його завантаженні - зменшення пилоутворення, а також захистити судно і механізми від цементного пилу.

Цієї мети досягають у такий спосіб.

Перед завантаженням цементу в кришках кожного трюму вирізують по 2 отвори, діаметром близько 600мм із лівого і правого бортів. Завантаження здійснюється при закритих кришках береговим елеватором «соскою» по черзі через лівий і правий отвір.

Завантаження цементу здійснюється за спеціальним планом, у якому встановлений порядок безпечної для судна черговості завантаження трюмів і викачування баласту. При завантаженні необхідно вантажити не більше 40% маси вантажу для даного трюму за один підхід, при одночасному викачування баласту з міждонного танка, розташованого під цим трюмом.

У процесі завантаження постійно контролюється крен і диферент судна.

Після завершення завантаження кришки трюмів закривають, задраюють, заклеюють равнеком і задувають піною для запобігання попаданню вологи усередину трюмів. Завантажувальні отвори заварюють і зафарбовують, лази в трюми задраюють і заклеюють, вентиляцію закривають.

Під час рейса ніяких спеціальних мір екіпажем не застосовується.

Вивантаження цементу здійснюється береговим елеватором при відкритій кришці трюму. Вивантаження негайно припиняють з появою хмар або найменшій загрозі дощу, а також при швидкості вітру більше 5-7м/с. Вивантаження виконується за спеціальним планом, при цьому постійно контролюються крен і диферент судна.

Зачищення і замивання трюмів балкера після вивантаження цементу виконуються в три етапи.

Перший етап – сухе зачищення.

У трюм спускаються матроси в комбінезонах, які не пропускають повітря, захисних окулярах і респіраторх. Особливу увагу необхідно звертати на захист очей від цементного пилу. Цемент очищають з перегородок і вантажать у бочки, потім підмітається палуба. З підняттям бочок перший етап закінчується.

Другий етап - зачищення трюму за допомогою повітря.

Для здійснення такого зачищення озброюється сходня або кошик. На ній у трюм спускається матрос, оснащений засобами індивідуального захисту, зі шлангом на довгому штоку. Використовуючи компресор, він повітрям здуває цементний пил із всіх доступних ділянок трюму і суднового набору. Після цього змитається і обдувається палуба.

Третій етап - замивання трюму.

Замивання трюму члени екіпажа судна виконують без зупинок протягом як можна меншої тривалості за часом. Мити трюм починають знизу (а не із кришок, як звичайно). Першою миється палуба, потім перегородки, трапи знизу нагору, в останню чергу кришки. Після закінчення замивання трюм ще раз обливають водою зверху - униз.

При митті трюмів використовуються апарати високого тиску, які здатні створювати тиск води до 25 кг. Для досягнення кращого змивання цементного пилу при вторинному змиванні використовується «*CEMENT REMOVER*», що наноситься разом з водою апаратом високого тиску.

При мийці трюмів після вивантаження цементу суднова система відкачки льяльних вод не використовується. На судні створюють крен на 1 – 3° і з нахиленого борту відкривається один льяльний колодязь (всі інші льяльні колодязі запечатані). Для відкачки використовують переносні насоси, які опускають у льяльні колодязі, а шланги виводять із трюму за борт. Відкачку починають одночасно із замиванням і проводять якнайменше за часом.

Після замивання трюми ретельно оглядають. Висохлі трюми готові до завантаження наступного вантажу.

6.5. Перевезення заліза прямого відновлення у вигляді окатишів

Окатиші представляють собою залізо прямого відновлення (*Direct reduced Iron/IMO*), тобто продукт металургійної промисловості, отриманий методом прямого відновлення залізної руди відновними реагентами при температурах нижче температури плавлення заліза, при цьому з руди виділяється від 90 до 95% кисню.

Окатиші призначені в основному для сталеливарної промисловості, але можуть використатися і для інших цілей, зокрема як каталізатор при виробництві нікелю. Вони мають такі характеристики: насипна маса – $1,8 \text{ т/м}^3$; розмір – 3-12 мм; пористість – до 60%; питома поверхня – $3 \text{ м}^2/\text{г}$; міцність – близько 75 кг/окатиш; зміст заліза – до 92%, вуглецю – 1,7%, окису кремнію – 3,85%, сірки і фосфору – до 0,012%.

Продукт не токсичний, не канцерогенний, кут природного укосу 32° .

Внаслідок великої пористості і площі, яка доводиться на одиницю маси, окатиші можуть окислятися киснем повітря, причому їхня реакційна здатність активніше проявляється при наявності вологи і позитивних температур. У результаті окислювання виділяється тепло, а за наявності вологи виділяється водень. Якщо температура окатишів підніметься вище $+100^\circ\text{C}$, то може відбутися самозаймання, при якому вже не потрібна наявність води як реагента, і реакція продовжується безпосередньо з киснем повітря.

В Кодексі ІМО по перевезенню навалочних вантажів викладені наступні вимоги до суден і умов перевезення заліза прямого відновлення у вигляді металізованих окатишів:

- окатиші до завантаження на судно повинні пролежати на складі не менш 72 годин або бути оброблені методом повітряного пасивірування (або яким-небудь подібним методом), що знижує реакційну здатність вантажу до рівня, який досягається 72-годинним зберіганням;
- відправник вантажу зобов'язаний вказати на умови морського перевезення: необхідність підтримувати у вантажних приміщеннях під час рейсу інертної атмосфери з вмістом кисню менше 5% (вміст водню повинен бути менше 1% на об'єм), окатиші при виробництві або обробці повинні бути піддані процесу окислювання і затримці корозії і у такий спосіб повинен бути забезпечений надійний захист вантажу від небезпечної реакції з водою або повітрям під час перевезення;
- всі вантажні приміщення повинні бути чистими та сухими, льяла не повинні допускати просівання вантажу і їх варто тримати сухими. Дерев'яні предмети повинні бути вилучені з вантажних приміщень, бортові цистерни повинні бути порожніми. Закриття трюмів необхідно перевірити і випробувати на водяне протікання;
- окатиші не можна вантажити при їхній температурі більше $+65^\circ\text{C}$;
- окатиші варто вантажити, розміщати і перевозити в сухому стані;
- під час перевезення необхідно регулярно контролювати вміст кисню і водню в атмосфері трюму, результати вимірів записувати в судновий вахтовий журнал. Контрольно-вимірювальні прилади повинні бути придатні для застосування у вибухонебезпечному середовищі;
- так як атмосфера трюмів з окатишами може бути збіднена киснем, то необхідно дотримуватися запобіжних заходів при вході в такі приміщення;
- у районі трюмів з окатишами забороняється паління, різання, рубання і інші дії, що сприяють виникненню пожежі;

- під час вантажно-розвантажувальних робіт радар і антени повинні бути надійно захищені від пилу.

Дослідження свідчать, що найбільше пожежонебезпечні окатиші, які зволожені до 6% маси. Це викликано тим, що менша кількість вологи недостатня для початку окисної реакції, а більша збільшує теплопровідність вантажу і, отже, поліпшує розсіювання тепла з вогнища в штабелі.

У світовій практиці перевезень відомі випадки, коли при температурі заліза прямого відновлення до +80°C виділялася значна кількість водню.

У зв'язку з неможливістю повного усунення небезпеки підігріву окатишів навіть під час перевезення в зимовий період був розроблений варіант перевезення окатишів у контейнерах.

Переваги перевезення окатишів у контейнерах очевидні. Завантаження окатишів у контейнери на комбінаті виготовлення виключають попадання в контейнери основних ініціаторів самонагрівання - вологи і забруднювачів, що робить процес їхнього перевезення більш безпечним.

6.6. Перевезення вугілля

Загальні транспортні характеристики.

У зв'язку зі складною екологічною ситуацією сучасна технологія шукає нові рішення хімічних, енергетичних проблем, проблем видобутку корисних копалин.

Наукові прогнози показують, що світовий видобуток нафти і природного газу досягне свого максимуму через 20 – 30 років, а потім почнеться істотне зниження їхнього видобутку.

Розрахунки, проведені вченими різних країн, показують, що реальних запасів нафти на Землі вистачить на 40 – 50 років, природного газу – на 30 – 40 років, запасів же вугілля вистачить на 200 – 250 років. Ці прогнозні оцінки виходять із запасів, які видобувають економно, вугілля, насправді ж їх значно більше. Прогнозні запаси вугілля, припустимого до розробки, оцінюються в 2,5 - 3 трлн. тонн. Якщо виходити із сучасного щорічного світового видобутку вугілля (приблизно 3 млрд. т), то його вистачить на 1000 років, а якщо враховувати розвиток техніки видобутку горючих копалин, наприклад підземну газифікацію, то навіть при збільшенні видобутку вугілля до 6 млрд. тонн у рік цих запасів вистачить більш ніж на 500 років.

Ці цифри перебувають у повній відповідності з висновками дослідників, які вважають, що геологічні запаси вугілля становлять 90-97% від загальних ресурсів горючих копалин планети, на частку ж нафти і газу доводиться лише 3-10%.

Головні видобувні країни: США, Австралія, Росія, Україна, Німеччина.

Завдання росту видобутку, переробки і транспортування твердого палива на світовому ринку здобувають виняткове народногосподарське значення.

Основна маса викопного вугілля перевозиться морським транспортом, тому вдосконалювання його збереженого і безпечного перевезення на спеціалізованих суднах - це актуальне завдання теперішнього часу. Для його

рішення перевізник, у першу чергу, повинен мати докладну інформацію про хімічний склад пропонованого до перевезення вугілля, його транспортні характеристики і їхні зміни під впливом агресивних факторів зовнішнього середовища траси перевезення.

Розглянемо трохи докладніше ці питання.

Всі види викопних вугілля - це продукт перетворення рослин. Основні компоненти: вугліфікована органічна речовина, мінеральні домішки і волога. Основні технологічні характеристики: зольність, зміст вологи, сірки, вихід летючих речовин.

Мінеральні домішки – це джерело кошовної мінеральної сировини, зокрема рідких елементів.

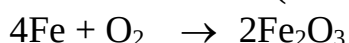
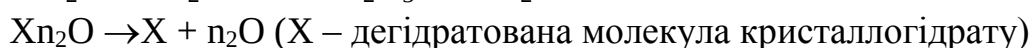
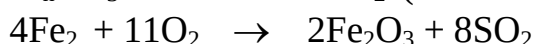
Зольність.

У викопних вугіллях утримується значна кількість (до 50% маси) мінеральних речовин, які утворюють після спалювання золу. Зола на 95-97% складається з оксидів *Al, Fe, Ca, Mg, Na, Si, K*, інше з'єднання *P, Mn, Ba, Ti, Sb*, а також рідких і розсіяних металів.

За походженням мінеральні домішки діляться на три групи:

- мінеральні речовини первинних рослин;
- органічні мінеральні комплекси, що сформувалися в процесі вуглеутворення на ранніх стадіях;
- мінерали, що відклалися на стадії вуглефікації.

Через те що мінеральні речовини не зв'язані хімічно з органічною частиною, а перебувають у вигляді прошарків, то вони легко відокремлюються від неї при нагріванні і збагаченні. Помітимо, що зольність, суворо кажучи, не відповідає масовій частці неорганічної частини вугілля, тому що при прожарюванні компоненти останньої з'єднуються з киснем або розкладаються і залишаються у вигляді оксидів, наприклад:



Зольність позначається буквою A^d (*Asche*) і виражається в % маси. Зміст мінеральних речовин властиво позначається M . Вони визначаються за допомогою фізичних і фізико-хімічних методів (наприклад, мікроскопічний, рентгеноскопічний, радіоізотопний). При відомому змісті мінеральної частини органічна маса вугілля G_{OM} буде представлена як

$$G_{OM} = 100 - (W_h + M^a), \quad (6.7)$$

де W_h - зв'язана (гігроскопічна) волога;

M^a - масова частка мінеральної частини (визначається фізико-хімічними методами аналізу).

Волога

У зв'язку з тим, що молекули води можуть бути пов'язані з поверхнею вугілля силами різної природи (адсорбція на поверхні і у порах, гідратування полярних груп макромолекул, входження до складу кристаллогідратів мінеральної частини) при різних способах виділення вологи з вугілля виходять різні величини його збезводненої маси і, відповідно, різні значення вологості.

Маса вугілля зі змістом вологи, з яким вона відвантажується споживачеві, називається робочою масою вугілля, а волога, що виділяється з неї при висушуванні проби до постійної маси при $+105^{\circ}\text{C}$, називається загальною вологою робочої маси вугілля. Якщо пробу вугілля висушувати до постійної маси при температурі навколишнього середовища, то волога, що виділяється, називається зовнішньою, а проба приводиться до повітряно-сухого стану. Маса такої проби називається аналітичною масою вугілля. Волога, що втримується в ній, – зв'язана волога вугілля, яка втримується на його поверхні сорбційними і капілярними силами. При видаленні останньої із проби при 105°C залишається суха маса вугілля.

Вміст вологи в пальному копалини характеризується його вологістю. Ця величина виражається відношенням маси, що виділилася при температурі зневоднювання до маси аналізованого зразка.

Тоді загальна вологість

$$W_z = \frac{m^1 - m^d}{m^1} \times 100 \quad (6.8)$$

вологість, обумовлена зовнішньою вологою

$$W_{\alpha x} = \frac{m^1 - m^d}{m^1} \times 100 \quad (6.9)$$

і обумовлена зв'язаною (гігроскопічною) вологою

$$W_h = \frac{m^{\alpha} - m^d}{m^{\alpha}} \times 100 \quad (6.10)$$

У всіх рівняннях m – маса навіски вугілля (г), взята при різних умовах аналізу. Показники, що відносяться до робочої маси вугілля, позначаються верхнім індексом r , до аналітичного a і сухій масі d .

У тому випадку, коли загальна волога є простою сумою кількостей зовнішньої і зв'язаної вологи, тоді відповідні вологості не можуть підсумуватися, вони зв'язані більше складним співвідношенням, що витікає з наведених вище виражень W_{ex} , W_h .

Волога вугілля знижує корисну масу при перевезеннях, на її випар необхідна велика кількість тепла, крім того, узимку вологе вугілля змерзається.

Загальний зміст води міняється залежно від ступеню углефікації копалин в наступному ряді:

Бурі вугілля > Кам'яні вугілля > Антрацити.

Більша вологість антрацитів пов'язана з тим, що для них характерні більш дрібні пори, у яких сорбція води відбувається ефективніше, ніж у порівняно великопористих вугіллях.

Сірка.

Вміст сірки у вугіллях становить від часток відсотка до 10-12 % маси.

Розрізняють сульфатну (S_{SO_4}), піритну (S_P) і органічну сірку (S_O), їхній сумарний вміст називається загальною сіркою (S_t):

$$S_t = S_{SO_4} + S_P + S_O \quad (6.11)$$

Вміст сірки у вантажі вугілля є дуже важливою характеристикою, що визначає особливі вимоги не тільки до переробки і використання, але й до технології перевезення такого вантажу на морському судні. Це викликано тим, що летучі сірковміщуючі продукти, які виділяються, такі як H_2S і SO_2 , у край небезпечні при попаданні в навколишнє середовище, а при плануванні перевезення варто враховувати їх високу корозійну активність.

Летючі речовини

Летючі речовини – це паро- і газоподібні продукти, що виділяються при розкладанні органічної речовини твердого пального копалини при нагріванні в стандартних умовах. Вихід летючих речовин позначається символом V (*volativ*), вихід на аналітичну пробу – V^a , на суху і бензолну речовину – V^{daf} , на суху речовину V^a . Вихід летючих речовин V^{daf} падає в ряді гумусових вугіль із ростом ступеня їх углефікації, а в сапропелітів цей зв'язок не настільки однозначний, іноді V^{daf} у них навіть зростає.

Вихід летючих речовин зв'язаний зі ступенем углефікації і послужив основою для однієї із класифікацій вугіль по марках.

Передбачається 14 технологічних марок, найменування яких аналогічні назвам марок промислової класифікації наведених у табл. 6.4.

Таблиця 6.4 Технологічні марки вугілля

Б	Бурий		
Д	Довгополум'яний	КСН	Коксовий спікливий низькометаморфізований
Г	Газовий	КС	Коксовий слабоспікаючийся
ГЖО	Газовий жирний отощений	ОС	Спікливий
ГЖ	Газовий жирний	СС	Слабоспікаючийся
Ж	Жирний	Т	Худий
ДО	Коксовий	А	Антрацит

Таким чином, виявляється, що технологічні властивості вугіль і їхніх транспортних характеристик можуть бути досить надійно поставлені у

відповідність ряду показників, які характеризують походження і умови формування вугіль у природі.

Принципи, на яких побудована дана класифікація, були покладені в основу міжнародної кодифікації вугіль, які є предметом міжнародної торгівлі.

До транспортних характеристик вугіль, які необхідно враховувати при морському перевезенні, можна віднести наступні: самозігрівання і самозаймання, змерзаємість, здатність до дрібнення.

При плаванні судна в різних кліматичних умовах під дією змінних параметрів зовнішнього середовища (температури зовнішнього повітря t_n , його відносної вологості φ і температури крапки роси τ , температури забортної води $t_{води}$, температури вантажу t_v) у трюмі судна формується певний мікроклімат, який, у свою чергу впливає на стан перевезеного вугілля і його технологічні властивості.

При контакті вантажу вугілля з повітрям під дією атмосферної вологи і кисню речовина паливних копалин перетерплює ряд необоротних змін. Вони особливо помітні в кам'яних вугіль по сильній зміні їхніх технологічних властивостей. При вивітрюванні вугілля губить блиск, розколюється на шматки, потім стає пухким і здобуває бурі кольори за рахунок утворення гуминових кислот. У результаті знижується теплота згоряння, росте його вологість, погіршується спікливість. Таке вугілля називають окисленим.

В елементному складі окисленого вугілля падає зміст водню і вуглецю з одночасним зростанням частки кисню. Таким чином, при вивітрюванні вугілля його речовина перетерплює зміни, зворотні тим, яким воно піддається в ході вуглефікації.

Висока екзотермічність реакцій, що протікають у трюмі судна при наявності повітря, може викликати розігрів маси, яка окислюється, вугілля (штабеля вантажу) до температур, при яких останній спочатку самозігрівається, а потім самозаймається.

Початкова стадія окислювання вугілля – це хемосорбція молекул O_2 поверхнею, що супроводжується їхньою активацією за рахунок ослаблення зв'язків кисень-кисень в адсорбенті.

Активована молекула реагує з органічними сполуками вугілля, утворюючи пероксиди. Останні розпадаються на радикали, які додатково ініціюють процес. Радикальний розпад гідропероксидних з'єднань каталізується іонами металів змінної валентності, насамперед заліза, що є присутнім у мінеральній частині вугілля.

Лавинообразне наростання кількості радикалів прискорює поглинання кисню (автоприскорення реакції), відповідно збільшується швидкість виділення тепла, і ріст температури може придбати експонентний характер. Внаслідок цього повільне окислювання вивітрювання переходить у швидке окислювання самозаймистого вугілля.

Здавалося б, цей процес повинен відбуватися в кожному разі, якщо вугілля здатне до сорбції кисню, а час його контакту з останнім досить великий. Але загоряння відбувається не завжди. Це пояснюється тим, що як тільки відбувається реакція сорбції і пов'язане з нею виділення тепла, починається не

тільки його поглинання масою вугілля, але й втрати в навколишнє середовище через поверхню вугільного штабеля.

Очевидно, якщо швидкість тепловтрат буде меншою швидкості тепловиділення, то відбудеться саморозігрівання, у противному випадку процес сорбції буде відбуватися без помітного підвищення температури поверхні вантажу.

Як підтвердили дослідження, самозігрівання вугілля при його перевезенні морем починається усередині штабеля вантажу, а виділене при цьому тепло не встигає розсіюватися, що й приводить до загоряння вантажу. Практика перевезень показала, що за інших рівних умов самозігріванню і загорянню піддаються вологі і свіжовидобуте вугілля, а також вугілля, яке містить велику кількість дріб'язку і пилу, тому що при цьому збільшується поглинальна поверхня вугілля і, отже, прискорюється протікання процесу окислювання вугілля і його самозігрівання.

Практика перевезення і результати спостережень показали також, що швидкість реакції взаємодії кисню повітря з речовиною вугілля залежить не тільки від його фізико-хімічних властивостей, але і від технології (ступеня щільності) укладання і зовнішніх умов траси перевезення (температури зовнішнього повітря, його відносної вологості, сонячної радіації та ін.).

Так, у неущільненому штабелі зі значним обсягом порожнеч виникають сприятливі умови для нагромадження тепла за рахунок великого запасу повітря і низькою теплопровідністю вугілля.

Як показали дослідження, окислювання вугілля супроводжується його фізичними і хімічними змінами і приводить до зниження міцності його шматків, утворенню дріб'язку та пилу, а це збільшує поглинальну поверхню вантажу і сприяє активізації окисного процесу.

Досвід перевезення вугілля показав, що стійкість вугілля до самозігрівання і загоряння визначається в основному ступенем вуглефікації органічної маси вугілля. Залежно від стійкості різних сортів вугілля до самозігрівання розрізняють наступні категорії: стійкі, не піддані самозігріванню - антрацити кам'яні вугілля марки *T* (худий); середньої стійкості - вугілля марок *ДО* (коксового), *Ж* (жирний), *Г* (газовий); нестійкі - всі бурі вугілля і вугілля марки *Д* (довгополум'яний).

Схильність до загоряння визначається емпірично, окислюванням вугілля в умовах, близьких до адіабатичного. Для вугілля, яке легко окисляється, розроблені способи боротьби із загорянням і його попередженням, створені полум'я гасящі та вогнезахистні склади і запропоновані досить ефективні методи їхнього застосування.

Основні принципи вибору і застосування таких складів наступні:

- зв'язування в хімічно неактивний стан каталізуючих окислювання природних з'єднань заліза добавками комплексоутворювачів (наприклад, фосфатні з'єднання);
- створення на поверхні штабеля вугілля плівок, які не пропускають повітря (наприклад, на основі полівінілового спирту);

- використання негорючих рідин, що знімають тепло з поверхні штабеля за рахунок випару (вода).

Викопне вугілля підрозділяється на антрацит, вугілля кам'яне і буре. Цінність вугілля, його теплотворна здатність визначаються змістом вуглецю і водню. За цією ознакою найбільшу теплотворність мають антрацити, середньою - кам'яне вугілля, найменше - буре вугілля.

Відповідно до якісної оцінки, призначенням і гранулометричним складом різних видів вугілля їх прийнято підрозділяти по марках і класах.

Розподіл кам'яного вугілля на марки визначається показниками виходу летучих речовин і спікливості. Ці вугілля мають марки: *Д* – довгополум'яний, *Г* - газовий, *ДО* - коксовий, *КЖ* - коксовий жирний, *ПС* - паровично спікливий, *СС* - слабоспікливий, *Т* – худий і ін.

Розподіл антрацитів у залежності з розмірами найбільшого шматка наступний: *АП* – плитний (більше 100 мм), *АК* – кулак (50 - 100 мм), *АТ* – горіх (25 - 50 мм), *АС* - насіннячко(6 - 13 мм), *АШ* – штиб (менш 3 мм).

Бурі вугілля класифікуються тільки по розмірах шматків на класи, які позначаються в такий спосіб: плитний - *БП*, великий - *БК*, горіх - *БО*, дрібний - *БМ*, насіннячко зі штибом - *БСШ*, рядовий - *БР*.

До числа загальних властивостей вугілля, які необхідно враховувати в процесі їхнього зберігання, перевантаження і транспортування можна віднести наступні: самозігрівання і самозаймання, змерзаємість, здатність до здрібнювання.

Процеси самозаймання вугілля відбуваються в результаті самоокислення, що пояснюється головним чином хімічними процесами, які відбуваються в масі вантажу при поглинанні кисню з повітря.

Взаємодія кисню повітря з речовиною вугілля супроводжується виділенням тепла і підвищенням температури маси вантажу, які у свою чергу прискорюють процес окислювання. Таким чином відбувається самозігрівання вугілля, а при досягненні критичної температури може перейти в мимовільне загоряння з появою відкритого вогню.

Самозігрівання вугілля, як правило, починається усередині штабеля вантажу, а виділене при цьому тепло не встигає розсіюватися, що може привести до загоряння вантажу.

Практика зберігання і перевезення вугілля свідчить, що за інших рівних умов самозігріванню і загорянню більше піддані вологі і свіжовидобуті вугілля, а також вугілля, що містять велику кількість дрібних фракцій. Дрібні фракції мають більшу площу поглинальної поверхні, тому прискорюють протікання процесу окислювання вугілля і його самозаймання.

Під впливом низьких температур вугілля можуть змерзатися, щоб цього уникнути, необхідно знизити вологовміст вугілля до 5%, при такій вологості вугілля практично не змерзається. Під час перевантаження вугілля може піддаватися здрібнюванню, кількість дріб'язку може становити 10 - 15%.

Особливості морського перевезення

Особливості морського перевезення викопного вугілля визначаються їхніми транспортними властивостями. Забезпечення збереженого перевезення

вугілля і належних морехідних якостей судна регламентуються чинними правилами – “Тарифним керівництвом 4 – М” і “Правилами перевезення навалочних і насипних вантажів”.

Вимоги цих правил полягають у наступному:

- судна, що перевозять вугілля, повинні мати устаткування для парового гасіння або вуглекислотного гасіння, засоби для температурного контролю масиву вантажу, рятувальні кисневі апарати;
- вся електроапаратура, яка є у вантажних приміщеннях судна, повинна бути надійно ізольована від вантажу;
- трюми повинні бути чистими, не допускається наявність у них промаслених кінців, клоччя, дощок, мішковини і інших подібних матеріалів;
- до завантаження вантажу на судно необхідно переконатися в справності пайола, оглянути льяльні колодязі і перевірити роботу осушувальної системи;
- люкові кришки повинні бути в справному стані і забезпечувати надійне закриття.

Для попередження самозаймання вантажу необхідно дотримувати наступні запобіжні заходи:

- не допускати завантаження вугілля з температурою +35°C і вище;
- машинні, котельні або інші перегородки вантажних приміщень, які нагріваються, повинні бути ретельно ізольовані від контакту з вугіллям;
- суворо дотримуватись режиму температурного контролю і заміряти температуру вантажу на кожній вахті, показання термометрів заносити у вахтовий журнал;
- при виявленні підвищення температури вантажу до +60°C необхідно прийняти термінові міри до ліквідації вогнища самонагрівання, а саме: припинити доступ повітря у вантажне приміщення при одночасному використанні наявних на судні засобів пожежогасіння.

На судах, що перевозять вугілля, необхідно дотримуватися всіх протипожежних запобіжних заходів.

Категорично забороняється перевозити вугілля разом з небезпечними в пожежному відношенні вантажами, а також з вантажами, що бояться забруднення або несумісними з інших причин.

При регулярному перевезенні вугілля судно повинне бути забезпечене відповідним типовим планом завантаження, складеним з урахуванням конкретних особливостей судна і району плавання. План завантаження повинен вказувати розміщення вантажу на судні і відповідному цьому розміщенні остійність, а також містити відомості про спеціальні пристрої, якщо такі встановлювалися для запобігання зсуву вантажу під час рейсу.

6.7. Морське перевезення руд

Особливості зберігання і перевезення морськими суднами руд визначаються їх фізико-механічними і хімічними властивостями.

Руди з великим вмістом сірки(сірчаний колчедан, деякі види залізних руд) піддані самозігріванню і самозайманню і тому при їхньому перевезенні і зберіганні варто керуватися вимогами, які використовуються при транспортуванні вугілля.

Більшість руд є вантажами, що змерзаються, вони при мінусовій температурі втрачають свої звичайні властивості сипкості. Запобіжними заходами проти втрати вантажем сипкості передбачається проведення самих різноманітних операцій, головними з яких є наступні:

- заморожування вантажу окремими брилами або дрібними шматками;
- періодичне пересипання вантажу екскаваторами, грейферами і іншими перевантажувальними механізмами;
- пересипання вантажу негашеним вапном, тирсою, повареною сіллю і хлористим кальцієм;
- рівномірна пошарова перекидка вантажу солом'яною січкою, очеретом і торф'яним дріб'язком;
- змазування підлоги і стін вагонів і платформ і оббризування вантажу мінеральними і кам'яновугільними маслами.

Особливості морського перевезення руд визначаються в першу чергу особливостями їхнього розміщення по вантажних приміщеннях судна з метою забезпечення найкращих умов остійності і збереження міцності судна.

При підготовці судна до приймання вантажу необхідно виконати наступні роботи:

- зачистити трюми від залишків раніше перевезених вантажів; оглянути корпус судна, настил подвійного дна і палубний настил, поперечні перегородки, що утворюють танки або цистерни; виявлені дефекти усуваються;
- оглянути і очистити льяльні колодязі;
- перевірити водонепроникність горловин і лацпортів, що ведуть у трюм;
- перевірити стаціонарні і переносні механічні засоби осушення трюмів;
- перевіряється і приводиться до готовності все аварійно-рятувальне обладнання.

Для запобігання порушення поздовжньої міцності судна в процесі завантаження необхідно вантажити руду рівномірно і завантажувати спочатку середні трюми, а потім поступово заповнювати всі трюми судна. Бажано розміщати руду в носовому трюмі ближче до кормової перегородки, а в кормовому трюмі при розміщенні машинного відділення в середній частині - до носової перегородки. Під час рейсу трюми необхідно вентилювати і контролювати температуру вантажу.

6.8. Нормативні документи, які регламентують перевезення незернових навалочних вантажів

Перевезення незернових навалочних вантажів - руди, рудних концентратів, кам'яного вугілля, будівельних матеріалів і ін. - пов'язано з

небезпеками, які можуть виникнути під час перевезення в силу фізико-хімічних властивостей цих вантажів.

Статистика показує, що щорічно гине значне число суден, які перевозять навалочні вантажі, у тому числі і нові спеціалізовані судна.

Міжнародна морська організація (ІМО) після ретельного вивчення причин загибелі суден узагальнила накопичений досвід і розробила Кодекс безпечної практики перевезення навалочних вантажів, який потім було доповнено і перероблено. У цей час діє третя редакція «Кодексу безпечної практики для твердих навалочних вантажів» (*Code of Safe Practice for Solid Bulk Cargoes*), надалі «Кодекс», прийнятий у Лондоні в 1991 році з поправками 1992 року. «Кодекс» має рекомендаційний характер, але в ряді країн на його основі розроблені національні правила перевезення незернових навалочних вантажів.

На підставі вказаного «Кодексу», СОЛАС - 74 і інших документів у ЦНДІМФ були розроблені карти технологічного режиму перевезення конкретного виду вантажу (КТР) і типові плани завантаження (ТПЗ) судна. При розробці цих нормативних документів була прийнята система критеріїв безпеки, до їхнього числа відносяться:

Критерій не зміщуваності – межа стану рівноваги навалочного вантажу в умовах морського перевезення

$$R/F \geq 1, \quad (6.12)$$

де R - сила опору вантажу зсуванню;

F - сили, які зсувають вантаж.

Критерій не розрідження – межа стану пластичності навалочного вантажу, вона визначається як відношення

$$\frac{W_1}{W} \geq 1, \quad (6.13)$$

де W_1 – максимально припустима (транспортабельна) вологість вантажу, %;

W – фактична вологість вантажу на момент завантаження на судно, %.

Припустима вологість вантажу приймається з урахуванням коефіцієнта запасу ε

$$W_1 = \varepsilon W_f, \quad (6.14)$$

де W_f – вологість розрідження.

Значення коефіцієнта запасу становить 0,9.

Критерій остійності судна при розрідженні навалочного вантажу – завантажено вантаж з порушенням критерію не розрідження. У цьому випадку дотримання вимог до остійності судна забезпечується шляхом відповідного розміщення вантажу і установкою устаткування, яке обмежує перетікання розрідженого вантажу.

Критерій остійності судна при «сухому» зсуві навалочного вантажу – комплекс додаткових вимог до остійності судна, що враховують при розробці ТПЗ. Цей комплекс вимог повинен забезпечити безпеку плавання в умовах, коли навалочний вантаж втрачає рівновагу і зміщається.

При цьому остійність судна, що перевозить незернові навалочні вантажі, які зміщаються, з урахуванням виправлення на вплив вільних поверхонь суднових рідких запасів і вантажів, але без обліку зледеніння повинна бути такою, щоб при впливі умовного моменту, що кренить, M_{sc} від вантажу, що зміщається, кут статичного крену θ_{sc} судна не перевищував 12° , залишкова площа діаграми статичної остійності, обчислена від кута статичного крену до кута 40° або кута заливання θ_f (дивлячись по тому, що менше), була не менш $0,12 \text{ м} \times \text{рад.}$, метацентрична висота h при найгірших умовах плавання була не менш $0,7 \text{ м}$.

Критерій незаймистості – межа стану незаймистості вантажу визначається по вираженню

$$\lambda = \frac{t_l}{t} \geq 1, \quad (6.15)$$

де t_l - гранично припустима температура вантажу на момент завантаження;
 t - фактична температура вантажу.

Безпека перевозимого вантажу забезпечується адміністрацією судна методом контролю значень його температури при завантаженні і під час переходу судна морем.

Критерій незагазованості атмосфери вантажних приміщень – межа безпечного відносно вибуху або здоров'я людей стану атмосфери вантажних приміщень, завантажених навалочним вантажем.

З урахуванням перерахованих критеріїв небезпеки і розроблених на їхній основі нормативних документів, тверді навалочні вантажі класифікуються: категорія *A* - вантажі, що розріджуються; категорія *B* - хімічно небезпечні вантажі, категорія *C* - вантажі, що зміщаються.

У свою чергу вантажі, що зміщаються, підрозділяються на:

- вантажі, що мають зчеплення.
- вантажі, що не мають зчеплення, тобто піддані «сухому зсуву» з кутом $\alpha < 30^\circ$, з кутом $30^\circ < \alpha < 35^\circ$ і з кутом $\alpha > 35^\circ$.

Безпека перевезення забезпечується також виконанням рекомендацій КТР по контролю за станом атмосфери трюмного повітря. КТР розробляються на морське перевезення кожного навалочного вантажу і є основними нормативними документами для вітчизняного перевізника.

6.9. Перевезення зернових вантажів

Властивості зернових вантажів

Властивості зернових вантажів прийнято розділяти на дві групи:

- фізичні - сипкість, усадка, щільність, скважистість, теплопровідність, сорбційні властивості;
- біологічні - дихання, дозрівання, самонагрівання, а іноді і проростання.

Всі зернові вантажі прийнято розділяти на три основні підгрупи: злаки, бобові, олійні. До хлібних злаків відносяться жито, пшениця, ячмінь; до просових - просо, кукурудза, сорго, рис; у групу бобових входять горох, боби,

соє, арахіс і ін.; у групу олійних - насіння соняшника, льону, кунжуту, коноплі і ряд інших.

Сипкість (рухливість) зернових вантажів є основною відмітною властивістю цієї категорії вантажів і визначається характером розподілу внутрішніх сил у сипучій масі. Сипкість насипного вантажу, ступінь рухливості його часток прийнято характеризувати величинами кутів природного укусу, внутрішнього тертя, а в загальному випадку - величиною опору зрушенню.

Опір зрушенню складається з опору тертю твердих часток вантажу між собою по поверхні ковзання і з опору вязкості, яка визначається силами зчеплення часток.

У товщі зернового вантажу виникають напруги стиску σ і дотичні напруги зрізу τ , які зв'язані між собою певною залежністю

$$\tau = \sigma \operatorname{tg} \varphi \quad (6.16)$$

і

$$\tau = C + \sigma \operatorname{tg} \varphi, \quad (6.17)$$

де τ - дотичне напруження зрізу (величина опору зрушенню); σ - напруга стиску (нормальне навантаження); φ - кут внутрішнього тертя; $\operatorname{tg} \varphi$ - коефіцієнт внутрішнього тертя; C - зчеплення часток вантажу.

На величину кута природного укусу, крім зовнішніх динамічних факторів, великий вплив робить також ступінь зволоження вантажу. Залежність зміни кута природного укусу від вологості для деяких насипних вантажів наведена в табл. 6.5.

Зі збільшенням вологості вантажу кут природного укусу росте до певних меж, а потім різко знижується при досягненні вантажем рідко-текучого стану.

Вологість є однією з найважливіших характеристик вантажу і визначає стан і поведінку вантажу в умовах статичної і динамічної дій. Від вологовмісту залежать його основні параметри, а також механізм ущільнення і переміщення вантажу в умовах морського транспортування. Так, наприклад, вміст вологи значною мірою впливає на величину об'ємної (насипної) ваги вантажу.

Таблиця 6.5 Зміна величини кута природного укусу зернового вантажу залежно від вологості

Найменування зернових культур	Вологість, %	Кут природного укусу, °
Пшениця	15,3	30
- " -	22,1	38
Жито	11,1	23
- " -	17,8	34
Ячмінь	11,9	28
- " -	17,8	32
Овес	14,6	32
- " -	20,7	41

Зернова маса складається з різних живих організмів, які мають певні біологічні особливості і проявляють свою життєдіяльність у різноманітних формах: дихання, дозрівання, проростання, самозігрівання і т.д.

Перевізника, відповідального за якісну доставку вантажу в порт призначення, головним чином цікавлять ті властивості, які можуть вплинути на збереження вантажу і безпеку плавання.

По цих ознаках властивості зернової маси підрозділяються таким чином:

- властивості, що впливають на морехідні якості судна і його раціональне завантаження (сипкість, ПНО, здатність до усадки, які, у свою чергу, залежать від щільності, скважистості, самосортування і гігроскопічності зернової маси);
- властивості, що впливають на якість перевозимого вантажу (сорбційні властивості, скважистість, теплопровідність, а також всі біологічні особливості зернової маси).

Розглянемо кожну з перерахованих властивостей окремо.

Сорбційні властивості включають різноманітні явища, які з погляду їхнього впливу на якісний стан зернового вантажу можна підрозділити на два основних:

- сорбція пару і газів, тобто здатність зернової маси поглинати і утримувати пари і гази;
- гігроскопічність (сорбція і десорбція парів води), тобто здатність поглинати і виділяти пари води.

Явище сорбції пару і газів необхідно враховувати при підготовці судна під завантаження. Так, до початку завантаження необхідно видалити із трюмів судна специфічний запах, який залишився від раніше перевезеного вантажу. Не можна також допускати спільне перевезення або зберігання в одному вантажному приміщенні зернових і пахучих вантажів.

Ступінь поглинання зерною масою пару і газів визначається її сорбційною ємністю, що залежить головним чином від скважистості.

Гігроскопічний вміст вологи в зерновій масі визначає вологість зерна і залежить від відносної вологості повітря.

Вологість зерна, при якій з'являється вільна волога, називається критичною і коливається для більшості злакових культур у межах 14,5 - 15,5%.

Вологість є одним з найважливіших факторів, що визначають інтенсивність протікання біологічних процесів у зерновій масі. Крім цього, вологість впливає на сипкість зернового вантажу.

Скважистість нерозривно пов'язана із щільністю зернової маси. Ці два поняття характеризують співвідношення об'ємів, займаних у зерновій масі безпосередньо зернами (включаючи домішки) і міжзерновим простором. Скважистість у значній мірі визначає питомий навантажувальний об'єм зернового вантажу, ступінь його осідання при транспортуванні, а також газопроникність. Величини скважистості зернової маси різних культур наведені нижче.

Скважистість, %		Скважистість, %	
Соняшник	60 - 80	Кукурудза	35 - 55
Овес	50 - 70	Просо	30 - 50
Рис	50 - 65	Льон	35 - 45
Гречка	50 - 60	Жито	35 - 45
Ячмінь	45 - 55	Пшениця	35 - 45

Скважистість змінюється в широких межах, її величина, за інших рівних умов, залежить від способу завантаження зерна. Так, зерно, засипане струменем, укладається менш щільно, ніж засипане дощем.

Теплопровідність зернової маси низька, що створює умови для виникнення процесу самозігрівання. Фізіологічною основою самозігрівання зернової маси є дихання як зерна, так і різних мікроорганізмів і комірних шкідників.

Сипкість зерна визначається ступенем рухливості часток зернової маси і залежить від форми і розмірів часток, наявності вібрації, вологості і т.д. Як раніше відзначалося, сипкість зернового вантажу характеризується коефіцієнтом внутрішнього тертя або кутом природного укусу. Для ідеально сипучого середовища коефіцієнт внутрішнього тертя приймають рівним тангенсу кута природного укусу (кута спокою) - найбільшого кута нахилу поверхні вантажу, що перебуває в спокої.

Через те, що сипкість зернової маси залежить від багатьох причин, кут природного укусу для тих самих зернових культур може змінюватися в значних границях: для пшениці від 16 до 38°, жита – від 17 до 38°, ячменю – від 16 до 45°, вівса – від 18 до 54°, гороху від 20 до 35°, лляного насіння від 14 до 34°.

Проведені дослідження показали, що незалежно від способу зберігання зерна(морське перевезення зернових вантажів можна розглядати як окремий випадок зберігання зерна в особливих умовах) у зерновій масі безупинно відбуваються фізичні і біологічні зміни.

Транспортування зерна морем має свої специфічні особливості, тому що в цьому випадку ми зіштовхуємося зі складними процесами взаємодії вантажу з мікрокліматом трюму, а також впливу на судно і вантаж кліматичних умов під час рейса.

У масі зерна безупинно протікають різні фізіологічні процеси, головним з яких є «дихання».

Процес «дихання» кліток приводить до втрати сухої речовини зерна (органічні речовини перетворюються у воду, вуглекислий газ і спирт), збільшенню кількості гігроскопічної вологи, зміні складу повітря в міжзерновому просторі в результаті появи там вуглекислого газу, а також до виділення тепла.

Всі ці явища за певних умов приводять до самозігрівання зерна, втраті ним якості і можуть зробити його непридатним для харчових і кормових цілей.

Однією з головних причин зміни властивостей зерна і погіршення його доброякісності є підвищення вологості.

Дослідження показали, що є певний зв'язок між вологістю зерна і відносною вологістю повітря: для кожного значення вологості зерна існує певний рівноважний показник відносної вологості повітря, при якому зерно не віддає і не поглинає вологу - рівноважна вологість. Величина цієї вологості при одній і тій же відносній вологості повітря трохи змінюється залежно від температури повітря. Якщо вологість вище рівноважної, зерно підсушується, а якщо нижче - зволожується.

Повітря в зерновій масі безупинно рухається, і при його переміщенні від більш теплих шарів зерна до більш холодних парів води, що перебувають у ньому, при певних співвідношеннях температур, конденсуються. Таким чином, волога переміщується і зволожує вантаж навіть у тому випадку, коли його первісна вологість не перевищувала норми.

Зволоження зернової маси приводить до посилення процесу «дихання», підвищенню життєдіяльності мікроорганізмів, а це спричиняє втрату зерна у масі і його псування. Попередити або зменшити зволоження зернового вантажу можна за допомогою посиленої аерації, тобто вентиляванням вантажних приміщень або провітрюванням зернової маси.

Великий вплив на інтенсивність дихання зерна має температура. Підвищення температури до $+50 - +60^{\circ}\text{C}$ викликає посилене «дихання», низькі температури припиняють розвиток цвілевих грибків і комах, тобто знижують активність дихальних процесів.

При підвищених температурах зернової маси (понад $+50^{\circ}\text{C}$) сипкість зерна знижується і воно починає псуватися в результаті самозігрівання. Необхідно також враховувати, що при підвищенні температури зволоженого зернового вантажу можна чекати утворення отрутних і вибухонебезпечних газів, можливе самозаймання. Для зниження температури необхідно робити вентилявання зернової маси зовнішнім повітрям.

Ступінь доступу повітря до різних шарів зернового вантажу (ступінь аерації), а також його характеристика мають величезне значення в життєдіяльності зернової маси, тобто впливає на всі біологічні процеси, які відбуваються в ній. Відповідна за своїми характеристиками (температура, вологість, число обміну в годину) вентиляція забезпечує збереження і хорошу якість доставки.

Хитавиця і вібрація судна впливає на сипкість і щільність зернової маси. Під впливом цих факторів ступінь рухливості і щільність зернової маси збільшуються, що приводить до усадки вантажу і підвищує небезпеку його переміщення в результаті утворення додаткових підпалубних порожнеч і зменшення кута природного укусу.

Забезпечення збереженого перевезення

Умови завантаження та транспортування зернових вантажів регламентує «Міжнародний зерновий кодекс» (*International Grain Code*).

Збережена доставка зернових вантажів визначається в першу чергу станом зерна на момент його прийому до морського перевезення і залежить від якості зберігання в порту і дотримання певного режиму перевезення.

Як відзначалося вище, основною причиною псування зернового вантажу в процесі морського транспортування є його зволоження. Можливість зволоження зернового вантажу під час перевезення на судні впливає із самої природи вантажу і особливостей морського перевезення. Зерно вимагає дотримання цілком певних теплових, вологових і вентиляційних режимів як при зберіганні на березі, так і в суднових умовах.

За допомогою активного вентилявання зменшується вологість і температура зерна і тим самим знижується інтенсивність протікання фізіологічних процесів у зерновій масі. Практика показує, що для підтримки оптимального стану зерна необхідно робити зміну не менш 200 об'ємів повітря міжзернового об'єму на добу, а для підсушування - близько 1000 - 1500 об'ємів, причому швидкість повітря, що надходить у масу зерна, лежить звичайно в межах 0,01 - 0,1 м/с.

Ефективність вентиляції залежить від співвідношення між температурою і вологістю зовнішнього повітря і тих же параметрів повітря в трюмі і вантажу, а також від правильності аерації зерна, тобто її постійності і повноти охопту всієї сукупності міжзернового простору. Тому що, наприклад, поверхнева і недостатня вентиляція може лише підсилити процес зволоження вантажу в певних елементарних об'ємах вантажних приміщень.

Вплив температурних коливань на судно відбувається нерівномірно, тому що його надводна частина більше піддана впливу сонячної радіації і зовнішніх умов погоди, які змінюються найбільше різко, а корпус і вантажні приміщення, розташовані нижче ватерлінії, зазнають впливу від тепла заборотної води, температура якої міняється більш плавно. Все це створює додаткові труднощі у виборі режиму вентилявання вантажних приміщень.

Основні рекомендації з вентилявання вантажних приміщень судна завантажених зерновим вантажем зводяться до наступного:

- у випадку несприятливої погоди при підвищеній вологості зовнішнього повітря(дощ, туман і т.д.) вентилявати трюми не можна;
- температура точки роси подаваного в трюм повітря не повинна перевищувати температуру вантажу;
- при переході «Північ–Південь» необхідно робити інтенсивну вентиляцію трюмів і її припинити в тому випадку, коли температура точки роси зовнішнього повітря буде приблизно на 3° нижче температури вантажу;
- при переході «Південь–Північ» і сприятливій погоді вентилявання трюмів повинне проводитись протягом 2 – 3 год до і після сходу сонця;
- вентилявання повинне здійснюватися таким чином, щоб відносна вологість повітря в трюмі відповідала рівноважній вологості вантажу (табл. 6.6) і оптимальному режиму зберігання зерна;
- якщо температура зовнішнього повітря значно нижче температури трюмного повітря, варто обмежитися витяжною вентиляцією

Таблиця 6.6 Залежність рівноважної вологості зернового вантажу від температури і відносної вологості повітря

Найменування вантажу	Температура вантажу, <i>град</i>	Рівноважна вологість вантажу, % при відносній вологості повітря, %				
		20	40	60	80	90
Кукурудза	0	9,43	10,6	13,8	17,6	20,1
- " -	20	8,23	10,7	13,2	16,9	19,2
- " -	30	7,85	10,1	12,4	15,8	18,3
Овес	0	7,76	10,5	12,9	17,9	20,7
- " -	20	7,24	9,41	12,0	16,8	19,9
- " -	30	6,74	8,74	11,6	16,2	19,0
Пшениця	0	8,70	11,19	13,47	16,66	21,25
- " -	20	7,80	10,68	13,10	16,02	19,95
- " -	30	7,41	10,23	12,54	15,72	19,34
Рис-сирець	0	8,20	11,09	13,26	16,59	19,22
- " -	20	7,54	10,35	12,50	15,23	17,58
- " -	30	7,13	10,00	11,93	14,66	17,13

Найбільш ефективним засобом попередження псування зернового вантажу є використання примусової системи вентилявання і кондиціонування повітря у вантажних приміщеннях.

За існуючими правилами хлібні вантажі не приймаються до морського перевезення з вологістю вище 15,5% - жито, рис, овес, пшениця, кукурудза; 16% - горох, боби кормові, крупа і комбікорми; без фітосанітарних сертифікатів - насінне зерно, засмічене карантинними бур'янами, заражене шкідниками хлібних запасів і т.д.

Перевізник зобов'язаний враховувати усі вище перераховані властивості зернового вантажу і забезпечити раціональне завантаження судна, а також збережену доставку вантажу. Важливе значення для перевізника має знання об'ємних навантажувальних характеристик зернового вантажу, у першу чергу при визначенні величини умовного моменту, що кренить.

Кренувальні моменти для визначення достатньої остійності розраховуються у вигляді об'ємних моментів - добутку площі поперечного перерізу на довжину трюму. Множення отриманої величини на плече l і ПНО дасть значення умовного моменту, що кренить. У Міжнародних морських перевезеннях як об'ємну характеристику зерна наведено *стоудж фактор* (*stowage factor SF*) – питомий навантажувальний об'єм одиниці маси, але у визначенні не сказано, який мається на увазі об'єм, тому що їх може бути два – об'єми проби вантажу і об'єм завантаженого приміщення.

Вимоги по забезпеченню безпеки судна під час перевезення зерна засновані на припущенні, що в кожному, навіть повністю заповненому вантажному приміщенні є підпалубні порожнечі. Величина цих порожнеч нормується (табл. 6.7), отже, може бути нормована і величина передбачуваного кренувального моменту, а отже - остійність судна.

Таблиця 6.7 Величини підпалубних порожнеч при завантаженні судна зерном

Відстань від поперечного або поздовжнього люка до границі відсіку, м	1	2	3	4	5	6	7	8
Стандартна глибина порожнечі, мм	530	480	440	430	430	470	520	590

При встановленні норм остійності суден повинні бути прийняті до уваги наступні фактори: кут крену, при якому починається пересипання зерна, величина підпалубних порожнеч і величина усадки зерна внаслідок хитавиці і вібрації судна.

Як було відзначено вище, кут природного укусу для зернових вантажів коливається в межах – від 14 до 54°. Дослідження показали, що для більшості зернових вантажів при нахиленні неповністю завантаженої ємкості зерно починає «перетікати» при куті нахилення 15°. Контрольні виміри підпалубних порожнеч у вантажних приміщеннях, повністю завантажених зерном, показали, що їхня середня величина становить від 450 до 500 мм і більше. Усадка зерна залежить від щільності відсипання і сорту зерна, її значення за різними оцінками коливаються від 2 до 8 %.

Взявши до уваги зазначені дані, можна розрахувати величину умовного кренувального моменту:

$$M_{o.r.} = \beta h_g \quad (6.18)$$

де β – ширина підпалубних пустот, м;

h_g – глибина підпалубних пустот, м.

Отриманий у такий спосіб умовний момент об'єму необхідно помножити на діюче плече l , щоб одержати момент M , який буде прикладений до судна в результаті умовного зсуву вантажу

$$|M|^4 = M_{o.r.} l \quad (6.19)$$

Розрахунок умовного моменту, що кренить, виконується з урахуванням навантажувального об'єму зерна μ , m^3 / t

$$|M|^4 \mu \rightarrow M_{кр} \quad t \cdot m \quad (6.20)$$

Враховуючи перераховані вище властивості зернових вантажів і види небезпек, які вони можуть викликати в процесі перевезення, був розроблений комплекс правил, що регламентують умови їхнього транспортування і зберігання, а саме:

– глава IV Конвенції СОЛАС - 74 з поправками 1981 року;

- Міжнародний кодекс по безпечному перевезенню зерна насипом, надалі «Міжнародний зерновий кодекс» - МЗК;
- Правила Регістра судноплавства;
- «Правила морського перевезення зернових вантажів», 6-М, (РД 31.11.25.25 - 96).

На підставі цих документів кожне судно, що перевозить зерно насипом, повинне мати на борту «Документ про дозвіл», який видається Адміністрацією країни прапора судна і повинен визнаватися як доказ того, що судно відповідає вимогам Правил у частині безпеки мореплавання. «Документ про дозвіл» повинен включатися в настанови по завантаженню зерна. Він складається мовою країни, де був виданий, і повинен мати переклад на англійську або французьку мову. Копія «Документа про дозвіл» повинна перебувати в капітана і пред'являтися на вимогу Адміністрації порту завантаження. Судно, що не має такого документа, не повинне вантажити зерно, поки капітан не доведе, що після завантаження зерна судно буде відповідати вимогам «Міжнародного зернового кодексу». МЗК приміняється для всіх суден, що перевозять зерно насипом, незалежно від їхньої валової місткості.

Методи кріплення зерна у вантажних приміщеннях

Як відзначалося раніше, зерновий вантаж може бути небезпечним для судна, якщо він має вільну поверхню, значні підпалубні порожнечі над нею і можливість пересипання при нахиленні судна. Ці умови при експлуатації судна виникають з таких причин.

Перша - часткове завантаження трюмів або твіндеків, необхідне для створення потрібної посадки судна. Імовірність того, що прийняте зерно має саме той навантажувальний об'єм, при якому всі трюми і твіндеки будуть заповнені до люкових кришок, невелика. Звичайно одне або два приміщення завантажуються неповністю.

Друга причина - усадка зерна під час рейса від впливу вібрації корпусу і хитами судна, внаслідок якої помітно збільшуються вільні простори.

Щоб не допустити аварійного зсуву вантажу, а точніше - небезпечного великого крену при цьому, використовується кілька способів безпечного перевезення зерна. Всі ці способи так чи інакше пов'язані з підвищенням остійності судна. Їх зручно підрозділити на три групи.

Перша – до цієї групи відносяться способи, що дозволяють підвищити остійність судна безпосередньо, без впливів на зерно, шляхом збільшення відновлюючого моменту. Відомий один спосіб цієї групи. На флоті він одержав назву «вільного завантаження», або «бесшифтингового» перевезення зерна. У цьому випадку на судні не встановлюється додаткове устаткування. Всі трюми і твіндеки, крім одного, а також вантажні відсіки завантажуються до рівня люкових кришок. Іноді доводиться приймати водяний баласт.

Друга – до цієї групи відносяться способи, що обмежують пересипання зернового вантажу, тобто зменшуючи до припустимих меж додаткові кренувальні моменти. Досягається це за допомогою додаткового устаткування (пристроїв), які зменшують площу вільної поверхні вантажу або його об'єм і

ділять об'єми з зерном на більш вузькі відсіки. Наприклад, влаштовують живильники – вигородженні перегородками об'єми зерна, з'єднані з нижче лежачим вантажем. Такі перегородки іменують обмежувальними або відділюючими. Вільна поверхня може бути обмежена і штучним вантажем, наприклад, зерном у мішках або ящиках, які розміщуються уздовж перегородок вантажного приміщення. Іноді об'єм зерна розділяють поздовжніми перегородками – шифтінгбордсами.

Третя – у цю групу входять способи, що перешкоджають пересипанню зерна. Досягається це здебільшого створенням додаткового тиску на поверхню зерна. Сюди відносяться:

- *мішкування*, тобто пригрузка зернової поверхні рядами мішків із зерном або іншим штучним вантажем;
- *бандлінг*, який представляє собою велику плівкову або ємкість з тканини та дощатим настилом, наповнену зерном і поміщену поверх основного зернового вантажу;
- *строппінг* – напівтверде покривало з тканини, дощок і тросів, розташоване на поверхні зерна;
- *пневмостроппінг*, який передає тиск на зерно надутими секціями покривала;

До цієї групи можна також віднести вкладну оболонку, яка поміщається усередину зернового вантажу і після надування розштовхує зерно по всьому об'ємі вантажного приміщення.

Елементи устаткування і пристроїв, використовуваних при перевезеннях зернових вантажів, можуть сприймати однобічний і двосторонній тиск зерна.

За характером деформацій основних елементів розрізняють обладнання (пристрої): твердіші, працюють головним чином на вигин; гнучкі і м'які, які сприймають тільки деформацію розтягання; комбіновані - із твердими і м'якими елементами.

У частково заповненому трюмі поверхня зерна може бути закріплена методом укладання вантажу поверх зерна, для чого вільна поверхня вирівнюється і покривається розділювальною тканиною або рівноцінним матеріалом, платформою. Така платформа повинна складатися з лагів, розташованих на відстані не менш 1,2 м один від одного і покладених на них на відстані не більше 100 мм дощок товщиною 25 мм. Платформа або розділювальна тканина повинна бути покрита мішками з зерном, щільно покладеними на висоту не менш 1/16 ширини вільної поверхні зерна або 1.2 м, залежно від того, що більше. Такий метод закріплення поверхні зерна називається «*мішкування*».

Мішкування відрізняють наступні технологічні достоїнства:

- універсальність способу, застосовуваного на будь-яких суднах (крім танкерів) і у двох основних своїх варіантах придатного при будь-якому рівні зерна у відсіку;
- незалежність від конструкції корпусу і виду люкових закриттів;
- відсутність металевих деталей і риштувань;
- відсутність з'єднань з корпусними конструкціями;

- мішки укладають портові робітники, за судновим екіпажем залишається тільки контроль якості робіт;
- надійність стабілізації поверхні зерна при хорошій якості укладання мішків, причому не потрібен контроль і обслуговування в рейсі, спосіб застосовується у відсіках, недоступних для огляду в рейсі.

Недоліки мішкування:

- можливість виконувати роботи по устаткуванню тільки після завантаження судна, видалення мішків - під час вивантаження;
- довговічність устаткування обмежена одним рейсом;
- неможливість грейферного розвантаження приміщення до вивантаження мішків;
- більша тривалість робіт і їхня вартість;
- відчутні фінансові витрати в кожному рейсі на придбання мішкотари і сепараційних матеріалів.

При частковому завантаженні відсіку зерном насипом на вкриття 1 м^2 вільної поверхні потрібно 17 мішків масою 70 кг кожен, а при мішкуванні «блюдцем» - 21 мішок і 1 м^2 брезенту. Трудові затрати на роботи, пов'язані з мішкуванням 1 м^2 вільної поверхні при частковому завантаженні відсіку, становить 0,85 чол.-г, а при мішкуванні методом «блюдце» - 1,05 чол.-г. Загальна вартість мішкування 1 м^2 вільної поверхні частково завантаженого приміщення становить, наприклад, у портах Канади від 25 до 38 дол. США.

Для закріплення поверхні зерна способом «бандлінг» може бути використана тканина з розривним зусиллям 1,344 Н (для стрічки шириною 5 см), але при цьому повинні бути вжиті додаткові заходи, що забезпечують міцність усього пристрою. Для забезпечення цієї мети весь пристрій стягується найтовми (рис. 6.3). Відстань між найтовми не повинна перевищувати 2,4 м. Під найтовми укладають дошки товщиною не менш 25 мм для запобігання матеріалу «бандлінга» від розриву. Верх «бандлінга» повинен доходити до нижнього краю балок люкових кришок.

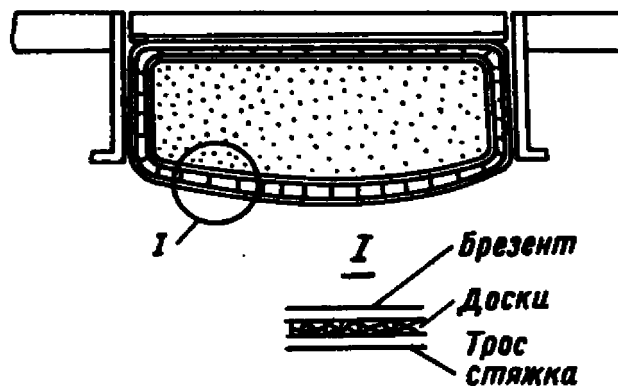


Рис. 6.3. Закріплення зерна способом «бандлінг»

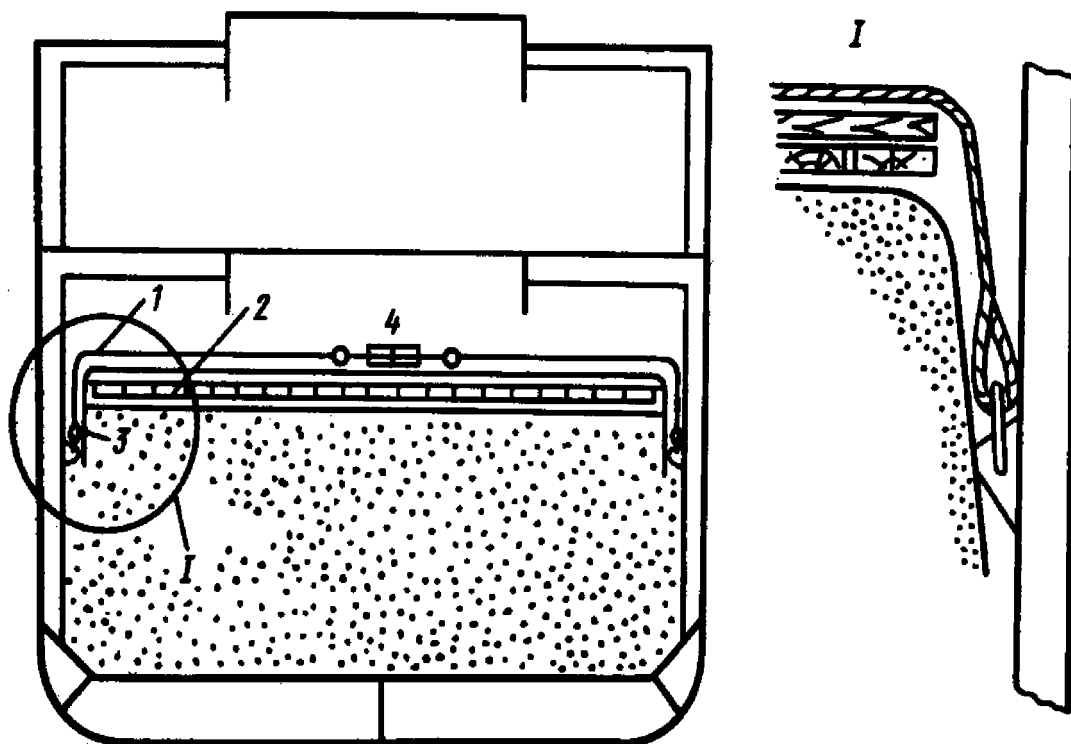


Рис.6.4. Кріплення зерна способом «строппінг» 1- найтов; 2 - дошки; 3 - брезент; 4 –талреп

Бандлінгу властиві такі достоїнства:

- незалежність від конструкції корпусу судна і виду люкових закриттів;
- незалежність монтажу від рештувань, кранів і т.п.;
- надійність пристрою, він не має потреби в обслуговуванні під час рейсу і тому може застосовуватися в недоступних для огляду місцях;
- можливість вивантаження зерна грейфером після видалення пристрою;
- формування пристрою портовими робітниками, екіпаж судна здійснює тільки контроль робіт.

Недоліками методу є:

- застосування припустиме лише в повністю завантажених приміщеннях;
- можливість обладнання тільки після майже повного завантаження відсіку;
- складність початкової стадії розвантаження відсіку, тому що видалення пристрою вимагає попереднього його розкриття, спорожнювання пакета, вивантаження сепарації і брезенту;
- труднощі механізації вивантаження зерна з пакета;
- можливість пошкодження елементів пристрою при вивантаженні;
- труднощі повторного використання деталей, через те що довговічність устаткування обмежується одним рейсом;
- порівняно більша тривалість і вартість робіт.

На вкриття 1 м² вільної поверхні зерна потрібно: 0,05 м³ лісоматеріалів(дощок товщиною 25 мм), 1 затискач, 0,1 шт. талрепів, 2,2 м троси і 2,4 м² тканини. Трудові затрати на роботи, пов'язані з установкою бандлінга, становлять 0,28 чол.-г/м². Вартість укриття з розрахунку на один люк становить 2 - 2,5 тис.дол. США.

Кріплення поверхні зерна в частково заповнених відсіках може виконуватись методом «*строппінг*» (рис. 6.4). Для цього необхідно:

- поверхню зерна розрівняти, додавши їй злегка опуклу форму;
- на поверхню зерна вистилається розділювальна тканина - брезент, мішковина або інший рівноцінний матеріал. Шматки розділювальної тканини повинні перекривати один одного не менш чим на 1,8 м;
- поверх розстеленої тканини повинні бути настелені два суцільних настили з неопрацьованих дощок товщиною 25 мм і шириною 150 - 300 мм, причому верхній настил повинен укладатися в поздовжньому напрямку і прибиватися цвяхами до поперечного нижнього настилу. Замість згаданих двох настилів може бути застосований один суцільний настил з неочищених дощок товщиною 50 мм, покладених подовжньо поверх лагів товщиною 50 мм і шириною не менш 150 мм, прибитих до останніх цвяхами. Лаги повинні простиратися на всю ширину відсіку і розташовуватися на відстані не менш 2,4 м один від одного.

Як найтови можуть бути використані сталеві троси (діаметром 19 мм або рівноцінні) здвоєні сталеві стяжки (50 x 1,3 мм із розривним зусиллям не менш 49 кН) або які мають таку ж міцність ланцюги. Найтови повинні натягуватися за допомогою 32- міліметрового талрепа.

До закінчення завантаження найтов повинен бути прикріплений до набору судна в місці, розташованому приблизно на 450 мм нижче передбачуваного остаточного рівня поверхні зерна за допомогою 25-міліметрової сполучної скоби, або затискача, що має таку ж міцність.

Строппінг має такі достоїнства:

- універсальність, спосіб може застосовуватися на більшості суден (крім танкерів);
- незалежність пристрою від виду набору судна і типу люкових закриттів, хоча покривало і зв'язується з корпусними конструкціями;
- відсутність монтажних рештувань;
- можливість вивантаження зерна (після видалення пристрою) будь-яким способом.

Недоліки строппінга:

- обмеження по верхньому рівні завантаження відсіку, тому що для можливості установки настилу і обтягування найтовів у рейсі висота вільного простору повинна бути не менш 1 м;
- можливість установки устаткування тільки після завантаження відсіку, розбирання - перед вивантаженням;
- повторне використання матеріалів не завжди можливо через затруднення зберігання на судні;
- пристрій працює тільки в одному рейсі;
- необхідність під час рейса регулярного спостереження за настилом і підтягування найтовів, через що строппінг, як правило, встановлюють у приміщеннях, доступних для огляду;
- можливість переміщення зерна при хитах судна, через що строппінг не може вважатися засобом безумовно надійним;

- порівняно більша вартість і тривалість робіт по установці і розбиранню пристрою.

На вкриття 1 м² вільної поверхні зерна потрібно 0,1 м³ пиломатеріалів, 1 затискач, 0,1 шт. талрепа, 0,2 шт. римів, 0,3 кг цвяхів, 1 м металевого троса і 1,2 м² брезенту. Трудові затрати на роботи, пов'язані з виготовленням 1 м² покриття, становить близько 0,33 чіл.-г., а розбирання – 0,08 чіл.-г., загальна вартість 1 м² настилу становить 10 – 18 дол.США.

Остійність суден, які перевозять зерно насипом

У зв'язку з тим, що існує реальна можливість зсуву зерна під час його перевезення насипом, установлені певні вимоги до завантаження суден і до параметрів їхньої остійності.

Відповідно до МЗК, всі вантажні приміщення судна розділяються на чотири категорії по характеру їхнього заповнення зерном:

- «заповнений відсік зі штівкою» - відсік, у якому зерно після його завантаження і штівки досягає найбільшого можливого рівня;
- «заповнений відсік без штівки» - відсік, у якому зерно погружено в максимальній кількості в просвіт люка, але не розштівовано поза просвітом люка;
- «частково заповнений відсік» - відсік, завантажений іншим способом, чим зазначено в попередніх двох випадках;
- спеціально пристосований.

Від характеру заповнення відсіку і методів штівки зерна залежить імовірність його зсуву при хитах і впливу цього зсуву на остійність судна. Тому Правила Регістра і МЗК, розроблені з урахуванням вимог гл. VI Конвенції СОЛАС – 74, передбачають, що судно, яке перевозить зерно і інші сипучі вантажі з ПНО більше 1,0 м³/т, повинне вживати всіх заходів до запобігання зсуву вантажу або зниженню його небезпечного впливу. Для запобігання руху вантажу, передбачається установка поздовжніх перегородок (шіфтінг-бордсів) або закріплення поверхні вантажу одним з рекомендованих вище методів.

Правила допускають перевезення таких вантажів без виконання яких-небудь мір, що запобігають руху вантажу, якщо остійність судна буде задовольняти комплексу певних вимог:

- кут статичного крену θ_0 після прикладання умовного кренувального моменту, через зсув зерна для всіх суден не повинен перевищувати 12° або (для суден необмеженого району плавання) кута входу палуби у воду θ_d , якщо він менше 12°;
- залишкова площа діаграми статичної остійності між кривими відновлюючих і кренящих плечей до кута крену, який відповідає максимальні різниці між ординатами двох кривих $\theta_{max d}$ або 40°, або кута заливання θ_f , залежно від того, який з них менший, при всіх умовах завантаження повинна бути не менш 0,075 м × рад.;

- початкова метацентрична висота після поправки на вплив вільних поверхонь рідких вантажів повинна бути не менш 0,3 м;
- остійність судна, що перевозить зерно, повинна бути перевірена в усьому специфікаційному діапазоні питомих об'ємів вантажу.

$$\lambda_{40}^0 = \frac{\text{Умовний об'ємний момент, що кренить, від поперечного зсуву зерна}}{\text{Питомий навантажувальний об'єм} \times \text{водотоннажність}} \quad (6.15)$$

$$\lambda_{40}^0 = 0,8 \lambda_0^0 \quad (6.16)$$

Для виконання вимог Правил перевезення зерна дуже важливо правильно робити завантаження судна. Щоб звести до мінімуму вплив зсуву зерна на остійність, необхідно виконати відповідну його штівку у вантажних приміщеннях. У будь-якому заповненому відсіці зерно повинне бути расштівовано так, щоб воно в максимальному ступені заповнило всі простори під палубами і кришками люків. Після завантаження всі вільні поверхні зерна в частково заповнених відсіках повинні бути вирівняні.

При завантаженні судна, як правило, всі відсіки, за винятком одного, заповнюються повністю. Кількість вантажу в частково завантаженому відсіці буде залежати від вантажної марки, яку можна використати в даному рейсі (зимової або літньої), наявності суднових запасів, щільності засипання зерна і його натурної маси.

«Документ про дозвіл» на перевезення зерна повинен видаватися кожному судну від імені Адміністрації прапора судна або визнаної нею організацією, якщо судно відповідає вимогам МЗК. Капітанові повинен бути виданий комплект документів, який включає інформацію, необхідну для розрахунків остійності і інших параметрів завантаження судна, а саме: дані по судну; таблиці виправлень на вільні поверхні рідини; місткість і центри ваги вантажних приміщень і цистерн; криві і таблиці гідростатичних характеристик і інші дані, необхідні для розрахунку моментів, що кренять від руху вантажу, а також типові варіанти завантаження з розрахунком остійності на початок, кінець рейса і для найбільш важких умов експлуатації.

Судну, яке не має «Документа про дозвіл», може бути дозволене завантаження зерна насипом за умови, що:

- загальна вага зерна насипом не буде перевищувати однієї третини дедвейту судна;
- у всіх «заповнених відсіках зі штівкою» будуть встановлені діаметральні перегородки, які простираються на всю довжину цих відсіків і вниз від підволоку палуби або люкових кришок на відстані нижче лінії палуби, щонайменше рівної 1/8 максимальної ширини відсіку або 2,4 м, дивлячись по тому що більше, за винятком того випадку, коли в просвіті люка і під ним замість діаметральної перегородки обладнані «блюдця» або поверхні закріплені методом

«бандлінг», крім випадків перевезення насіння льону і інших насіння із аналогічними властивостями;

- всі кришки люків у заповнених відсіках після штівки повинні бути закриті і задраєні;
- у частково заповнених відсіках всі вільні поверхні зерна повинні бути розрівняні і закріплені відповідно до рекомендацій МЗК;
- на всьому протязі рейсу метацентрична висота з поправками на вплив вільної поверхні в танках повинна дорівнювати 0,3 м.

Завантаження зерна, перехід судна морем і вивантаження вантажу

Перед підготовкою судна до перевезення зерна навалом судновласник зобов'язаний забезпечити капітана всією необхідною документацією для виконання розрахунків по завантаженню судна і виконання вимог національних правил і правил тієї країни, де буде завантажуватися судно. Відмінність у вимогах обумовлюється в значній мірі різними підходами до практичного забезпечення безпеки на основі тих самих вимог гл. VI Конвенції СОЛАС - 74 і МЗК. Іноземна практика перевезення зерна нормується експлуатаційними організаціями - морськими адміністраціями. Вона побудована на обліку мінливості характеристик зерна, можливості комбінованого завантаження судна зерном і іншими вантажами, а також завантаження судна в декількох портах з переходами між ними в напівзавантаженому стані і з наявністю сюрвейерного обслуговування судна в портах завантаження.

Перед початком завантаження капітан судна повинен представити Адміністрації порту інформацію наступного змісту:

- дані по судну;
- дані про водотоннажність порожнього судна і відстані по вертикалі від центра ваги судна до перетинання теоретичної основної лінії з перетином по міделю;
- таблицю виправлень на вільні поверхні рідини;
- розрахунок місткості і центра ваги судна;
- криві або таблиці гідростатичних характеристик для всіх експлуатаційних осадок;
- пантокорени, що включають криві при крені 12° і 40°;
- криву або таблицю *кута заливання* (кут крену, при якому поринають у воду отвори в корпусі, надбудовах або рубках, які не можуть бути закриті непроникно при хвилюванні моря), де він менше 40° при всіх дозволених водовміщеннях;
- таблиці або криві максимально припустимих моментів, що кренять, при різних водовміщеннях і різних піднесеннях центра ваги;
- розміри конструктивних елементів будь-якого тимчасового пристрою для перевезення зерна;
- конкретний приклад розрахунку остійності і міцності на всьому переході;
- типові варіанти завантаження.

Крім цього, капітан повинен показати, що протягом усього рейса характеристики остійності і міцності судна в неушкодженому стані, беручи до уваги моменти, що кренять, від зсуву зерна, щонайменше задовольняють наступним критеріям:

- кут крену від зсуву зерна не буде перевищувати 12° або у випадку суден, побудованих на, або після 1 січня 1994 р., кута входу крайки палуби у воду, дивлячись по тому, що менше;
- на діаграмі статичної остійності чиста або залишкова площа між кривою моментів, що кренять, і кривій плечей, що відновлюють, до кута крену, що відповідає максимальній різниці між ординатами цих двох кривих, або 40° , або кута заливання, дивлячись по тому, що менше, при всіх умовах завантаження повинен бути не менш 0, 075 мрад.

План завантаження в іноземному порту може виявитися ще недостатньою підставою для завантаження судна. У деяких країнах необхідно додатково представити фактичний план завантаження і розрахунок остійності на фірмовому бланку і за певною формою.

Коли план завантаження складений і підписаний капітаном судна, його вручають сюрвейєру. Остаточне рішення по визнанню плану як документа по завантаженню судна зерном приймається старшим сюрвейєром місцевої контори Національного вантажного бюро, у зоні якого перебуває порт завантаження.

Під час переходу морем з вантажем зерна в трюмах судна будуть відбуватися процеси тепломасопереноса, які детально розглядаються в Розділі 10.

При плаванні судна завантаженого зерновим вантажем в одній кліматичній зоні або при переході з однієї кліматичної зони в іншу в його трюмах відбувається наступне:

- у літній період при температурі води нижче температури повітря, теплові потоки разом з вологою спрямовуються зверху вниз, зволожуючи нижню частину вантажу, вентилявання підсилює процес теплопередачі від зовнішнього повітря до вантажу і, залежно від параметрів повітря, може зволожувати або висушувати вантаж;
- у зимовий період, коли температура повітря нижче температури води, теплові потоки і потоки вологи спрямовуються знизу нагору, зволожуючи верхню частину вантажу, вентилявання зовнішнім повітрям викличе підсушування верхньої (підпалубної) частини вантажу;
- при переході з холодної зони в теплу більш холодний вантаж сприймає тепло, що йде від бортів і верхньої палуби, відбувається зволоження центральної частини вантажу в напрямку пайола, вентилявання трюмів зовнішнім повітрям викличе інтенсивну конденсацію вологи на вантажі, тому що крапка роси зовнішнього повітря вище температури вантажу, нагрівання якого відстає від підвищення температури зовнішнього середовища;

- при переході з теплої зони в холодну теплий вантаж віддає своє тепло і волога разом з тепловими потоками буде прагнути рухатися від середини вантажу до його країв, зволожуючи внутрішню поверхню бортів і палуби, вентилявання трюмів зовнішнім повітрям може значно зменшити конденсацію вологи на внутрішніх поверхнях трюму, але може і зволожити вантаж, якщо вентиляційне повітря надмірно вологе.

Трюм вентилувати не можна коли крапка роси вентиляційного повітря дорівнює або більше температури вантажу і якщо температура зовнішнього повітря вище температури вантажу.

Коли вентиляційне повітря холодніше вантажу, доцільність вентилявання трюму визначають залежно від відносин температур і крапок роси зовнішнього повітря, вантажу і трюмного повітря.

Трюм варто вентилувати, якщо температура вентиляційного повітря нижче його крапки роси.

Перед приходом у порт вивантаження необхідно одержати від агента наступну інформацію:

- чи дозволяють глибини в порту безпечно підійти до причалу для вивантаження або необхідно очікувати припливу;
- у який час на борту буде лоцман;
- яким бортом буде здійснене швартування;
- кількість швартовних кінців і буксирів для швартування (цю інформацію капітан найчастіше одержує від лоцмана після його прибуття на борт судна);
- норму вивантаження вантажу;
- іншу інформацію, що має відношення до перебування судна в порту.

Капітан повинен повідомити агентів наступне:

- назву судна і його позивні;
- прапор судна;
- **ІМО** номер;
- офіційний номер;
- класифікаційне суспільство;
- дедвейт;
- бруто і нетто реєстровий тоннаж;
- країна і рік будівництва судна; вантажний план судна;
- кількість вантажу, який буде вивантажено в порту;
- назва і національність судновласника;
- 10 останніх портів заходу з датами приходу та відходу;
- висота судна від кіля до самої верхньої частини щогли;
- кількість екіпажу;
- прізвище капітана і його національність;
- дати видачі і закінчення термінів дії основних суднових сертифікатів;
- час прибуття до лоцманської станції;
- осадку носом і кормою на прихід та осадку, яка очікується на відхід;
- які додаткові послуги і постачання необхідно судну та ін.

Після прибуття судна в порт вивантаження капітан зобов'язаний негайно подати нотіс про готовність судна до вантажних операцій (*Notice of Readiness*).

Якщо нотіс не був акцептований датою і часом його подачі, то капітанові необхідно оформити *Лист-Протест* (*Letter of Protest*).

Перед приходом судна в порт капітан, якщо є на те достатні підстави, зобов'язаний повідомити агента про намір заявити *Морський протест* (*Sea Protest*).

У світовій практиці морський протест розглядається як один з істотних доказів капітана про прийняті міри особисто ним та екіпажем для запобігання або зменшення ймовірного збитку судну, вантажу і фрахту.

У заяві морського протесту необхідно відобразити:

- назву судна і місце його знаходження в момент подачі заяви морського протесту;
- ім'я капітана;
- найменування судновласника і порт реєстрації судна;
- реєстровий тоннаж;
- порт відходу та порт призначення вантажу;
- рід і масу вантажу на борту;
- погодні умови на переході з додатком виписок із суднового журналу;
- заходи, які були прийняті екіпажем в рейсі для збереження вантажу;
- причину клопотання про оформлення морського протесту;
- показання та підписи свідків;

Заяву морського протесту підписує капітан.

Морський протест може бути заявлений не тільки в результаті поганих погодних умов на переході, але й в окремих випадках при стоянці судна в порту (приховані дефекти устаткування судна, в результаті яких відбулося псування вантажу, тривала стоянка в очікуванні вивантаження при значних коливаннях температури зовнішнього повітря і води, яке могло привести до псування вантажу в результаті відпрівання, і т.д.).

З юридичної точки зору будь-який протест, заявлений капітаном, у правовому відношенні є одним зі способів забезпечення доказів для підтвердження фактів, що мають юридичне значення для рішення спорів, судових або арбітражних справ з метою захисту інтересів судновласника.

Заява морського протесту не є підставою для звільнення судновласника від можливої відповідальності за наслідки, які виникають в результаті пошкодження вантажів. Однак оформлення протесту створює вигідне для судна процесуальне положення.

Морський протест повинен бути заявлений:

- у першому порту приходу судна;
- протягом 24 годин з моменту прибуття судна в порт або протягом 24 годин після випадку, що відбувся в порту.

Не дозволяється відкривати люки трюмів до моменту заяви морського протесту, крім випадків гострої потреби.

Морський протест оформляється в нотаріальній конторі на підставі законодавчих актів країни порту прибуття.

Законодавчими актами ряду країн Європи відносно мореплавання є:

- кодекс торговельного мореплавання (Україна, Росія, Болгарія);
- морський кодекс (Польща, Греція, Швеція);
- торговельний кодекс (Румунія, Бельгія, Нідерланди);
- навігаційний кодекс (Італія);
- закон (Франція);
- закон про торговельне мореплавання (Данія, Фінляндія);
- закон про морське судноплавство (Норвегія);
- звичайне або загальне право (Великобританія).

Після заяви Морського протесту повинна бути оформлена *Аварійна підписка*, основними положеннями якої є згода одержувачів вантажів:

- оголосити вартість вантажів;
- сплатити належну частку від загальної аварії згідно *диспаші*.

Узгодження плану вивантаження

Старший помічник капітана, відповідальний за вантажні операції на судні, перед початком вивантаження повинен вручити лист терміналу про відсутність ушкоджень судна на момент початку вантажних операцій і погодити із представником терміналу наступне:

- масу вантажу, що передбачається вивантажити;
- швидкість вивантаження (норми вантажних робіт);
- черговість вивантаження трюмів;
- вимоги і процедури термінала для перетяжок уздовж причалу, якщо такі будуть потрібні;
- сигнали і зв'язок з терміналом;
- процедури безпеки судна та інші питання.

Процес вивантаження

Вивантаження судна повинно виконуватися в строгій відповідності із *Планом вивантаження*, розробленим старшим помічником і затвердженим капітаном.

При вивантаженні вантажу необхідно:

- не допускати крену судна більше 2°;
- контролювати по знятим осадкам масу вивантаженого вантажу;
- вчасно виконувати баластові операції;
- стежити за остійністю та дотриманням поздовжньої міцності корпусу;
- стежити за натягом швартовних кінців, не допускати їх натягу;
- у випадку ушкодження судна покласти відповідальність за заподіяний збиток на термінал або порт і почати всі можливі дії, щоб ремонт судна був виконаний у порту до відходу судна в рейс за рахунок термінала або порту.

При цьому залежно від характеру ушкодження, повинен бути викликаний представник Регістра (або іншого класифікаційного органу) для контролю за виконаним ремонтом.

З а п и т а н я д л я с а м о к о н т р о л ю

1. Що називається щільністю навалочного вантажу?
2. На які види підрозділяється волога, що входить до складу навалочного вантажу?
3. Яким показником характеризується ступінь рухливості навалочного вантажу?
4. Які можуть бути наслідки при недотриманні Правил МОПНВ під час перевезення небезпечних навалочних вантажів?
5. Як визначається кут природного укосу навалочного вантажу і які фактори впливають на його величину?
6. Які транспортні характеристики мають вугілля?
7. Яку інформацію необхідно одержати капітанові від агента перед приходом балкера в порт завантаження?
8. Які існують методи кріплення вантажу зерна в трюмі судна?
9. Які вантажі називаються гігроскопічними?
10. Як визначається загальна вологість навалочних і насипних вантажів?
11. У якому випадку капітан заявляє морський протест?

Розділ 7

ТЕХНОЛОГІЯ ПЕРЕВЕЗЕННЯ ВАНТАЖІВ УКРУПНЕНИМИ ВАНТАЖНИМИ ОДИНИЦЯМИ

7.1. Судна, які використовуються для перевезення вантажів укрупненими вантажними одиницями

По своєму призначенню судна морського флоту розділяються на: транспортні, службово - допоміжні і технічного флоту.

Кожен клас вантажів, маючи певні фізико-хімічні властивості і транспортні характеристики, вимагає своєї особливої технології зберігання, перевантаження і перевезення.

Для цього можуть бути використані:

- вузькоспеціалізовані – судна для перевезення одного певного виду вантажу (контейнеровози, ліхтеровози, цементовози, щіповози і ін.);
- спеціалізовані - судна для перевезення двох і більше видів вантажів, що відносяться до одного класу (балкери, танкери, рефрижераторні, залізничні пороми, лісовози і ін.);
- подвійної спеціалізації - судна для перевезення вантажів двох різних класів, підкласів або категорій (нафто-рудовози, генеральні вантажі і контейнери і ін.);
- багатоцільові - судна для перевезення двох і більше класів і категорій різних вантажів і які забезпечують їхнє перевантаження різними способами (вертикальним, горизонтальним);
- універсальні - судна, призначені для перевезення будь-яких генеральних вантажів, перевантаження цих вантажів виконується вертикальним способом.

Контейнеровози

Контейнеровоз - це однопалубне вантажне судно з розміром трюмів, кратним габаритам стандартних контейнерів. Вони розділяються на океанського плавання і фідерні (рис. 7.1).

Контейнеровози океанського плавання перевозять контейнери на магістральних напрямках між основними портами різних континентів. Трюми такого контейнеровоза мають вертикальні направляючі для установки і кріплення контейнерів. В останні роки на таких судах, при розміщенні на палубі більше 4 ярусів контейнерів по висоті, між рядами роблять опорні стійки, які призначені для кріплення контейнерів, що надає більшу стійкість штабелю палубних контейнерів.

Для захисту палубних контейнерів від хвиль, на контейнеровозах, що мають висоту надводного борта до 8 м, робиться подовжений півбак або встановлюється спеціальний відбійний козирок.

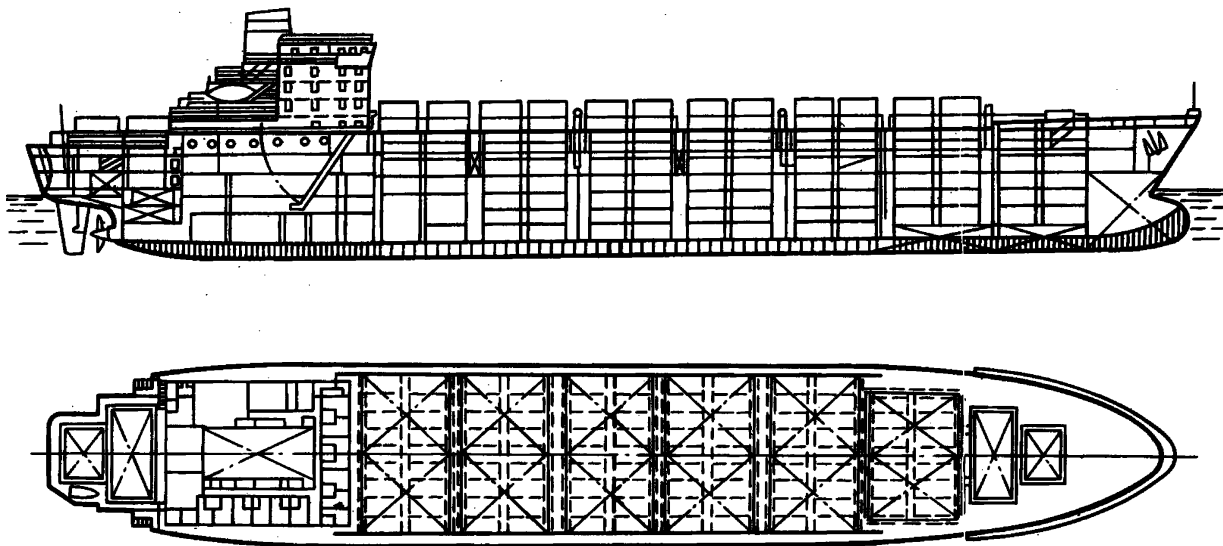


Рис 7.1. Контейнеровоз

Фідерні контейнеровози – це судна місткістю до 400 контейнерів. Особливістю їхньої експлуатації є більша частота заходів у порти, обслуговування дрібних портів, що не мають спеціального перевантажувального устаткування.

Контейнери розміщуються: у трюмах, як правило, розміщують до 9 ярусів по висоті і до 10 рядів по ширині; на палубі - до 5 ярусів по висоті і до 13 рядів по ширині.

При розробці проектів контейнеровозів нових поколінь враховувалися такі обмеження:

- граничні розміри шлюзів Панамського каналу (довжина 298 м, ширина 32,2 м, осадка 12 м);
- гранична потужність одногвинтового судна з дизельною енергетичною установкою не повинна перевищувати 33120 кВт, а для двохгвинтового судна - 66240 кВт, швидкість - до 28 вуз.

Судна, побудовані з урахуванням обмежень по габаритах Панамського каналу, одержали назву «Панамакс».

Ролкери

Залежно від цільового призначення, конструктивних особливостей, регіону плавання і характеру перевозимих вантажів судна накатного типу можна розділити на групи: океанські вантажні ролкери, фідерні ролкери, автомобільно-пасажирські і залізничні пороми, автомобілевози, багатоцільові судна з кормовою апареллю для перевезення накатної техніки і вантажів на площадках (рис. 7.2, 7.3).

Океанські вантажні ролкери – це багато палубні судна з надлишковим надводним бортом (3-5 палуб, місткість вантажних приміщень від 30 до 60 тис. куб. метрів). Ці судна мають наступні вантажні приміщення: верхній твіндек і трюм висотою 3,5 м, на головній палубі і під нею – висотою від 5 до 6,5 м. Для перевезення легкових автомобілів у верхньому твіндеку і на

головній палубі робляться піднімальні платформи (кардеки) з міжпалубною відстанню 1,8 - 2,0 м. Швидкість таких суден від 20 до 26 вуз.

Фідерні ролкери – це, як правило, двопалубні судна місткістю 10 – 15 тис. куб. метрів. Вони розраховані на перевезення і габаритних вантажів, таких як дорожні трейлери, висота вантажних приміщень до 7 м. Ці ролкери використовуються в районах Балтійського, Північного, Середземного морів, Південно Східної Азії, Японії, країн Карибського басейну. У світовому лінійному судноплаванні ролкерна система стикується з залізничним і автомобільним транспортом.

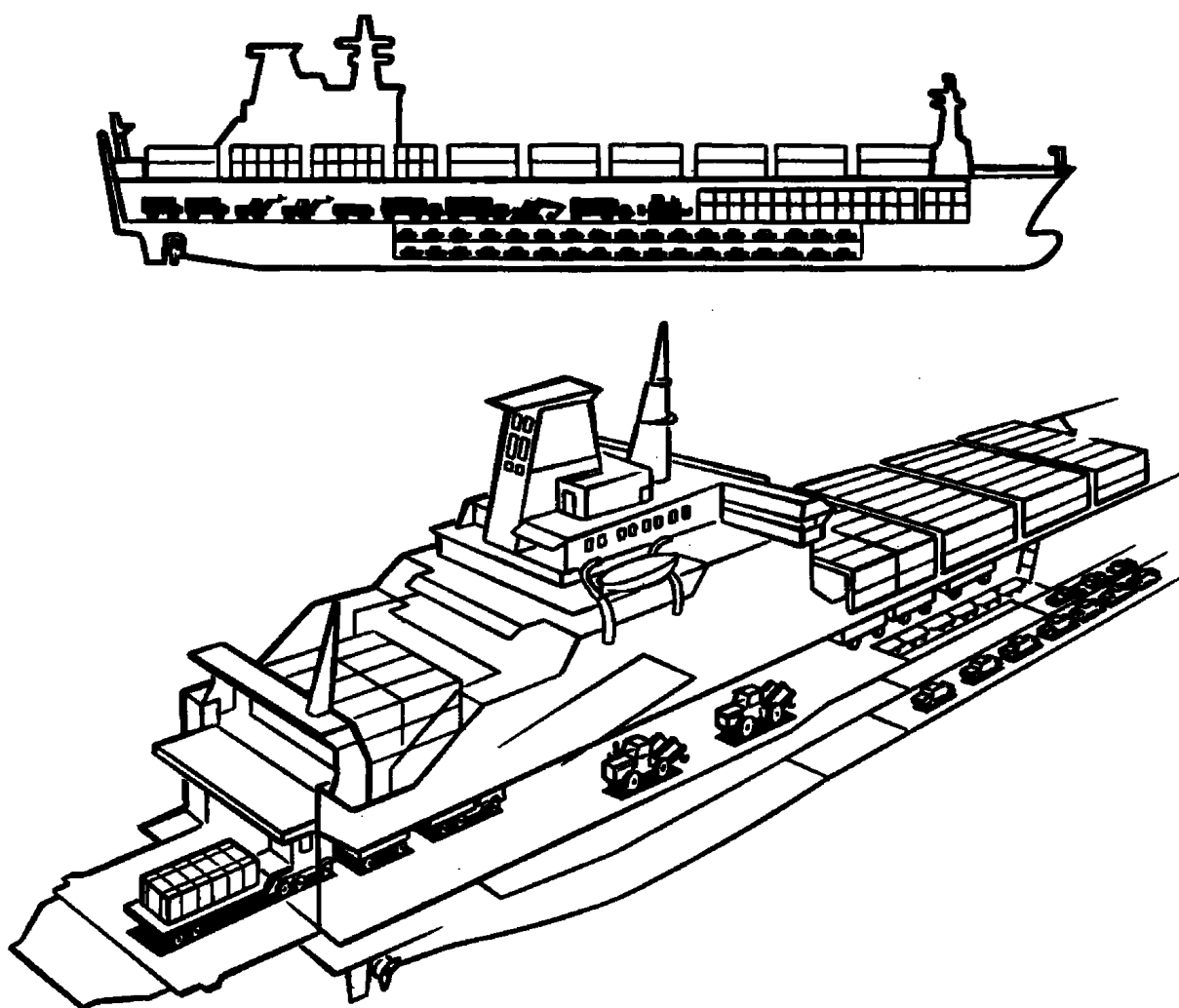


Рис.7.2. Судно типу Ро-Ро

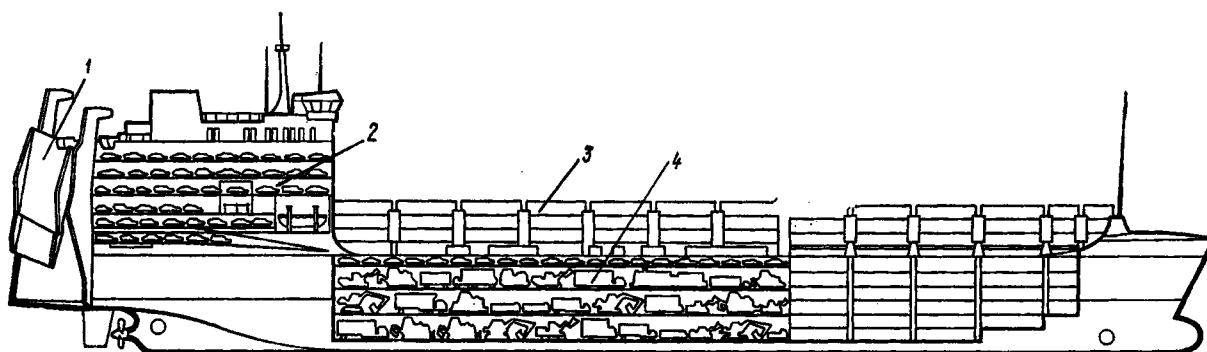


Рис. 7.3. Судно типу Кон-Ро: 1-аппарель; 2 - автомобілі; 3 - контейнери; 4 - накатна техніка

Автомобільно-пасажирські пороми

По способах виконання завантажно-розвантажувальних робіт ці пороми (рис. 7.4.) діляться на:

- двохсторонні човникові із симетричними носом і кормою - завантаження або вивантаження виконується через носові і кормові лацпорти, застосовуються при перевезеннях через затоку, канал або акваторію порту;
- двосторонні зі звичайним носом і кормою, але із двома апарелями, носовий в'їзд, як правило, має піднімальні ворота, кормовий - апарель, можуть бути обладнанні також бортовою апареллю.

По конструктивним типам пороми діляться на однокорпусні, катамарани, судна на повітряній подушці і на підводних крилах. Довжина великих пасажирських паромів може перевищувати 200 м, потужність СЗУ від 40 до 60 тис. кВт.

Залізничні пароми

Судна цього типу (рис. 7.5) включають: пароми, призначені для перевезення залізничних вагонів; пароми для перевезення залізничних вагонів і пасажирів; залізнично-пасажирські пароми з автомобільною палубою. Ці пароми мають устаткування для зчленування з береговою лінією залізничних шляхів, яке розташоване в кормовій частині судна. Вагони можуть розміщатися на першій, другій або третій вагонних палубах. Водотоннажність більшості паромів коливається в межах 2 – 5 тис. т, а великі залізничні пароми можуть мати водотоннажність 10 тис. т і більше, швидкість паромів 11 – 21 вуз.

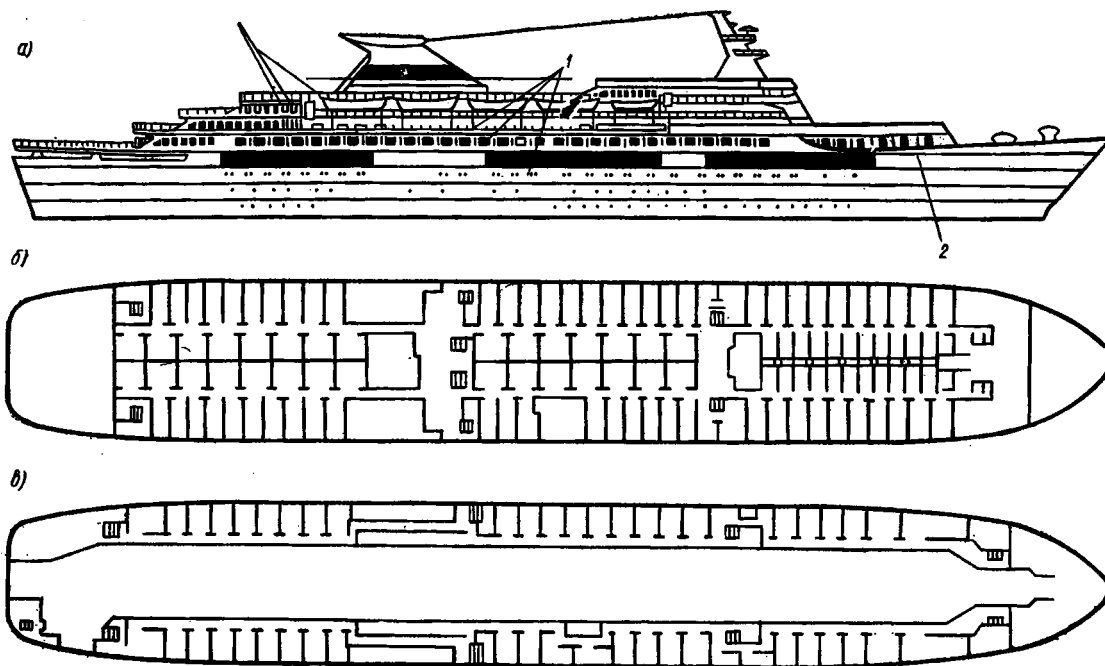


Рис.7.4. Автомобільно-пасажирський паром: а – вид збоку ; б - пасажирські приміщення; в - гаражна палуба; 1 - пасажирські приміщення; 2 - гаражна палуба

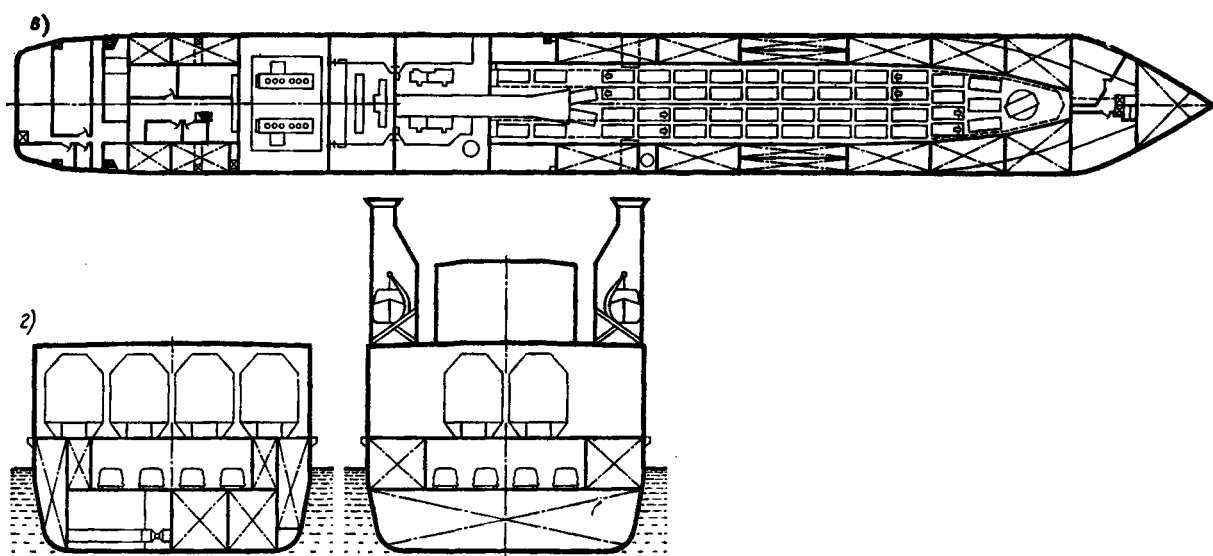


Рис. 7.5. Залізничний паром: а- вид збоку; б- вантажна (вагонна) палуба; в - вантажна автомобільна палуба; м - поперечний розріз вантажних приміщень; 1 - вагонна палуба; 2 - автомобільна палуба

Ліхтеровози

Конструктивні особливості суден-ліхтеровозів залежать від типу ліхтеровозної системи, складовим елементом якої вони вважаються. У кожній ліхтеровозній системі існують три фактори:

- параметри ліхтера, прийнятого за модуль укрупнення;
- тип вантажопідйомного пристрою;
- цільове призначення ліхтеровоза - магістральний або фідерний.

Особливістю ліхтеровозних систем є те, що головні розміри ліхтерів відповідають розмірам річкових барж в районах, які вони обслуговують.

Так, наприклад, ліхтери типу:

ЛЕШ - орієнтовані на параметри рік Європи, включаючи р. Рейн;

Сі-Бі - орієнтовані на параметри американської баржі і баржі

Дунай - Майн;

Бако - використовуються на узбережжі Африки;

Бакат - використовуються на внутрішніх водних шляхах Англії.

Завантаження і вивантаження ліхтерів на ліхтеровозах виконуються таким чином:

- підйом ліхтера з води козловим краном і установка його у відповідний відсік на судні;
- підйом ліхтера з води синхронним ліфтом-підйомником до рівня певної вантажної палуби і переміщення його транспортером до місця установки на судні;
- баластування судна і притоплення вантажної палуби до певного рівня, заведення ліхтерів у док-камеру, потім впливання судна разом із завантаженими ліхтерами після відкачки баласту (*float in / float off*).

Ліхтеровози типу ЛЕШ (lighter aboard ship)

Судно цього типу (рис. 7.6, 7.7) має ячеїстую конструкцію трюмів, козловий кран вантажопідйомністю до 500 т, маса завантаженого ліхтера близько 450 т, розміри ліхтера 18,7 х 9,5 х 2,5 м. Ліхтеровози типу ЛЭШ можуть перевозити і контейнери. У СРСР були побудовані ліхтеровози цього типу «Олексій Косигін» і атомохід «Севморпуть».

Ліхтеровози типу Сі - Бі (Sea Bee)

Обладнані вантажним пристроєм – синхронним ліфтом вантажопідйомністю 2000 т, маса ліхтера з вантажем 1000 т, ліхтер має наступні розміри: $L \times B \times H = 29,7 \times 10,7 \times 3,8$ м. До числа таких ліхтеровозів відносяться т/х «Юліус Фучік» (дедвейт 36 тис. т, довжина 265,5 м, ширина 35 м, осадка 10 м, швидкість 20 вуз.).

Ліхтеровози типу Бако (Barge container)

Перевозять 12 ліхтерів, маса ліхтера 800 т, розміри ліхтера $24,0 \times 9,5 \times 5,1$ м. Судно може мати наступні розміри: дедвейт 21 тис. т, довжина 200 м, ширина 28 м, осадка 6.65 м, швидкість до 15 вуз.

Фідерні контейнеровози ФЛЕШ (Fider lash)

Бувають самохідні і несамохідні, можуть перевозити 12 ліхтерів ЛЕШ або близько 500 контейнерів (рис. 7.8, 7.9)

Тут слід зазначити, що «захоплення» будівництвом ліхтеровозних систем у цей час закінчилося, частина ліхтеровозів була переустаткована під перевезення контейнерів.

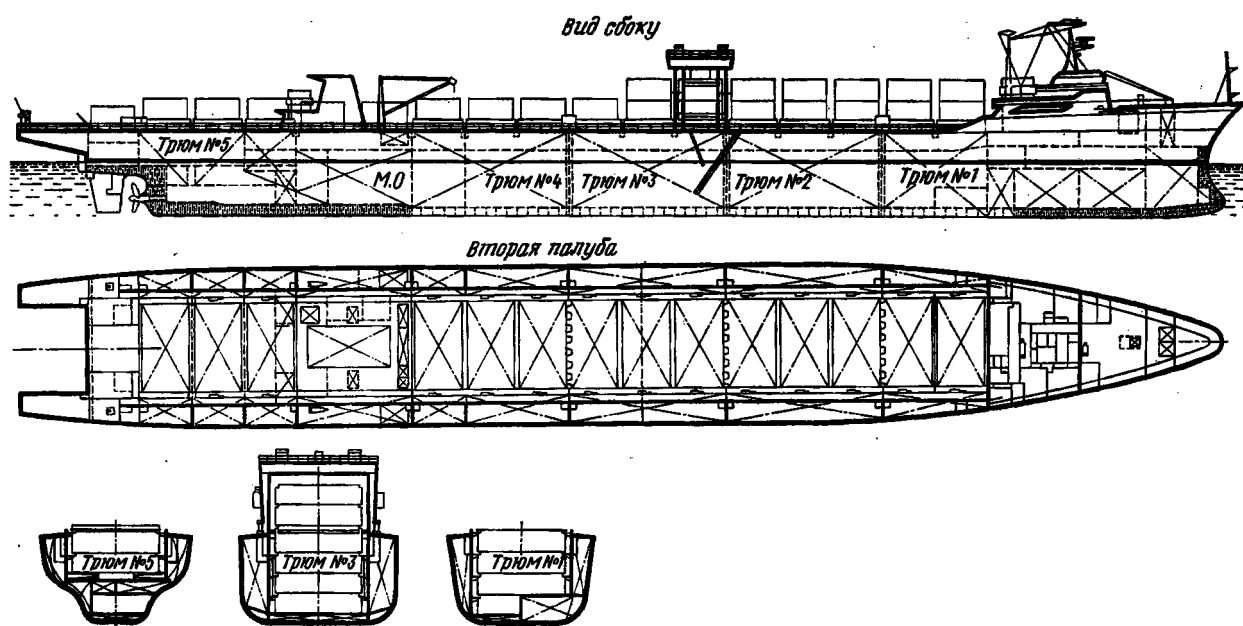


Рис.7.6. Лихтеровоз типа ЛЕИ

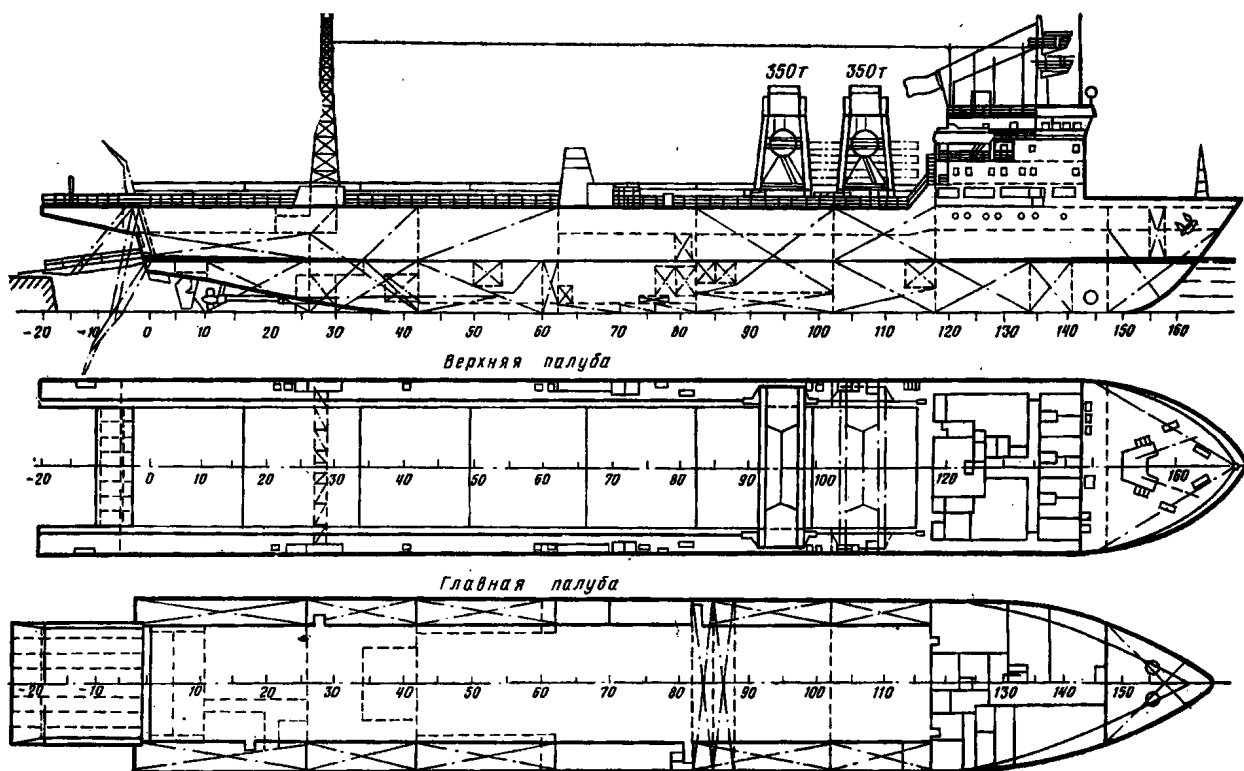


Рис. 7.7. Судно типа Ро - Флоу

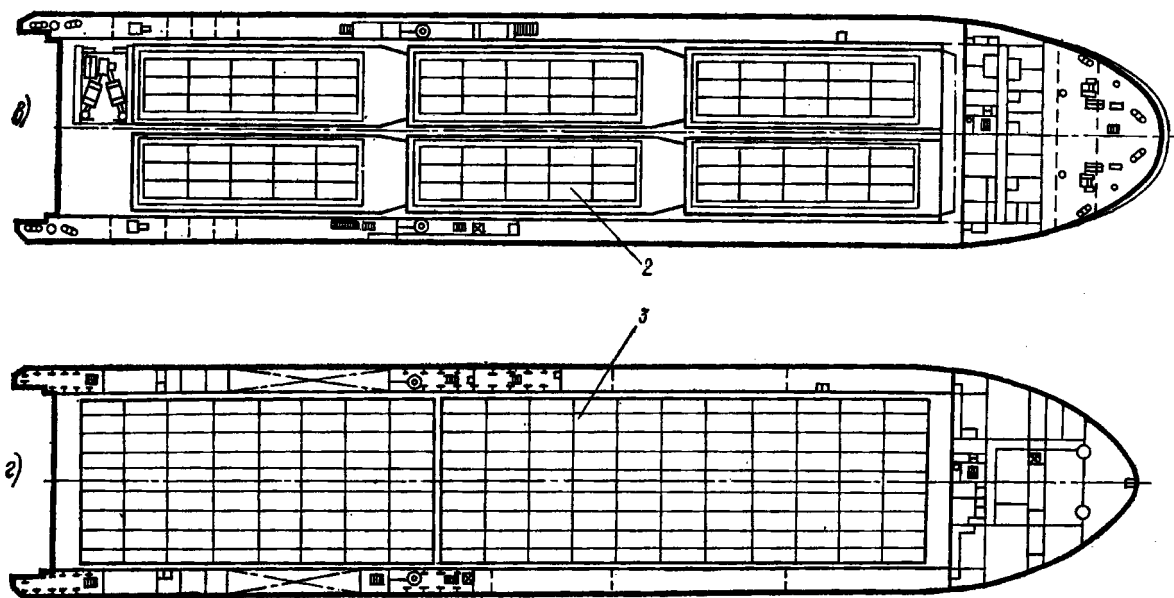


Рис 7.8. Фіндерний ліхтеровоз ЛЕШ -12: 1 - вантажна палуба; 2 - ліхтери; 3 - контейнери

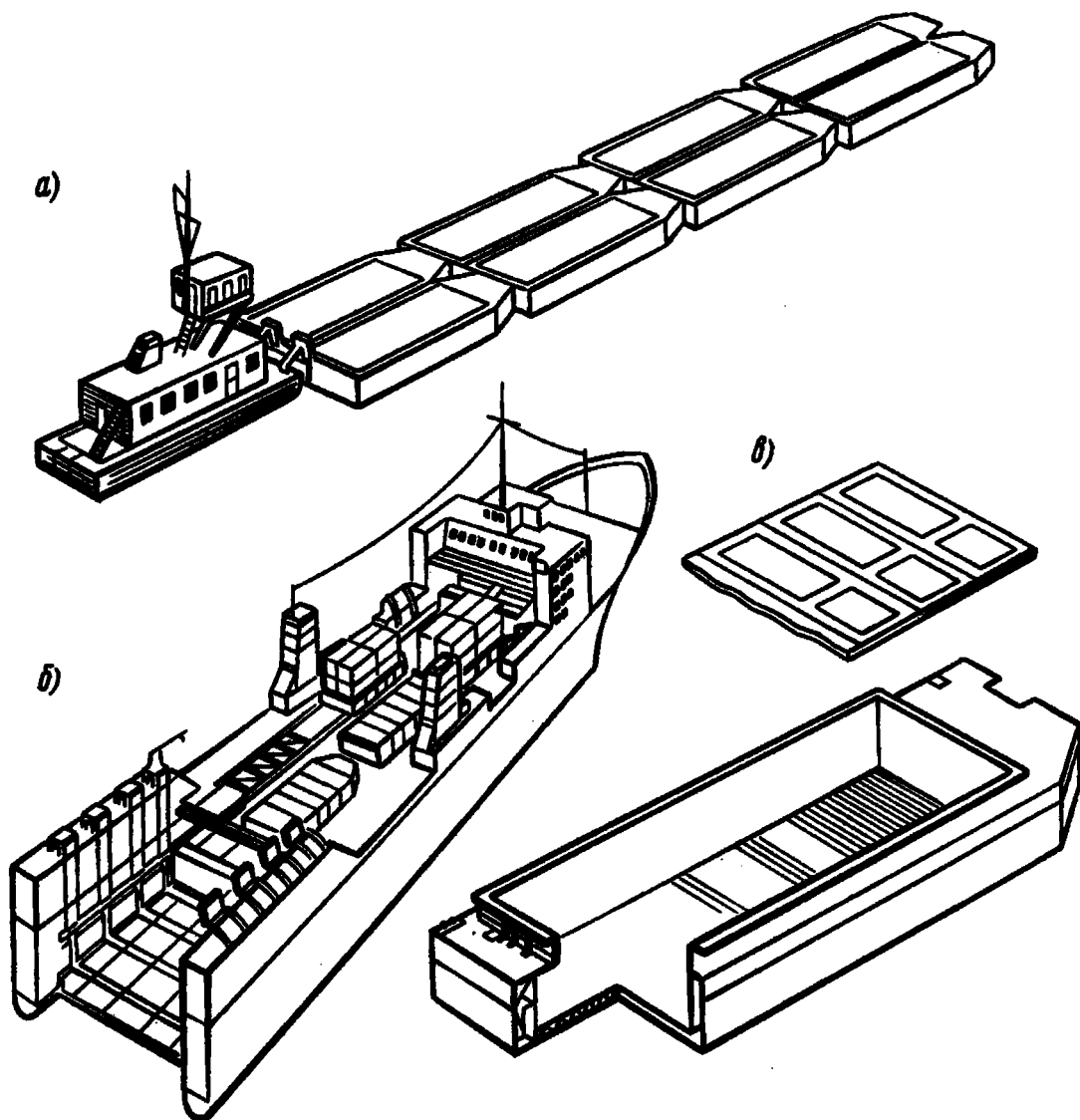


Рис.7.9. Ліхтерна система: а - бурсирний состав ліхтерів; б - ліхтеровоз; в - ліхтер

7.2. Перевезення великогабаритних, великовагових вантажів та рухливої техніки

Під час перевезення на морських судах великогабаритних і великовагових вантажів виникають питання, пов'язані з рішенням проблем, які в істотній мірі залежать від типу і призначення судна, виділеного під перевезення вантажу, однак ряд проблем носить загальний характер для всіх типів суден. Це в першу чергу відноситься до розробки плану рейсу, визначенню технології завантаження і вивантаження великовагового вантажу, розрахунку міцності конструкцій судна, плану розміщення вантажу на судні, встановленню опор або «*постелі*» під вантаж, а також розрахунку міцності засобів кріплення.

Під час перевезення великовагового вантажу на універсальних судах, коли вантаж перевантажується судновими вантажними засобами, адміністрація судна повинна перевірити стан вантажних пристроїв і вантажопідйомних механізмів, які повинні відповідати всім вимогам «*Правил технічної експлуатації*» (ПТЕ) і Правилам Регістра судноплавства.

Для роботи з великоваговими вантажами допускаються тільки ті особи, які мають відповідну кваліфікацію, що пройшли інструктаж на робочому місці й не молодші 18 років.

До початку вантажних робіт всі водяні і паливні танки повинні бути порожніми або повністю заповненими для запобігання створення вільної поверхні і переливання рідини в наполовину заповнених танках.

При підготовці до підйому великоваговий вантаж повинен бути правильно застроплений. Для цього відправник вантажу при підготовці вантажу до перевезення повинен указати місця застропки. При застропці варто вживати заходів, щоб стропи не зісковзнули зі своїх місць, а також виключалася можливість перерізання їх гострими ребрами вантажних місць. Довжина стропів повинна забезпечувати можливість переносу вантажу через фальшборт судна і комінгс люка. При підйомі вантажу не слід допускати перекосів і нахилів вантажу, особливо якщо вантаж упакований у ящик. Піднімати такий великоваговий ящик можна тільки при вертикальному положенні стропів.

При розміщенні великовагових вантажів на палубі судна необхідно їх розташовувати по можливості на більшу кількість бімсів і флор. Якщо для підкладки використовується дерев'яний брус, то його укладають уздовж бімсів, тому що укладання його на палубу може викликати її прогин. При укладанні великовагових і великогабаритних вантажів на судні повинен бути забезпечений доступ до кожного вантажного місця, а також до палубних механізмів. Таке розміщення вантажу дозволяє надійно його закріпити і вести постійне спостереження за станом кріплення в рейсі.

Під час перевезення великовагових вантажів на спеціалізованих судах використовуються три методи завантаження: вертикальний, горизонтальний і метод докування судна. Вибір методу завантаження залежить від оснащення судна засобами перевантаження.

Судна з вертикальним методом перевантаження обладнуються козловими кранами або великоваговими стрілами вантажопідйомністю до 350 т. Ці судна повинні мати баластові танки, достатні для забезпечення остійності при всіх варіантах завантаження судна.

Судна з горизонтальним методом завантаження обладнуються апарелями, які розраховані на вагове навантаження до 600 т. При такому варіанті завантаження/вивантаження використовуються багатоосні площадки. Крім загального навантаження на палубу, вказується і максимально припустиме навантаження на вісь, причому, як при русі вантажу по самій апарелі, так і на палубах судна.

Важливими елементами, які необхідно враховувати при завантаженні великовагових і великогабаритних вантажів на судно методом накату, є розміри воріт апарелей, а також кут нахилу апарелей і пандусів.

Судна з доковим варіантом перевантаження великовагових вантажів застосовують спеціальні ліхтери вантажопідйомністю до 1500 т або використовують плавучість самого об'єкта перевезення, наприклад, котли, ректифікаційні колони нафтопереробних заводів, які можуть вантажитися на судно, будучи на плаву, без понтонів. Для виконання завантаження судно спочатку протоплюється з використанням баластових танків, а потім, прийнявши на борт вантаж і закріпивши його, спливає.

У складі Світового флоту зараз експлуатуються судна типу «Ро-Флоу», які можуть забезпечити проведення вантажних операцій всіма трьома способами.

До початку перевезення великовагових вантажів необхідно підготувати план послідовності виконання всіх операцій: підготовки об'єкта до перевезення, його завантаження на судно, закріплення об'єкта в трюмі судна і забезпечення безпеки перевезення при переході судна морем, вивантаження в порту призначення.

З огляду на вищевикладені особливості перевезення великогабаритних і великовагових вантажів, при їхньому перевезенні адміністрація судна повинна керуватися *«Правилами безпеки морського перевезення великогабаритних і великовагових вантажів» (ВГВ)*.

Ці правила містять у собі наступні категорії вантажів.

Великогабаритні вантажі (ВГВ) – вантажні місця, один з розмірів яких перевищує габарит завантаження рухливого складу залізниць по: довжині – 14 м; ширині (або діаметру) – 3,4 м; висоті – 3,4 м.

Великовагові вантажі (ВВ) – вантажні місця масою більше 35 т; розміри яких менше зазначених параметрів великогабаритних вантажів.

Перед початком завантаження представники порту і судна повинні виконати розмітку місць розміщення вантажів на судні відповідно до розробленої схеми розміщення. Адміністрації судна і порту відповідають за кріплення вантажу відповідно до проекту морського перевезення або погодженою схемою кріплення. Всі зміни в розміщенні вантажу повинні узгоджуватись з розроблювачем проекту або схеми.

Засоби кріплення повинні бути в справному стані, без видимих пошкоджень, відповідати вимогам РД 31.21.95 - 87 *«Засоби багатооборотні*

для кріплення вантажів на морських судах» і мати сертифікати і інші документи, що підтверджують випробування їх на припустимі робочі навантаження.

Кріплення ВГВ повинне виконуватись з урахуванням наступних факторів:

- тривалості рейса;
- географічного району плавання;
- очікуваних гідрометеорологічних умов плавання;
- розмірів, типу і характеристик судна;
- типу і упакування вантажних місць;
- планованого порядку розміщення вантажних місць;
- маси і габаритних розмірів вантажних місць.

Найтови, якими кріплять ВГВ, не повинні мати слабину. При цьому талрепи повинні мати запас не менш половини робочого ходу для натягу найтових протягом рейса. Роботи із кріплення ВГВ повинні бути оформлені актом організації-виконавця робіт і прийняті судновою адміністрацією.

Під час переходу морем суднова адміністрація повинна вибирати курс і швидкість руху судна, використовуючи прогнози і карти погоди, попередження гідрометеоцентрів таким чином, щоб уникнути зустрічі з хвилями 3% забезпеченості висотою більше, ніж це передбачено проектом перевезення. У процесі перевезення морем можуть виникати обставини, які будуть сприяти пошкодженню, а у виняткових випадках, втраті вантажу, а саме:

- стрімка хитавиця, викликана надлишковою остійністю;
- ослаблення найтових і інших кріплень від вібрації корпусу судна;
- обледеніння вантажів, палуби і ін.

Для забезпечення збереження вантажів і безпеки судна під час переходу рекомендується:

- здійснювати регулярний візуальний контроль за станом вантажу;
- щодня перевіряти стан найтових і вибирати їхню слабіну;
- при виявленні обриву найтових, твердих кріплень або зсуві вантажу змінити курс і швидкість судна з метою зменшення хитавиці і зробити додаткове кріплення вантажу з дотриманням всіх запобіжних заходів;
- при необхідності, прослідувати в найближчий порт-притулок або під захист берега для виконання всього комплексу робіт з усунення пошкоджень; робити ретельну оцінку впливу на судно вітру і хвилювання перед вибором варіанта маневрування судна;
- витрату суднових запасів робити рівномірно з обох бортів з мінімального числа танків для зменшення площі вільної поверхні рідини в танках і цистернах;
- рухатись зі швидкістю, яка виключає слемінг і сильну вібрацію.

При можливості капітанові судна варто уникати плавання в штормових умовах, особливо на попутному хвилюванні, а при погіршенні погоди і наявності небезпеки для судна необхідно сховатися в портах – сховищах.

Перевезення рухливої техніки

Для перевезення рухливої (колісної) техніки можуть бути використані різні типи суден: спеціалізовані судна-автомобілевози, судна типу Ро-Ро, багатоцільові і універсальні судна.

Згідно «Правил безпеки морського перевезення рухливої техніки» (РД 31.11.21.19-96) у категорію рухливої техніки, перевозимої на морських судах, входять:

самохідна техніка (СТ) – легкові і вантажні автомобілі, трактори, екскаватори, підйомно-транспортні, будівельні, дорожні, сільськогосподарські і інші колісні (КТ) і гусеничні (ГТ) самохідні машини;

причіп (трейлер) (ПР) – високо – або низькорамна причіпна платформа, що має осі спереду і позаду, використовується для транспортування вантажів по магістральних дорогах (магістральний транспортний засіб);

напівпричіп (семитрейлер) (НП) – високорамна платформа, що має тільки задню вісь, з опорою передньої частини на сидельний пристрій тягача, з'єднується з ним шкорнем, використовується для транспортування вантажу по магістральним дорогах;

автопоїзд (АП) –автомобіль з одним або двома причепами на жорсткому зчепі. Для розрахунку засобів кріплення кожна ланка автопоїзда розглядається як окремий транспортний засіб;

зчленований автопоїзд (ЗП) – комбінація тягача з напівприцепом;

комбінація транспортних засобів (КТЗ) – означає автомобіль, з'єднаний з одним або більше буксируємими транспортними засобами. Для розрахунку засобів кріплення кожна ланка комбінації розглядається як окремий транспортний засіб;

ролл-трейлер (РТ) – низькорамний напівпричіп без гальм і сигнальних вогнів, який з'єднується з тягачем спеціальним пристроєм – гузнеком, використовується для транспортування і зберігання вантажів на території порту і на судах.

Рухливі засоби укрупнення вантажу представлені на рис. 7.10.

Для уніфікації розміщення і кріплення вся рухлива техніка розбита на групи по масі з інтервалом 2 т: група 1 - маса до 2 т, група 10 - маса 18 - 20 т. Відповідно до цієї розбивки в «Правилах» дані схеми кріплення автотехніки з врахуванням використання багатаоборотних або разових засобів кріплення.

Залежно від судна, що виділяється під перевезення, застосовуються різні схеми виконання завантаження/вивантаження, розміщення і кріплення вантажу. Крім того враховується, який вид палива використовується на конкретному виді самохідної техніки, якщо завантаження виконується «своїм ходом».

Із цього погляду самохідну техніку підрозділяють на два підкласи.

Підклас 3.3 – легкозаймисті рідини типу бензину з температурою спалаху від +23° до +67°.

Підклас 9.2 – горючі рідини типу дизельного палива з температурою спалаху від +61° до +100°.

Спеціалізовані судна-автомобілевози мають відповідне технічне устаткування, яке забезпечує швидке завантаження, розміщення і кріплення, а також обслуговування самохідної техніки. Вони обладнані системою вентилявання вантажних палуб, пожежною сигналізацією і засобами пожежогасіння.

Під час виконання вантажних операцій на спеціалізованих судах екіпаж повинен забезпечити:

- раціональне розміщення рухливої техніки на судні;
- облік кількості рухливої техніки на судні і її загальну масу;
- кріплення вантажу відповідно до вимог правил;
- вентилявання вантажних приміщень.

Характерною рисою вантажних приміщень автомобілевозів є наявність великої кількості вантажних палуб, загальне число яких може досягати 12. Міжпалубний простір може мати висоту від 1,6 м до 6,2 м. Автомобілевози завжди мають дві апарелі: кормову і бортову, а у вантажних приміщеннях всі палуби зв'язані між собою пандусами, піднімальними рампами і ліфтами-підйомниками.

План розміщення і кріплення рухливої техніки на судах розробляється портом завантаження разом з вантажним планом на основі типових схем, приведених в *«Правилах»* і у судовому *«Наставлінні по кріпленню вантажів»*. Ці плани повинні узгоджуватися зі службою пожежної охорони порту і затверджується капітаном судна.

При розробці схем розміщення рухливої техніки необхідно враховувати, що:

- рухлива техніка повинна розташовуватися переважно уздовж судна;
- бортові автомобілі і причепи допускається розміщувати в 1 - 2 яруси; у другому ярусі на бортових автомобілях і причепах допускається розміщати легкові автомобілі, легкі причепи і інші види рухливої техніки, маса яких не перевищує вантажопідйомності автомобілів першого ярусу.

Відстань між окремими одиницями *РТ* повинна бути не менше: 0,6 м - для автобусів і тролейбусів; 0,1 - 0,3 м - між бортами легкових автомобілів і всіх інших видів *РТ*; 0,1 м - по довжині *РТ*. У всіх випадках величина зазору повинна забезпечувати можливість і зручність кріплення *РТ*.

При розміщенні рухливої техніки необхідно передбачити проходи, у тому числі по периметрі трюму шириною близько 0,6 м, а по кількості не менше одного проходу уздовж і одного поперек судна на універсальних і пасажирських судах (від борта до борта) у кожному окремому вантажному приміщенні; на судах типу Ро-Ро - один уздовж і два проходи поперек від борта до борта.

Розміщення ролл-трейлерів і причепів (напівпричепів). Ролл-трейлери і причепи повинні перевозитися тільки на спеціалізованих судах типу Ро-Ро або на автопасажирських поромках. Розміщувати *РТ* необхідно уздовж судна, залишаючи відстань між окремими вантажними місцями не менш 30 см у поперечному і не менш 60 см у поздовжньому напрямках.

Буксирувати *РТ* по палубах і пандусах судна допускається тільки на жорсткому зчепі. Швидкість руху тягачів з вантажем на підйомах по пандусах і апарелях судна не повинна перевищувати 8 км/г.

Кожне спеціалізоване судно повинне мати схему розміщення і кріплення рухливої техніки, а сама рухлива техніка повинна бути пристосована для кріплення на судні. У зв'язку з цим *ІМО* була розроблена резолюція *A14/Res-581*, розділ 5, вимоги якого наступні:

- транспортні засоби, які використовуються для перевезення на паромно-пасажирських судах і судах Ро-Ро, повинні бути спеціально пристосовані для цієї мети;
- місця кріплення на магістральних транспортних засобах повинні бути спроектовані для кріплення рухливої техніки на судні і мати отвори, які дозволяють закріпити тільки один найтов. Місця кріплення на палубі і отвори на транспортних засобах повинні забезпечувати можливість вирівнювання напрямку найтова на палубі;
- з кожної сторони транспортного засобу повинне бути не менш двох і не більше шести місць кріплення залежно від умов розміщення і кріплення.

При масі *РТ* від 3,5 до 20 т максимальне число місць кріплення з кожної сторони повинне рівнятися 2, при масі *РТ* від 20 до 30 т - 3 місце кріплення, якщо маса *РТ* більше 30 т, то з кожної сторони повинне бути 4 місця кріплення.

Судна, які виділяються для перевезення рухливої техніки, повинні бути забезпечені «*Наставлінням по кріпленню вантажів*». Палуби судна, призначеного для перевезення рухливої техніки, повинні бути обладнані місцями кріплення найтов. При цьому, відстань між місцями кріплення в поздовжньому напрямку не повинна перевищувати 2,5 м, поперечна відстань між місцями кріплення повинна бути не менш 2,8 м і не більше 3,0 м. Мінімальна міцність кожного місця без залишкових деформацій повинна становити 120 кН.

На рис. 7.11 представлений набір засобів кріплення вантажу на судах типу Ро-Ро.

На ролкерах, як і на автомобілевозах, де завантаження самохідної техніки виконується своїм ходом або методом буксирування, і при цьому використовується велика кількість тягачів і завантажувачів, відбувається підвищення концентрації вибухонебезпечних і шкідливих парів і газів. Через те що при вантажних операціях виникає інтенсивний рух автотехніки, то у вантажних приміщеннях судна загазованість вихлопними газами і парами палива може досягати граничних концентрацій. Випускні гази працюючої техніки з двигунами внутрішнього згоряння складаються з наступних елементів: CO_2 – 8 ... 15%, NO_2 – 0,1 ... 0,5%, діоксид сірки до 0,004% і ін.

Для розрахунків режимів вентилювання вантажних приміщень варто брати верхню межу концентрацій.

Урядові органи ряду країн встановили гранично припустимі норми загазованості вантажних приміщень при роботі в них завантажувальної техніки і переміщенні колісної техніки.

1. Швеція – CO_2 – 60 мг/м³, NO_2 – 5 мг/м³.
2. Норвегія – CO_2 – 60 мг/м³, NO_2 – 5 мг/м³.
3. США – CO_2 – 50 мг/м³, NO_2 – 3 мг/м³.
4. Росія – CO_2 – 20 мг/м³, NO_2 – 3 мг/м³.

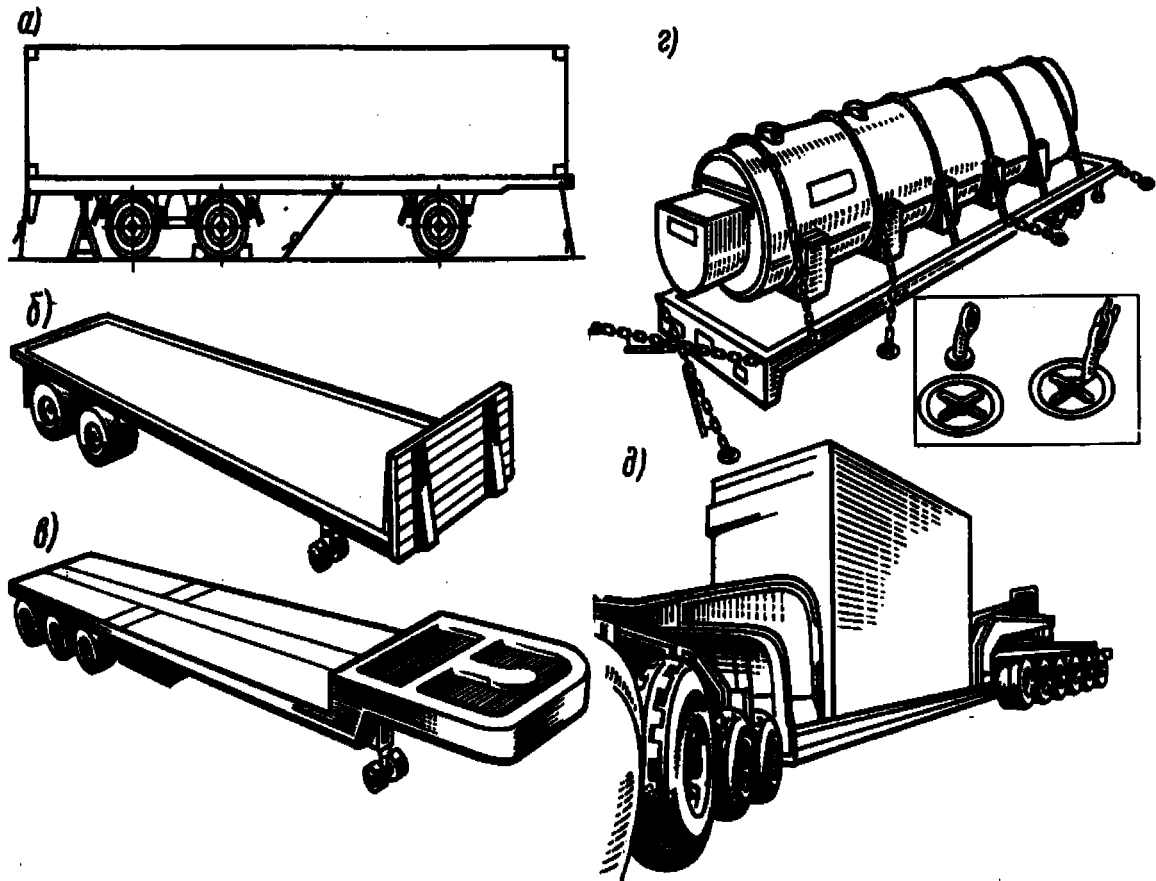


Рис 7.10. Рухливі засоби укрупнення вантажу і кріплення їх на судні: а - трейлер; б і в - ролл-трейлери; м - кріплення ролл-трейлера з вантажем на судні; д - завантаження великовагового поїзда на спеціальній рухливій платформі

На ролкерах об'єми вантажних приміщень досягають 60 тис. м³ і більше, при цьому об'єми окремих вантажних приміщень, не розділених на відсіки, у ряді випадків досягають 20–40 тис. м³. А оскільки існують вимоги забезпечити до 20-ти кратний обмін при вентиляванні вантажних приміщень, то необхідно забезпечити подачу повітря об'ємом до 1 млн. м³/г.

Розробкою вимог до систем вентилявання трюмів ролкерів займалася спеціальна робоча група підкомітету ІМО. Були вироблені наступні рекомендації:

- вентиляційна система повинна бути роздільною для кожного вантажного приміщення і повинна виключати утворення застійних зон,

повітряних ям і розшарування повітряної маси, схема повинна забезпечувати швидке і ефективне перекриття вентиляційних каналів у випадку пожежі або аварійних ситуацій;

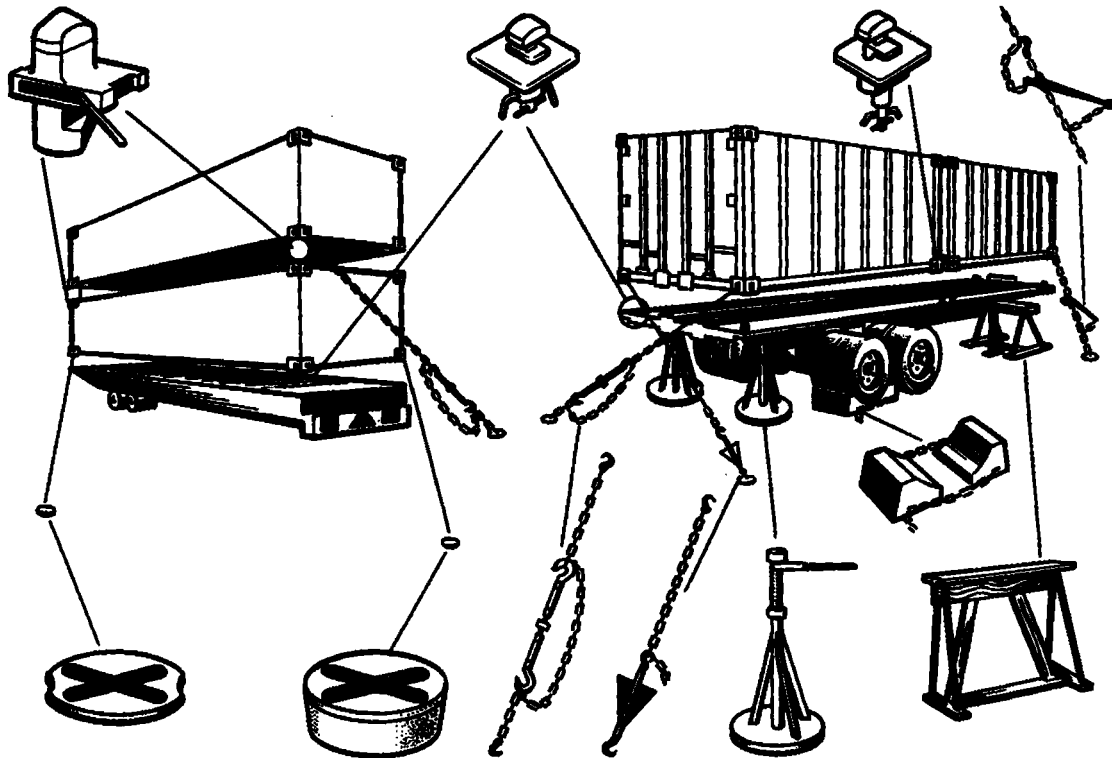


Рис.7.11. Набір засобів кріплення вантажу на суднах типу Ро-Ро

- вентилятори повинні забезпечувати постійну роботу в період перебування самохідної техніки на борту судна, а в тих випадках, коли це недоцільно, допускається робота вентиляційної системи щодоби обмежений час, але в кожному разі повинне бути забезпечене вентилявання вантажних приміщень до рівня встановлених безпечних меж, особливо перед початком вантажних робіт;
- закриті вантажні приміщення, призначені для перевезення самохідної техніки, повинні бути забезпечені не менш чим 6 - кратним обміном повітря в годину з розрахунку на порожній трюм;
- вентиляційні шахти, канали і заслінки повинні бути виготовлені зі сталі.

В останні роки була розроблена спеціальна вентиляційна система для ролкерів «*Dirivent*», що містить у собі дві незалежні вентиляційні системи: основну і допоміжну. Основна система забезпечує подачу свіжого повітря у вантажні приміщення і видалення з них відпрацьованих газів. Допоміжна система призначена для «перемішування» повітря в трюмі і ліквідації в такий спосіб «застійних зон». Вентилятори основної системи розташовані не по всій довжині вантажного приміщення, а лише в носовій і кормовій частинах судна. Повітряні канали і вентилятори допоміжної системи розташовуються під палубою вантажних трюмів. Спеціальні сопла розташовуються під кутом 45° до вертикалі.

Спеціалізовані судна, що перевозять *РТ* із паливом у баках з температурою спалаху менш $+61^{\circ}\text{C}$, повинні бути обладнані системою вентилявання трюмів, яка забезпечує кратність не менш 5–6 обмінів за годину.

Якщо перевезення виконується на універсальних судах, то під час перевезення *РТ*, що працює на бензині, варто використати відсіки, не суміжні з машинним відділенням (*МВ*). Перевезення такої *РТ* у приміщеннях, суміжних з *МВ*, допускається тільки в тому випадку, коли між цими приміщеннями є каффердами, цистерни або інші службові приміщення.

У вантажних приміщеннях, призначених для перевезення *РТ*, стаціонарне і переносне електроустаткування, що розташовується в зоні висотою до 45 см над настилом, де розміщується *РТ*, і витяжних вентиляційних каналів, повинне бути виконане у вибухово – захисному виконанні, а в інших місцях вантажного приміщення воно може бути встановлене у водозахисному виконанні.

Якщо яке-небудь електроустаткування (кабель, електродвигуни, електричні апарати, прилади, світильники і ін.) у вантажному приміщенні не відповідають перерахованим вище вимогам, то воно повинно бути відключене на розподільному щиті, а також необхідно прийняти міри, щоб запобігти його випадковому включенню.

Вантажні приміщення, які призначені під перевезення *РТ*, повинні бути обладнані водяною пожежною системою, а також однією з наступних систем:

- водяного розпилювання і водяних завіс;
- пінного і парового гасіння;
- інертного газу;
- вуглекислотного гасіння.

Судно повинне бути забезпечене вогнегасниками з розрахунку 1 шт. на кожні 150 м^2 палуби вантажного приміщення, призначеного для перевезення рухливої техніки. Крім цього на судні повинне бути не менш трьох комплектів спорядження для пожежних з автономним дихальним апаратом. Кожне вантажне приміщення повинне обладнатися установками автоматичної пожежної сигналізації (*УАПС*).

Приймання і здача автомашин і інших транспортних засобів виконується при зовнішньому огляді і з перевіркою цілісності пломб на дверях кабіни. Якщо є пошкодження корпусу або інших деталей, то необхідно скласти акт огляду пошкоджень, у якому відмічаються всі виявлені дефекти, пошкодження, а також відсутні деталі і запасні частини.

Якщо такі поломки і дефекти не були виявлені при завантаженні, то відповідальність за виявлені в порту вивантаження пошкодження лягає на судно.

7.3. Перевезення рухливої техніки на універсальних судах

Значна частина рухливої техніки перевозиться на спеціалізованих судах типу Ро-Ро. Разом з тим така техніка невеликими партіями в 200 - 300 т перевозиться на універсальних судах, що не мають спеціальних засобів

кріплення. У цих випадках техніку кріплять сталевим канатом з використанням талрепів і затискачів. Таке кріплення окремих одиниць невеликої маси вимагає багато часу і економічно не вигідно. Забезпечення ж суден спеціалізованими багатооборотними засобами кріплення недоцільно через їхню високу вартість і дефіцит. Такі багатооборотні засоби кріплення доцільно використати на лініях довжиною близько 2000 миль зі стійким вантажопотоком рухливої техніки. У всіх інших випадках варто використати разові засоби кріплення, такі як дрiт, ланцюги, пенькові і синтетичні канати. Ці разові засоби можна використовувати як для групового, так і для індивідуального кріплення техніки.

При груповому кріпленні можливі два варіанти: по першому - для кріплення застосовується тільки дрiт або канат; по другому - рухливу техніку кріплять дротом або канатом до сталевго каната або ланцюга, який натягають у вантажних приміщеннях або на палубі поперек судна. При такому кріпленні доцільний наступний порядок виконання робіт.

Від бухти (мотка) дроту відрізають шматок довжиною, рівною відстані між місцями кріплення і числу ниток, плюс 1 - 1,5 м для закруглення в місцях кріплення і закріплення кінців. Дрiт пропускають через місця кріплення, туго обтягають, а кінці обертають 2 - 3 рази навколо обв'язки, що утворилася. При парній кількості ниток (4 і більше) для роботи відрізок найтова складають удвічі і пропускають через місця кріплення. Найтов скручують ломиком (свайкою), яку вставляють у середині його довжини. При тугій витяжці дротового найтова статичне зусилля на ньому повинне бути 200, 400, 600, 800 кгс при числі ниток 2, 4, 6, 8 відповідно.

При груповому кріпленні з використанням сталевго каната на ньому в завчасно обраних місцях установлюють затискачі (рис. 7.12). Дротовий найтов протягується через затискач або скобу, вставлену в затискач. Закріплюють кінці дроту закручуванням гайок затискача, а у випадку застосування додаткової скоби - звичайним порядком, як у місці кріплення.

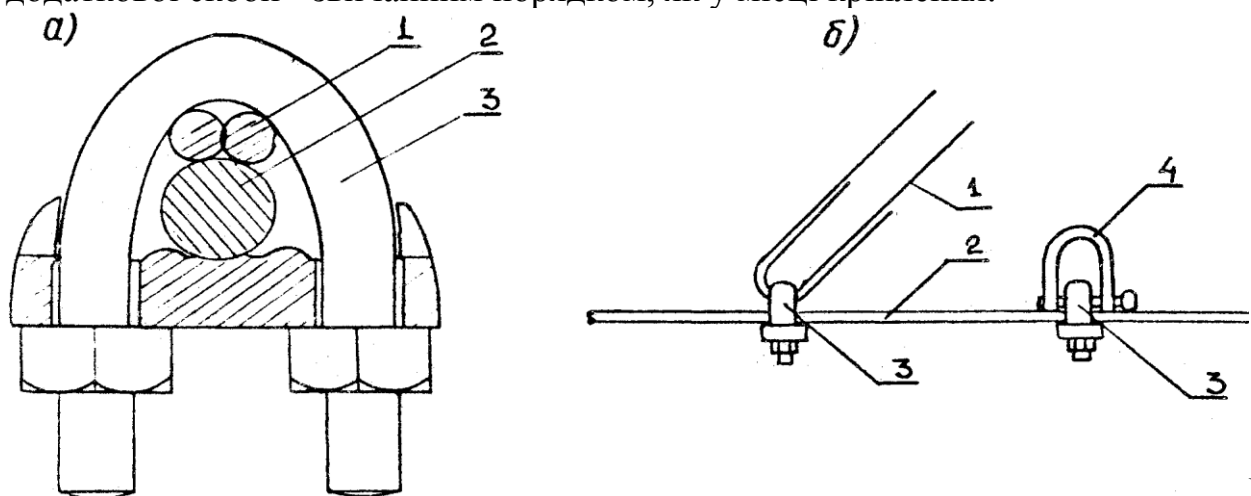


Рис.7.12. Установка зажиму (скобы) на стальном канате: а – поперечный переріз в місці установки зажиму; б – вид збоку; 1 – проволока; 2 – стальной канат; 3 – зажим; 4 – скоба.

Варто пам'ятати, що зрушуюча сила, діюча на дротовий найтов від одиниці рухливої техніки, не повинна перевищувати утримуючу силу затискача, який

установлено на сталевому канаті. При цьому варто мати на увазі, що утримуюча сила затискача, розрахованого на сталевий канат діаметром 15-17 мм, дорівнює 800 кгс, діаметром 20-22 мм - 2800 кгс.

Рекомендується за умовами трудозатрат і технологічності кріплення застосовувати дріт діаметром 4-6 мм (катанку), кількість ниток 2-6, відстань між місцями кріплення до 1,2-1,5 м.

При використанні для кріплення пенькового або синтетичного каната кінці його зв'язують прямим або рифовим вузлом для швидкого розв'язання. Канат скручують дерев'яним важелем, що залишають у найтові в закріпленому положенні. Досвід показує, що для цієї мети доцільно використати канат товщиною (по окружності) 30-50 мм, кількість ниток може бути 2-6, відстань між місцями кріплення біля метра.

Навантаження на найтов можна визначити по формулі

$$q = \frac{kP}{n \cos \alpha}, \text{ кгс (кН)}, \quad (7.1)$$

де P – маса рухливої техніки, кг; k – питома величина рушійних сил, дорівнює при розміщенні техніки на палубі 0,67, при розміщенні техніки на пневмоході у вантажному приміщенні 0,20 і гусеничної техніки на дерев'яних підкладках 0,38; α – кут між найтовом і площиною палуби n ; – число найтових з однієї сторони вантажу.

Найтов вибирають залежно від діючого і допустимого навантаження. Останнє, залежно від параметра дроту або каната, установлюють по сертифікатах або нормативно-технічних документах на дріт і канати. Якщо в них приводиться руйнівне навантаження, то його зменшують на коефіцієнт запасу міцності, рівному 4,5 – для дроту, 3 – для сталевих і 4 – для пенькових (синтетичних) канатів.

При груповому кріпленні техніки сталевими канатами міцність і параметри дротового найтова визначається як при індивідуальному кріпленні.

На верхній палубі техніка розміщується і кріпиться так само, як у вантажному приміщенні, при цьому допускається викоритовувати дріт і рослинний канат.

Такі способи кріплення рухливої техніки на універсальних суднах, коли застосовуються разові засоби кріплення, відрізняються простотою і низькою вартістю. На судні досить мати дріт діаметром 4-6 мм, кілька ломиків і спеціальні ножиці для різання дроту, а також сталевий канат діаметром 18-22 мм, талрепи і затискачі.

7.4. Перевезення великовагової техніки на ролл – трейлерах

З кожним роком ростуть перевезення великовагової і великогабаритної техніки, такої як: бульдозери, трубоукладачі, екскаватори і ін. Їх перевозять на 40-футових ролл-трейлерах переважно в законсервованому стані, зі знятим устаткуванням (кран-балками, ножами, стрілами), які транспортується на таких же ролл-трейлерах як окреме вантажне місце.

Основні технічні дані про вантаж, наприклад, бульдозер і трубоукладач фірми «Камацу» наведені нижче:

1. Бульдозер(Д-355-А-3): довжина - 5,91 м, ширина - 3,04 м, висота разом з ролл-трейлером - 3,82 м, відстань ЦВ від палуби 2,22 м, вага з устаткуванням і ролл-трейлером 465 кН;
2. Трубоукладач(Д-355-С-3): довжина - 6,58 м, ширина - 3,49 м, висота разом з ролл-трейлером 4,07 м, відстань ЦВ від палуби 2,30 м, вага з устаткуванням і ролл-трейлером 516 кН.

Бульдозери і трубоукладачі разом зі знятим з них устаткуванням установлюються на 40-футових ролл-трейлерах. По ширині бульдозери і трубоукладачі виступають за габарити ролл-трейлера (ширина ролл-трейлера 2,50 м). Тому для їхньої установки поперек ролл-трейлера під гусеничні траки укладають 11 дерев'яних брусів розміром 3600х25х12 мм, на які по довжині гусениць - дощатий настил розміром 3500х40х20 мм. Устаткування, зняте з техніки, установлюється на ролл-трейлерах без яких-небудь додаткових настилів (рис. 7.13).

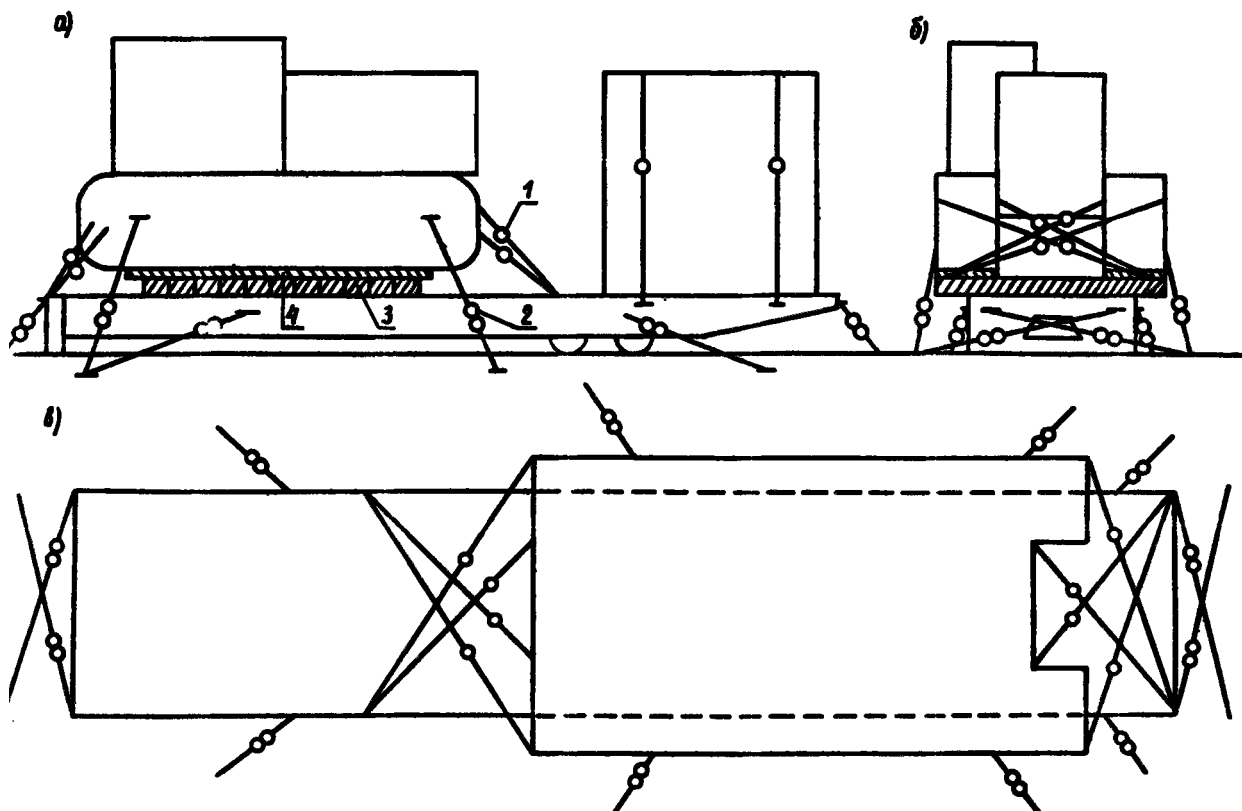


Рис.7.13. Розміщення і кріплення важковагової техніки на ролл-трейлерах: а) вид збоку; б) вид зпереду; в) вид зверху; 1 – цепна відтяжка, калібр цепу 9 мм; 2 – цепна відтяжка, калібр цепу 13 мм; 3 – поперечні бруски; 4 – повздовжні бруски.

Вантаж техніки кріплять як до ролл-трейлера, так і безпосередньо до палуби судна, відповідно до вимог «Правил безпечного морського перевезення генеральних вантажів» (Частина II. Рухлива техніка).

Для кріплення такого вантажу використовуються триметрові ланцюги з важелями багаторазового використання, а також можуть застосовуватися тросові розтяжки з талрепами (при необхідності).

Матеріали, які використовуються для кріплення, повинні відповідати стандартам і мати сертифікати, фірмове маркування або інші знаки й документи, що підтверджують їхню якість.

Наприклад, у Японії щоразу до початку завантаження техніки фірми «Камацу» схеми кріплення узгоджуються з вимогами сюрвейера японської Асоціації *NIPPON KAIJI KENTEI KYOKAI*, під спостереженням якої виконується завантаження і кріплення вантажу. Перед відходом у рейс капітанові судна повинен бути вручений сюрвейером акт на вантаж.

Для кріплення вантажу на палубі судна використовуються штатні суднові пристрої і пристосування. Техніку необхідно кріпити за буксирні гаки, петлі, скоби, спеціально призначені для цієї мети, а також за раму, шасі і інші деталі, жорстко пов'язані з рамою, за умови, що система кріплення не приведе до їхнього пошкодження.

Розрахунок кількості найтовів виконують за відомою формулою:

$$n = \frac{0,9P}{F_p f}, \quad (7.2)$$

де P – маса вантажу, кН; F_p – розривне навантаження на найтов, кН; f – коефіцієнт тертя (сталь-дерево).

Завантаження і вивантаження ролл-трейлерів виконується тягачами, при цьому частина ролл-трейлерів через обмежений простір для маневрування на палубі судна можуть завантажуватися заднім ходом. Ролл-трейлери встановлюються паралельними рядами уздовж діаметральної площини судна, фронтовою частиною до його корми. При цьому відстань між ними повинна бути не менш 0,3 м у поперечному і 0,6 м у поздовжньому напрямку. На кожній палубі повинен бути передбачений прохід у поздовжньому напрямку судна шириною не менш 0,6 м. При установці ролл-трейлерів на палубу під передню стійку встановлюється підкладка з дошки товщиною не менш 25 мм.

На судах Ро-Ро вантаж висотою більше 3 м провозиться тільки на палубах *С* і *Б*. Як показала практика, при розміщенні на палубі *С* - 34 одиниць техніки «Камацу», а на палубі *Б* - 57 одиниць установлені вимоги по кріпленню дотримуються, тобто техніка кріпиться достатньою кількістю відтяжок під найкращими кутами натягу.

На кріплення вантажу на ролл-трейлері, а також ролл-трейлерів на судні бригада в складі 4 чол. витрачає не більше 30 хвилин на одиницю техніки.

На завантаження однієї одиниці ролл-трейлера на борт судна за допомогою бортової техніки і силами суднових водіїв витрачається 10 хвилин на палубу *Б* і 12-15 хв на палубу *С*. Розкріплення і вивантаження відбувається з більшою інтенсивністю - 10-12 одиниць за годину.

Перевезення великовагової габаритної техніки на ролл-трейлерах суднами Ро-Ро високоефективне і дозволяє:

- скоротити час стоянки під вантажними операціями;
- розширити номенклатуру перевозимих вантажів;
- зменшити витрати на кріплення вантажу;

- вивантажувати великовагову техніку в портах, які не мають кранів великої вантажопідйомності.

7.5. Перевезення на суднах-поромах залізничних поїздів з великоваговими вантажами

Перевезення великовагового устаткування на морському транспорті, як правило, викликає необхідність його перевантаження в портах перевалки. Розвиток паромних перевезень (в Україні між портами Іллічевськ - Поті і Варна), у деяких випадках дозволяє виключити подібні трудозатратні операції.

Як залізничний поїзд під час перевезення великовагових вантажів використовуються спеціальні транспортери, які мають підсилену несучу раму особливої форми, що опирається на два або більше двоколісні, триколісні або чотирьохколісні візки. Вантажопідйомність транспортерів може коливатися від 30 до 300 т.

Особливість перевезення на суднах-паромах транспортерів з великоваговими вантажами полягає в необхідності використання не тільки спеціальних засобів кріплення, але і додаткового кріплення на транспортерах самого вантажу, тому що в умовах морського перевезення вантаж піддається більш інтенсивним динамічним навантаженням, чим при їхньому проходженні по залізницях.

Як показує аналіз вимог по кріпленню вантажів, закладених в *«Технічних умовах навантаження і кріплення вантажу МШС»* і *«Правилах безпеки морського перевезення генеральних вантажів Мінморфлотом»*, основними навантаженнями, які впливають на зсув вантажу є поздовжні і поперечні зусилля.

При цьому поздовжні зусилля, що діють при русі залізничних поїздів, більші, ніж на морських суднах і навпаки, поперечні зусилля, що діють при бортовій хитаவிці судна, у середньому в 1,7-2,6 рази перевищують поперечні зусилля, що діють на залізничні поїзди, навіть при їхньому русі на закруглених ділянках шляху зі швидкістю до 100 км/г.

Отже, основна умова, яку необхідно враховувати під час перевезення великовагових вантажів залізничними вагонами на суднах-поромах - необхідність додаткового кріплення самого вантажу для запобігання його поперечного зсуву. Цю обставину необхідно враховувати екіпажам суден при прийомі поїздів до перевезення морем.

Кріплення вантажу повинне бути посилене в 2,5 рази в порівнянні з тим, що потрібно в ТУ МШС. Це може бути досягнуто або збільшенням кількості найтових, або застосуванням засобів кріплення великої міцності.

Одночасно необхідно звертати особливу увагу на кріплення на судні самих поїздів. Залізничний поїзд повинен мати необхідну кількість спеціальних римів, скоб, інших пристроїв для можливості кріплення його до палуби наявними на судні засобами кріплення.

Судна-пороми повинні бути забезпечені достатньою кількістю штатних пристроїв і пристосувань для кріплення рухливого поїзда, а саме: тупикових упорів з автозцепом типу ЗА-3 або іншими гальмовими башмаками зі стопорним штирем і без нього; упорами-домкратами із граничним навантаженням 20 т; палубними римами, розташовуваними на відстані близько 1,6 м від рейок із граничним навантаженням 20 т; ланцюговими стяжками із граничним навантаженням 20 т; швидко зажимними талрепами типу «Спідлаш» із граничним навантаженням 20 т.

Додатково бажано мати на судні ланцюгові стяжки із граничним навантаженням 35 т.

Кількість засобів кріплення повинне визначатися завчасно і узгоджуватись з відправником вантажу при складанні договору перевезення.

Пристрої для кріплення повинні бути справними, відповідати стандартам на їхнє виготовлення і мати сертифікати, фірмове маркування або інші документи, що підтверджують їхні необхідні характеристики.

Після установки поїзда і з'єднання головного вагона (транспортера) автозчепленням з тупиковим упором варто підключити потяг до системи стисненого повітря парома, зробити загальмовування всіх одиниць поїзда, закріпити вагони ланцюговими найтоврами.

Під задні колеса останнього вагона (платформи) необхідно встановити гальмові башмаки без стопорного штиря, а перед передніми колесами головного вагона - зі стопорним штирем.

Кріплення одиниць поїзда повинне бути засвідчене актом, підписаним капітаном парома, старшим помічником капітана і представником порту. Час закінчення кріплення відзначається в судовому журналі з вказівкою основних заходів щодо кріплення й відповідності його вимогам нормативних документів.

7.6. Технологічне обладнання постів керування вантажними операціями

Основна мета автоматизації на судні процесів перевантаження - це забезпечення його безпечного і раціонального завантаження, а також, автоматизація оформлення вантажних документів, обліку вантажів, розрахунку вантажного плану і морехідних якостей судна.

Обробку судна в порту можна розділити на два етапи:

- роботи, виконувані портом: складання попереднього вантажного плану, розробка технологічного плану-графіка обробки судна, проведення вантажних і допоміжних операцій (сепарування і кріплення вантажів, підготовка вантажних приміщень до прийому вантажів, оформлення вантажних документів і ін.);
- роботи, виконувані екіпажем: перевірка капітаном попереднього вантажного плану і його затвердження, контроль завантаження судна і правильності виконання вантажного плану, баластування судна під час вантажних операцій, забезпечення оптимальної посадки, остійності,

поздовжньої і місцевої міцності судна, контроль температури і вологості трюмів, забезпечення пожежної безпеки судна і ін.

Для виконання всіх перерахованих операцій судно повинне бути обладнане комплексом приладів і автоматизованих систем контролю і регулювання процесів вантажних операцій.

Наприклад, на сучасному ліхтеровозі маса вантажного модуля досягає 1000 т і більше. При одночасному підйомі двох ліхтерів масою 2000 т, залежно від водотоннажності судна, зміна осадки може досягти 2 м, тому що виникає значний диферентуючий момент

$$M_{\text{диф}} = Pl = 2000 \cdot 130 = 260000 \text{ тм} \quad (7.3)$$

На судні типу Ро-Ро маса рухливого вантажу (наприклад, тягач із площадкою) може досягати 70 - 100 т. При ширині судна 30 м момент, що кренить, буде мати значення

$$M_{\text{кр}} = Pl = 100 \cdot 15 = 1500 \text{ тм} \quad (7.4)$$

Такий кренящий момент, може викликати крен судна 10 - 15 градусів.

Зміна крену або диференту судна під час виконання вантажних операцій приводить до того, що стає неможливим виконання вантажних робіт, використання завантажувальної техніки (електро- і автонавантажувачі). Суднові апарелі більшості ролкерів розраховані на їхнє використання при крені судна не більше 5 градусів. Звідси витікає, що відсутність автоматичних систем регулювання крену і диференту судна, автоматичних швартовних лебідок підвищує ймовірність виникнення аварійних ситуацій під час вантажних робіт.

Для компенсації крену на спеціалізованому судні встановлюється протикренова система. Також судно обладнується сигналізацією, що регулює рух транспорту в межах судна і забороняє в'їзд на апарель, якщо крен перевищує допустимі значення.

Автоматичні швартовні лебідки забезпечують вибір слабини або потравлювання швартових при швидкій зміні посадки судна.

Комплекс технологічного устаткування, який забезпечує керування вантажними операціями умовно можна розділити на 3 групи:

- прилади і устаткування, які забезпечують контроль остійності, поздовжньої міцності, посадки, крену та диферента судна;
- прилади, що забезпечують оптимальний стан мікроклімату вантажних приміщень судна;
- прилади, що забезпечують безпеку судна з погляду пожежі, вибуху, контролю газового середовища трюмного повітря, безпечних умов для життя і здоров'я людей, які працюють на судні.

Для вирівнювання крену на спеціалізованих судах існує система протикренових і стабілізаційних танків. Система «Інтерінг», наприклад, складається із протикренових танків, які заповнені водою на половину їхньої ємкості. У нижній частині танки з'єднані водяним трубопроводом, у верхній - повітряним. Для керування процесом вирівнювання крену система обладнана

компресором, датчиками рівня заповнення танків і цистерн, автоматичними клапанами.

Перед початком вантажних операцій включають протикренову систему і запускають компресор. В момент, коли виникає крен, відкривається один із клапанів і повітря від працюючого компресора надходить у верхню частину цистерни зниженого борта, вода переміщується на протилежний борт, поки не вирівняється крен.

Світлофор над в'їздом на аппарель повідомляє, що борт перевантажений і в'їзд на нього заборонений. Оператор, який керує завантаженням, зобов'язаний у цьому випадку вжити заходів для вирівнювання крену і направити транспортний засіб (тягач) так, щоб завантаження судна було рівномірним.

Об'єм кренових цистерн вибирається з урахуванням розмірів судна, як правило система повинна забезпечувати автоматичне вирівнювання крену судна в межах 5 градусів. Для судна дедвейтом 13 – 14 тис.т кренові цистерни повинні створювати кренуючий момент, близько 1600 тонно-метрів, досягаючи швидкості 200 – 250 тоно-метрів/хв., компресор, при цьому, повинен забезпечувати перекачування води зі швидкістю близько 15 – 20 куб.м/хв.

Система «Інтерінг» забезпечує заспокоєння хитавиці судна (стабілізацію) у двох режимах: пасивному і автоматичному контролі.

У пасивному режимі розміри і конструкція танків підбирається так, щоб період повного перетікання води в танках відповідав приблизно періоду коливань судна на хвилюванні при найбільш характерних умовах експлуатації. При хитавиці судна з таким періодом вода в сполучених протилежних танках системи стабілізації буде перетікати так, що максимальна її маса буде перебувати в тім танку, який прагне піднятися вгору. Таким чином, завдяки «затримці» перетікання води в танках стосовно кута нахилу судна на хвилюванні створюється ефект стабілізації судна.

Заспокоєння хитавиці судна в режимі автоматичного контролю забезпечується за рахунок автоматичного контролю періоду коливань судна на хвилюванні і затримки перетікання води в танках системи на певний період стосовно коливань судна. Для цього система постійно заміряє кут крену судна і кутову швидкість хитавиці і, у певний момент, перекриває головні клапани системи, «блокуючи» воду в танках, тобто забезпечує затримку перетікання води по фазі. Заблокована вода в танку зниженого борта піднімається разом з ним нагору, у верхній крапці система керування дає сигнал, відкриваються головні клапани і вода перетікає в танк протилежного борта. Через те що в цей момент він починає знижуватися, то вода знову перекривається до приходу судна в нижнє положення, після чого цикл повторюється.

Установлена, наприклад, на судах РО - 35 пасивна система стабілізації хитавиці фірми «Flume» має повну місткість бортових цистерн 1200 т, робочу – 400 – 600 т.

7.7. Перевезення вантажів в контейнерах

Характеристика контейнерів

Впровадження в практику морських перевезень укрупнених вантажних модулів привело до створення різних типів транспортно-технологічних систем (ТТС) перевезення вантажів, наприклад контейнерної, роллкерної, ліхтерної і т.д. У кожній із зазначених систем судно є найважливішим складовим компонентом і його техніко-експлуатаційні характеристики повинні повною мірою враховувати вимоги цієї системи. Перспективи розвитку флоту в цілому і удосконалення окремих типів суден можна розглядати тільки в сукупності з розвитком нової технології перевезення і перевантаження на всьому шляху проходження вантажу.

Пакетуючі засоби можуть бути одноразового і багаторазового користування. Останні повинні мати маркування, яке включає відомості: вантажопідйомність, дату виготовлення, підприємство-виготовлювач.

Кожна ТТС використовує свої засоби укрупнення. Вантажні приміщення спеціалізованих суден кожної ТТС розраховані в основному на перевезення вантажів з використанням певних засобів укрупнення.

Контейнерна ТТС розрахована на перевезення вантажів контейнеровозами в стандартних контейнерах.

Під вантажним контейнером розуміється одиниця транспортного устаткування, багаторазово використовувана на одному або декількох видах транспорту, призначена для перевезення і тимчасового зберігання вантажів, із пристосуваннями, що забезпечують механізовану установку і зняття її із транспортних засобів.

Контейнери класифікуються по чотирьох основних ознаках: призначенню, конструкції, величині маси бруто і нетто, сфері обігу.

По призначенню контейнери підрозділяються на універсальні (*General cargo freight containers*), призначені для перевезення тарно-штучних вантажів, і спеціалізовані, призначені для перевезення сипучих матеріалів (*dry bulk*), рідких (*bulk liquid*), рефрижераторних (*refrigerated*), газоподібних (*compressed gas*) і інших вантажів. Контейнери діляться на малотоннажні (масою до 2,5-3 т), середньотоннажні (до 10 т) і великотоннажні (більше 10 т).

По конструкції контейнери діляться на криті і відкриті, водонепроникні і негерметичні, металеві і з полімерних матеріалів з металевим каркасом і т.д.

По сфері обігу контейнери можна розділити на міжнародні, магістральні, допущені до перевезення на одному або декількох видах транспорту усередині держави, внутрішньозаводські.

Для стандартизації контейнерів Міжнародна організація по стандартизації (ISO) утворила технічний комітет 104 «Вантажні контейнери», що встановив основні параметри і область застосування всіх контейнерів. Для контейнерів серії 1 встановлений єдиний поперечний переріз – 2438×2438 мм, а довжина їх є кратною основному модулю 1528 мм із врахуванням установлених зазорів по довжині 76,2 мм між поруч стоячими контейнерами (рис. 7.16, а). Найбільш широке застосування знайшли

контейнери довжиною 3,05; 6,10; 12,20 м, а масою брутто 10; 20 й 30 т. По висоті *ISO* допускає відхилення від основного розміру 2438 мм (табл. 7.1).

Таблиця 7.1 Розміри контейнерів міжнародного класу серії I.

Позначення ISO	Маса брутто, т	Розміри габаритні, мм		
		довжина	ширина	висота
IA	30,48	12192	2438	2438
IAA	30,48	12192	2438	2591
IAX	30,48	12192	2438	До 2438
IB	25,40	9125	2438	2438
IBB	25,40	9125	2438	2591
IBX	25,40	9125	2438	До 2438
IC	20,32	6058	2438	2438
ICC	20,32	6058	2438	2591
ICX	20,32	6058	2438	До 2438
ID	10,16	2911	2438	2438
IDX	10,16	2991	2438	До 243 8
IE	7,11	1968	2438	2438
IF	5,08	1460	2438	2438

Кожен контейнер, використовуваний у міжнародному судноплавстві, повинен по своїй конструкції і технічному стані відповідати вимогам *Міжнародної конвенції по безпечних контейнерах (КБК) 1972 р.*

Відповідно до Правил конвенції контейнер підлягає огляду адміністративного органа країни, що видає свідчення «*Про допущення по безпеці*» відповідно до *КБК*, а на контейнер прикріплюється табличка про допущення. Первісний термін дії свідчення 5 років, надалі повторний огляд виконується через кожні 2 роки.

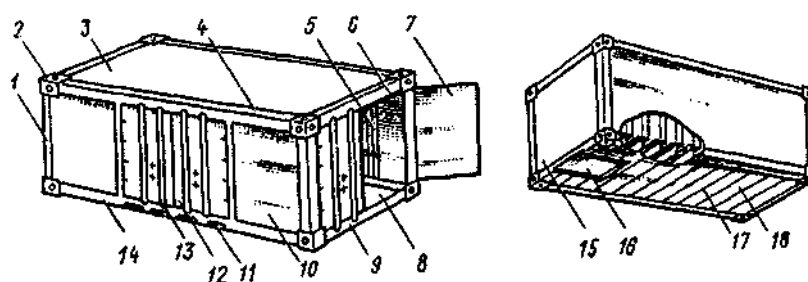


Рис. 7.14. Основні конструктивні елементи контейнера: 1 - кутова стійка; 2 - кутовий фітинг; 3 - дах; 4 - поздовжні балки даху; 5 - бічне ребро; 6 - поперечна балка даху; 7 - торцеві двері; 8 - підлога; 9 - поперечна балка днища; 10 - бічна стінка; 11 - кишені вилочних захватів автотранспорту (внутрішні для порожнього контейнера); 12 - бічні двері; 13 - запірний пристрій; 14 - поздовжні балки днища; 15 - торцева стінка; 16 - паз «гусяча шия» (гузек); 17 - поперечне ребро днища; 18 - днище.

Основні конструктивні елементи контейнера показані на рис. 7.14. Приєднувальні розміри контейнерів регламентовані стандартом. За діючими Правилами контейнер повинен витримувати штабелювання в 6 ярусів.

Якщо в контейнері здійснюється перевезення вантажів під митною пломбою, то він повинен по своїй конструкції відповідати вимогам Митної

конвенції 1972 р. і мати спеціальну табличку з написом «Допущений до перевезення під митними печатками і пломбами».

Крім універсальних контейнерів, використовуються спеціалізовані групові контейнери для однорідних груп вантажів.

Ізотермічні контейнери призначені в основному для перевезення продовольчих вантажів. Вони мають теплоізоляцію і дозволяють зберегти охолоджені або заморожені вантажі. Ізотермічний контейнер може мати додаткове машинне охолодження (рефрижераторний контейнер). Для ізотермічних і рефрижераторних контейнерів встановлений діапазон температур, який вони повинні забезпечити в процесі перевезення.

На рис 7.15, б-д показані деякі типи контейнерів.

Кріплення контейнерів на палубі суден

При розробці стандартних багатооборотних засобів кріплення конструктори, як правило, дотримуються певних принципів:

- визначаються не гранично можливі, а найбільш імовірні параметри вітрового хвилювання і хитами судна для заданого району плавання. При цьому вважається, що проектувати систему кріплення виходячи з екстремальних значень хитами економічно не вигідно, тому що вони рідко зустрічаються і їх можна уникнути. Вважається, що економічно доцільно обладнати судно системою заспокоєння хитами, а якщо буде потреба знизити швидкість або змінити курс щодо вітру і хвилювання;
- при проектуванні спеціалізованих систем кріплення вантажу зроблені деякі відступи від традиційних методів. Це в першу чергу стосується засобів натягу найтовів. Крім традиційного талрепа, широке поширення знайшли важільні натяжні пристрої, талрепи із пневматичним обертанням шпінделя, ремневі затискачі і т.д. Кожен із цих натяжних пристроїв має свої достоїнства і недоліки. Наприклад, важільні пристрої вимагають меншого відходу і трудозатрат, меншу вартість, меншу вагу і довгий термін служби. Але вони заважають проходу, перешкоджають руху транспорту, мають малий первісний натяг. Використання їх викликає труднощі при обтягуванні в погану погоду, оскільки для вибірки слабину спочатку треба віддати найтов, а потім закріпити його знову;
- у системі кріпильних пристроїв повсюдно виключаються палубні обухи, які замінюються палубними римами, утопленими в спеціальні заглиблення або палубні фітинги. Це дозволяє звільнити палубу для вільного проїзду накатної техніки; низьковуглецеві сталі замінюють легірованою сталлю, що значно знижує вагу виробу, а отже, і трудові затрати на кріплення вантажу при тих же припустимих завантаженнях;
- скрізь, де це можливо, з'єднувальні скоби замінені заставними пристроями.

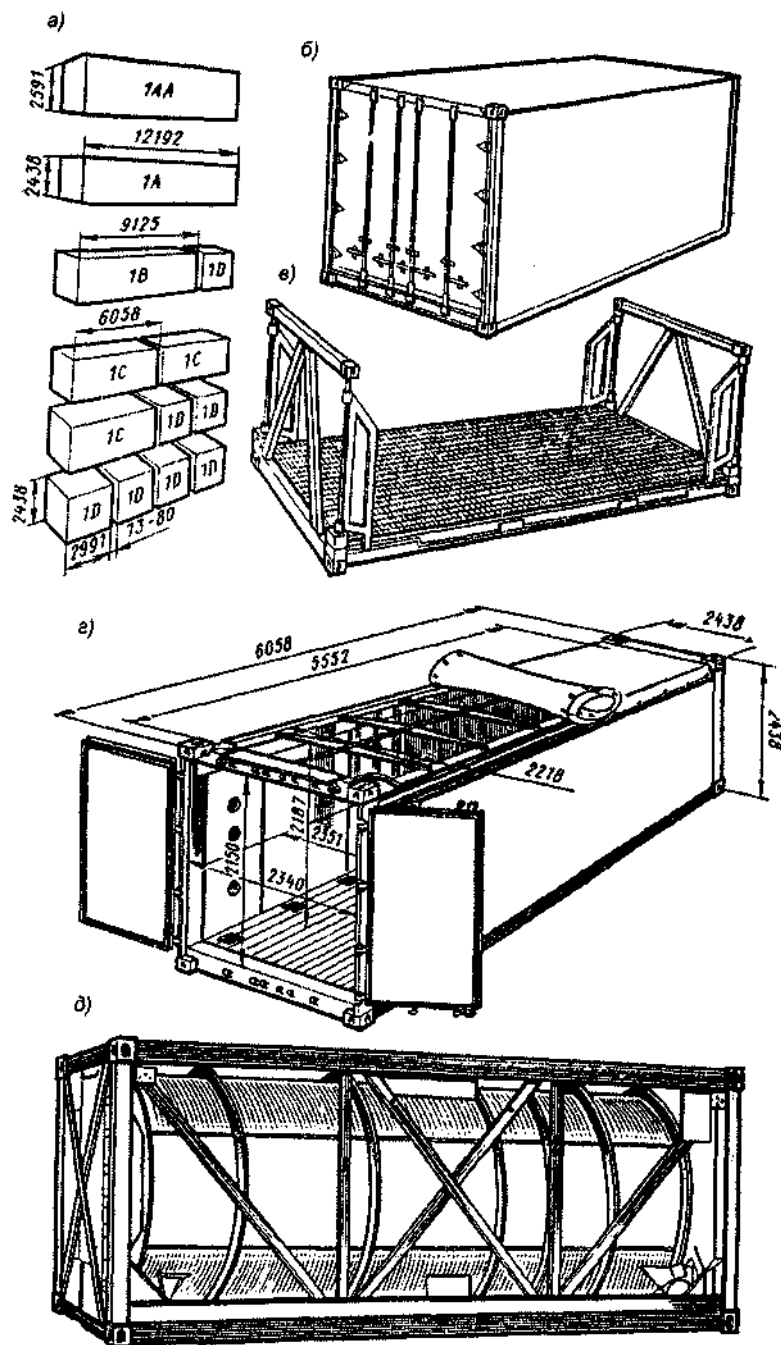


Рис. 7.15. Типорозмірний ряд контейнерів ICO серії I і інші типи контейнерів:

а - типорозмірний ряд; б - контейнер універсальний; в - контейнер складний (флет);
г - контейнер з відкритим верхом; д - контейнер-цистерна.

Пристрої для кріплення вантажу на судні розділяють на стаціонарні і переносні. У свою чергу переносні розділяють на основні і допоміжні.

До стаціонарних засобів кріплення відносяться рими, скоби, обухи, палубні фітинги, гнізда, упори і т.д.

Основні переносні засоби кріплення включають: тросові, ланцюгові, пруткові і стрічкові найтови; заставні засоби кріплення – ручні і напівавтоматичні замки, центруючі і стяжні пристосування; обв'язувальні засоби - сітки, сталеві і синтетичні стрічки і троси.

До допоміжних переносних пристроїв можна віднести талрепи, затискачі, гаки, скоби, надувні мішки, струбцини, колодки, клини, бруси і т.д. Найтовні пристрої (рис. 7.16) містять у собі пруткові, ланцюгові, тросові і ремінні відтяжки. Пруткові відтяжки зручні для кріплення верхніх ярусів контейнерів, оскільки дозволяють робити кріплення за фітинги, не піднімаючись на верх контейнера. Пруткові відтяжки можуть складатися із двох частин, що полегшує її використання. Ланцюгові відтяжки вважаються більше довговічними в порівнянні із тросовими, але вони важчі і тому вимагають більших фізичних зусиль при роботі з ними. Тросові відтяжки знаходять широке застосування при роботі з усіма категоріями вантажів, однак вони менш довговічні і через рік експлуатації близько 10% з них вибраковуюються. Перевага ремінних відтяжок полягає в тім, що вони добре гасять динамічні навантаження і не піддані впливу морської води, високій вологості й змінам температури у звичайних межах.

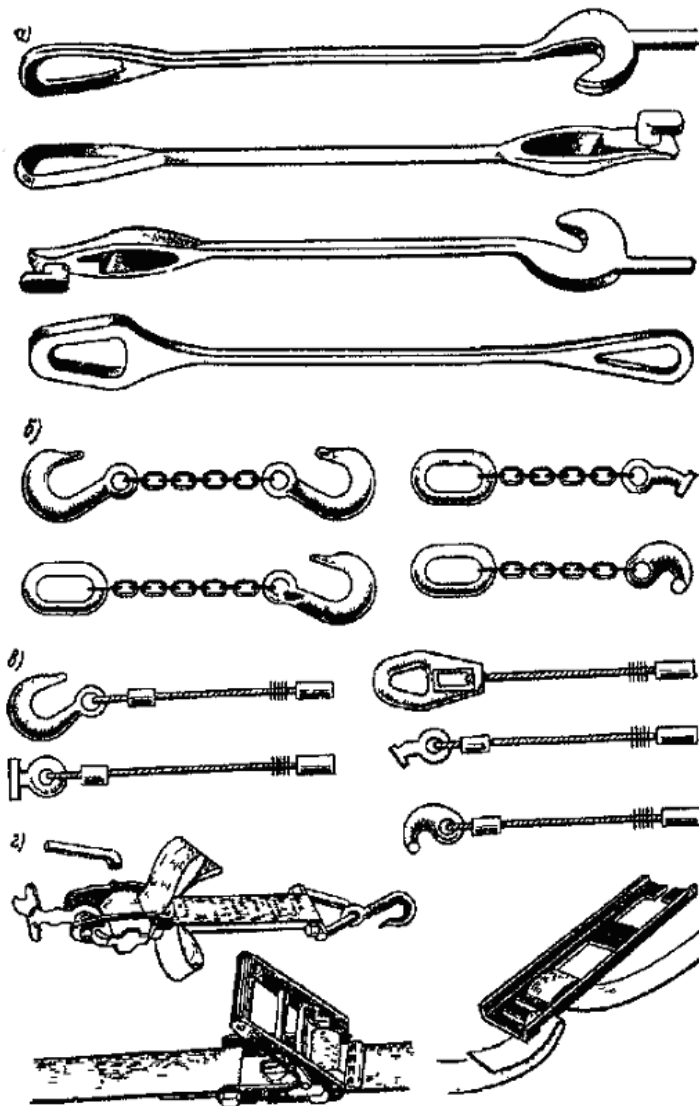


Рис. 7.16. Найтовні пристрої:
а — пруткові, б — ланцюгові, в — тросові, м — ремінні.

Ремінні відтяжки знайшли широке застосування при кріпленні автотехніки на гаражних палубах пасажирських поромів, оскільки виключають при роботі з ними шум, властивий металевим засобам кріплення. Для кріплення контейнерів у трюмах використовуються поперечні відтяжки, які можуть працювати на розрив і на упор.

Для кріплення контейнерів, трейлерів і легкових автомобілів розроблено кілька різновидів ланцюгових, тросових і стрічкових найтовів, які включають пристрої для кріплення і обтягування (рис. 7.17). Заставні засоби кріплення включають автоматичні, напіваавтоматичні і ручні замки (рис. 7.18). Вони призначені для кріплення контейнерів безпосередньо до палуби судна, кришкам вантажних люків і скріплення контейнерів у штабелі між собою. Основною деталлю будь-якого замка є поворотний штир з конусними головками, які вставляються у фітинги контейнерів.

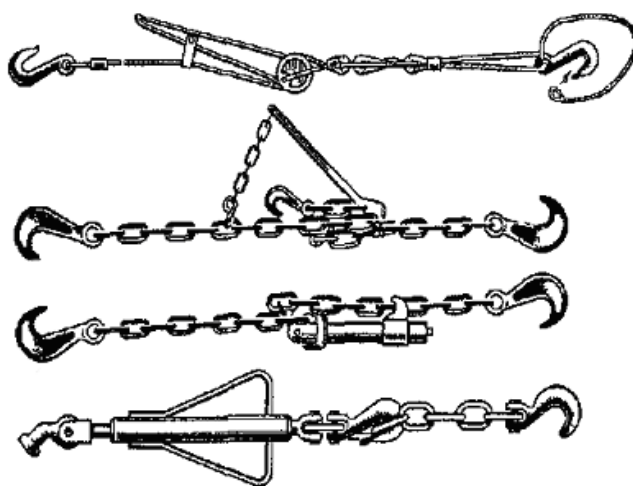


Рис. 7.17. Різні пристрої для обтягування найтовів

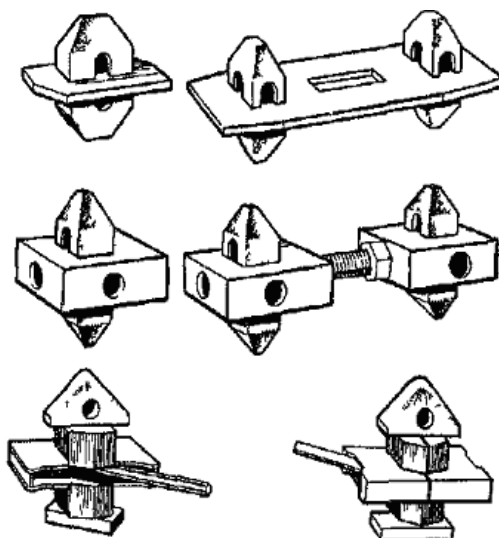


Рис. 7.18. Заставні засоби кріплення вантажу

При повороті штиря спеціальною рукояткою на 90° конуси штиря розвертаються усередині фітингів і скріплюють контейнери між собою. Стяжки (фітингове з'єднання) використовуються для кріплення контейнерів між собою у верхній частині штабеля. Ці стяжки вставляються у фітинги двох сусідніх контейнерів і після натягу забезпечують необхідну монолітність і стійкість усього штабеля.

Заставні центрувальні пристрої призначені для установки і фіксування контейнерів першого ряду на палубі. По своїй конструкції є велика кількість таких пристосувань - подвійні, одинарні конуси або піраміди, деякі з них мають запірний пристрій у вигляді штиря.

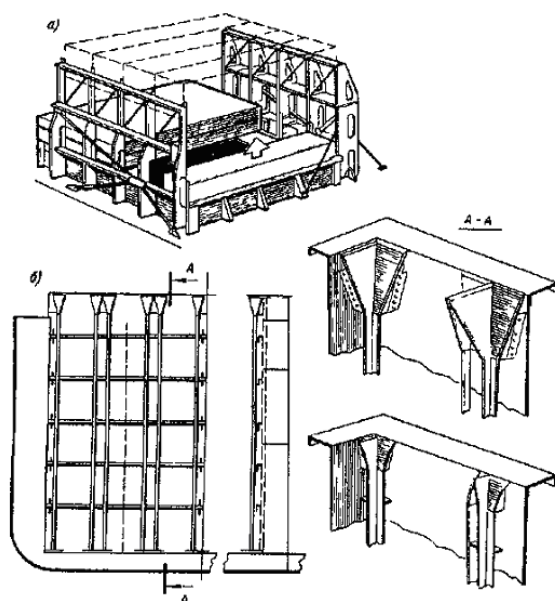


Рис. 7.19. Кліткові (ячіїсті) засоби кріплення:

а - палубні, б - трюмні.

Кліткові (ячіїсті) засоби кріплення (рис. 7.19) роблять у вигляді направляючих планок, які розділяють трюм у поздовжньому і поперечному напрямках на окремі клітки для кожного контейнера, забезпечуючи тим самим кріплення його в поздовжньому і поперечному напрямках. При установці контейнерів на палубі в 3-4 ряди для стійкості штабеля палубні контейнери розділяють по довжині на окремі секції системою спеціальних стійок, які дозволяють забезпечити більшу стійкість штабеля. Обв'язувальні засоби кріплення вантажу в основному використовуються для кріплення вантажів у пакетах, блоках-пакетах і при розміщенні їх на ролл-трейлерах. По своїй конструкції і формі вони досить різноманітні. Допоміжні пристрої засобів кріплення - палубні рими, палубні фітинги, башмаки, гнізда, заставні гаки, такелажні скоби і т.д. Ці кріплення в останні роки знайшли широке поширення на судах спеціалізованого флоту, оскільки їхнє використання дозволяє скоротити затрати ручної праці і часу стоянки суден на допоміжні роботи. На ролкерах ці пристрої для кріплення вантажів установлені уздовж усього судна, тому їх роблять «утопленими» у палубу, щоб вони не заважали

руху техніки. Кожна ТСС виробила і впроваджувала свої засоби і методи кріплення УВО з використанням уніфікованих засобів кріплення, які знайшли найбільше застосування під час перевезення тієї або іншої категорії вантажів. Так, на рис. 7.20 показаний набір стандартних засобів кріплення контейнерів.

ЦНДІ морського флоту розробив і впровадив типові схеми кріплення вантажів на спеціалізованих судах. Типові схеми кріплення розроблені з урахуванням можливості застосування уніфікованих багатооборотних засобів кріплення і разових засобів кріплення. *Правила перевезення вантажів у контейнерах морським транспортом* (РД 31.11.21.18-96) дають рекомендовані схеми кріплення контейнерів. При цьому вказується, що у звичайних умовах система кріплення не повинна створювати навантаження, дії яких на контейнер або будь-який його фітінг перевищують розрахункові.

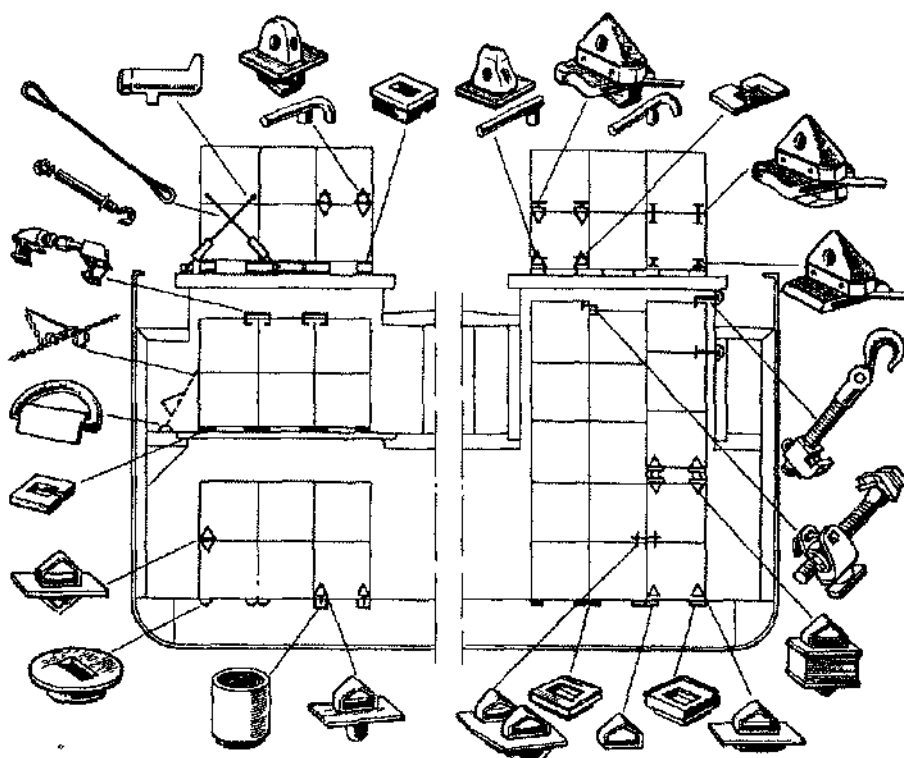


Рис.7.20. Набір стандартних засобів кріплення контейнерів.

Загальні відомості про контейнери

Під вантажним контейнером для міжнародних (а також внутрішніх) перевезень розуміється одиниця транспортного устаткування багаторазового використання. Конструкція вантажного контейнера забезпечує збережене перевезення вантажів одним або декількома видами транспорту, що досягається достатньою міцністю контейнера протягом установленого терміну служби.

Контейнери підрозділяються на універсальні і спеціалізовані. Універсальні контейнери призначені в основному для тарно-штучних вантажів широкої номенклатури, укрупнених вантажних одиниць і мілких вантажів. Спеціалізовані - для обмеженої номенклатури або вантажів окремих видів: сипучих, рідких, швидкопсувних, небезпечних.

Незалежно від призначення всі контейнери стандартизовані по масі брутто, габаритам, приєднувальним розмірам, а також по конструкції приєднувальних пристроїв до рухливого складу залізничного і автомобільного транспорту і до захватних пристроїв вантажно-розвантажувальних машин. Це дозволяє здійснювати з мінімальними витратами часу і праці змішані перевезення різними видами транспорту, реалізуючи принцип «від дверей до дверей».

Параметри стандартних багатотоннажних контейнерів наведені нижче. Основними типами контейнерів, які використовуються у перевезеннях, є контейнери типорозмірів IC і ICC, а також IA і IAA. Контейнери типорозмірів ICC і IAA мають висоту 2591 мм (8,5 футів), а контейнери типорозмірів IC і IA - 2438 мм (8,0 футів). Ця обставина обумовлює і більш високий тариф на перевезення при одному і тому же статичному навантаженні.

Найважливішими експлуатаційними параметрами контейнерів є внутрішні розміри, такі як ширина дверного прорізу (2286 мм), висота (для ICC і IAA - 2261 мм, для IC і IA - 2134 мм) і внутрішній об'єм, а також маса перевозимого вантажу, що разом з тарою контейнера становить масу брутто.

Зовнішні відмітні ознаки і маркувальний ряд

Основні зовнішні відмітні ознаки контейнерів, які повинні знати відправники вантажу і вантажовласники, такі. Контейнери масою брутто 20 і 24 т (IC і ICC) мають однакову довжину (20 футів, що трохи більше 6 м), а контейнери масою брутто 30,5 т (IA і IAA) в 2 рази довші.

Вся необхідна інформація про параметри контейнера нанесена на його бічні стінки, двері і дах у вигляді маркувального коду. Структура маркувального коду складається, як правило, із двох рядків, хоча форма подання може бути і іншою. Структура маркувального коду містить 17 знаків: 6 букв латинського алфавіту і 11 арабських цифр. У маркувальному коді закладені наступні відомості. Перший рядок - це кодове позначення власника контейнера, що складається із чотирьох букв латинського алфавіту, остання з яких - буква *U* позначає ознаку транспортного устаткування за назвою «*Контейнер вантажний*». Перші три букви - відповідно буквенний код власника, який офіційно включений до міжнародного реєстру контейнеровласників. Наприклад, всі контейнери колишнього МШС СРСР (нині розділені між державами СНД і Балтії) мають код власника *SZDU*. Нові контейнери України і Росії маркуються кодами *UZUU* і *RZDU*. Після кодового позначення власника слідує серійний номер контейнера із шести цифр. Сьома цифра, так зване контрольне число, служить для перевірки правильності інформації про код власника і серійний номер контейнера. Це число розраховується за встановленим правилом. При виключенні будь-якої букви або цифри з коду і номера контейнера (наприклад, після ремонту) буде мати місце розбіжність контрольного числа.

Розрахунок контрольного числа виконується в такій послідовності:

- кожному буквеному знаку коду власника привласнюється цифровий еквівалент, починаючи із числа 10;

- кожен цифровий еквівалент коду і кожен цифру номера множать на ваговий коефіцієнт, що являє собою ступінь числа 2 від 0 до 9 (по числу знаків у коді власника і номера контейнера), тобто перший знак множиться на 2^0 , другий - на 2^1 , останній, десятій, - на 2^9 в 9-ій;
- результати множення складаються і діляться на модуль, рівний 11;
- залишок, отриманий у результаті розподілу, є контрольним числом.

Другий рядок маркувального коду також складається із двох частин – буквені і цифрової. Буквена частина містить дві прописні (у деяких випадках – три) букви латинського алфавіту, які становлять кодове позначення країни власника контейнера (закодоване в першому рядку маркувального коду). Три букви коду країни мають контейнери випуску до 1984 р. При цьому як третя буква може бути використана латинська буква "X".

Ідентифікація кодового позначення країни знаходиться в міжнародному стандарті *ISO 3166-88 "Коди для подання назв країн"*. Крім того, кожна держава має і цифрові тризначні коди, які на контейнері не відбиті. При цьому на контейнері наноситься буквенний код *альфа-2*.

На контейнерах нині розділеного парку колишнього МШС СРСР додатково нанесені двозначні цифрові позначення залізничних адміністрацій, прийняті в системі ОСЗ. Цифрові відомості другого рядка маркувального коду складаються із чотирьох цифр і містять позначення розміру і типу контейнера (по дві цифри на кожен позицію). Перші дві цифри вказують на розміри контейнера як по довжині, так і по висоті. Перша означає довжину: 1 - 10 футів (2991 мм, *IDU*), 2 - 20 футів (6058 мм), 3 - 30 футів (9125 мм), 4 - 40 футів (12192 мм). Друга означає висоту: 0 і 1-2438 мм; 2 і 3-2591 мм; 4 і 5-більше 2591 мм (хоча поки що така висота для контейнерів не застосовується), і наявність паза для Г-образних причепів типу *"гусяча шия"*: 0 і 2-без такого паза; 1 і 3-з пазом.

Другі дві цифри означають тип контейнера (універсальний або спеціалізований і з різними конструктивними особливостями).

Написи на контейнері

На контейнері також наноситься: на дверях - максимальна маса брутто (*MGW*) і власна маса (*TARE*) у кілограмах (*kg*) і фунтах (*lb*). При цьому, наприклад, для контейнерів типорозміру ICC може вказуватися максимальна маса брутто, що дорівнює 24384 кг, а не 24 000 кг. Це відбувається через більш точний перерахунок фунтів у кілограми і не містить протиріччя або вказівок на припустиме перевантаження. На бічних стінках контейнера вказується строк (місяць і рік) чергового капітального ремонту.

Таблички і їхнє призначення

У зв'язку з тим що контейнер є транспортним засобом для перевезення вантажів не тільки в межах однієї країни, але і між державами, він повинен бути не тільки стандартним відносно розмірів, але і безпечним для обслуговуючого персоналу при перевезеннях. Це досягається його конструкцією, застосуванням матеріалом і міцністю. На підтвердження цих фактів на контейнер прикріплюється табличка КБК (*Конвенція по безпечних контейнерах*), що видається кваліфікаційним і наглядовим органом своєї

країни (якщо такий є) або іншої країни. Контейнер у зв'язку із цим вважається атестованим на предмет безпеки для країн, що підписали КБК. Табличка безпеки прикріплюється на лівих дверях контейнера в нижній її частині. На табличці зазначені наступні відомості в межах полів 1 - 9 один по одному:

1 – країна, що надала допущення, і номер допущення (країна, що надала допущення, повинна позначатися відмітним знаком, використовуваним для позначення країни реєстрації автотранспортних засобів, що перебувають у міжнародному русі);

2 – дата (місяць і рік) виготовлення;

3 – ідентифікаційний номер контейнера, привласнений заводом - виготовлювачем, або для існуючих контейнерів, у яких цей номер невідомий, номер, привласнений адміністрацією;

4 – максимальна експлуатаційна вага брутто (кілограми і фунти);

5 – припустима вага на штабелювання при 1,8 g (кілограми і фунти), де g – прискорення сили ваги;

6 – величина навантаження при поперечному випробуванні на твердість конструкції (кілограми і фунти);

7 – міцність торцевої стінки вказується в табличці тільки в тому випадку, якщо торцеві стінки розраховані на навантаження, менше або більше 0,4 від максимального припустимого корисного навантаження, тобто 0,4 Р;

8 – міцність бічної стінки вказується в табличці тільки в тому випадку, якщо бічні стінки розраховані на навантаження, менше або більше 0,6 від максимального припустимого корисного навантаження, тобто 0,6 Р;

9 – дата (місяць і рік) першого профілактичного огляду нових контейнерів і дати (місяць і рік) наступних профілактичних оглядів, якщо табличка використовується для цієї мети.

Країни, що підписали КБК, взаємно визнають контейнери з табличками, атестованими національними кваліфікаційними органами. Обсяги і методики обов'язкових випробувань контейнерів утримуються в стандарті ІСО, а також у національних стандартах (наприклад, ДЕРЖСТАНДАРТ 20260 колишнього СРСР). Табличка КБК служить гарантом безпеки контейнера. З метою забезпечення безперешкодних і збережених перевезень вантажів у міжнародному сполученні через прикордонні переходи контейнер забезпечується табличкою, що свідчить про допущення до перевезення з митними печатками і пломбами. Наявність такої таблички є гарантом того, що контейнер повністю відповідає митним вимогам на перевезення в них вантажів. Порядок видачі такої таблички також визначений і реалізується національними і міжнародними кваліфікаційними органами.

Рефрижераторні контейнери

Конструкція

Рефрижераторний контейнер має два основних конструкційних блоки: корпус і рефрижераторний агрегат. Корпус контейнера складається з несучого каркаса і пінополіуретанових сендвіч-панелей з зовнішнім покриттям з дюралюмінієвого листа (товщина - 2,0 мм) і внутрішнім покриттям із профільованої листової харчової нержавіючої сталі (товщина - 0.6 мм).

Підлога контейнера виготовлена з Т-подібного алюмінієвого профілю з міцністю, розрахованою на застосування при обробці товару звичайного складського завантажувача.

Двері виготовляються з тих самих, що і корпус пінополіуретанових сендвіч-панелей і обладнані спеціальними запорами, що дозволяють герметично закривати вантажний відсік контейнера.

Рефрижераторний агрегат, розміщений у торці корпуса, підтримує в автоматичному режимі усередині контейнера задану температуру в діапазоні від $+25^{\circ}\text{C}$ до -25°C і підключається до 3-фазної електричної мережі з напругою 360/460V і частотою 50 Гц.

Електронний блок керування дозволяє встановлювати і підтримувати в автоматичному режимі: температуру, вологість повітря; задавати періодичність циклу відтаювання; контролювати роботу основних агрегатів і фіксувати їхні несправності або збої в роботі. У цей час рефрижераторні агрегати контейнерів в основному працюють з застосуванням холодоагентів ("фреон") "R-12" і його замітника "R-134A".

Принцип дії

Потік повітря з певною температурою подається з рефрижераторного агрегату всередину контейнера на рівні підлоги, потім проходить уздовж Т-подібних профілів підлоги, наприкінці контейнера піднімається уздовж дверей до стелі і уже уздовж стелі повертається в рефрижераторний агрегат. Під час циркуляції повітря, залежно від установлених параметрів, нагріває або прохолоджує внутрішній об'єм контейнера, забезпечуючи, таким чином, температуру і вологість, необхідні для підтримки встановленого режиму зберігання товару.

Технічні характеристики

На сьогоднішній день найбільш відомими виробниками рефрижераторних контейнерів є кілька компаній:

Carrier Transicold Ltd - контейнери марки *CARRIER*;

Thermoking Corporation - контейнери марки *THERMOKING*;

Sea Containers Ltd - контейнери марки *SEACOLD*;

Mitsubishi Heavy Industries Ltd - контейнери марки *mitsubishi*;

Daikin Industries Ltd - контейнери марки *DAIKIN*;

Sabroe Reefer Cooll - контейнери марки *SABROE*.

Якщо зовнішні розміри всіх рефрижераторних контейнерів відповідно до міжнародного стандарту *ISO 3432* практично однакові, то їхні внутрішні розміри і технічні характеристики можуть незначно відрізнятися.

Перевезення швидкопсувних вантажів у рефрижераторних контейнерах

Класифікація

Швидкопсувні вантажі, які перевозяться в рефрижераторних контейнерах, класифікуються по режиму перевезення: морожені вантажі, які перевозять при температурах від -4 до -20°C ; охолоджені вантажі, які перевозять при температурах від $+6$ до -4°C ; плодоовочеві вантажі, які перевозять при температурах від 0 до $+14^{\circ}\text{C}$.

Таблиця 7.2 Параметри рефрижераторних контейнерів *Seacold*.

Технічні характеристики	20-футовий	40-футовий	40-футовий HiCube
Зовнішні розміри			
Довжина (мм)	6 058	12 192	12 192
Ширина (мм)	2 438	2 438	2 438
Висота (мм)	2 591	2 591	2 895
Внутрішні розміри:			
Довжина (мм)	5 513	11 638	11 658
Ширина (мм)	2 284	2 282	2 282
Висота (мм)	2 269	2 252	2 557
Внутрішній об'єм (куб. м)			
.	28	59,81	68,03
Вагові параметри			
Власна вага (кг)	3 050	4 510	4 750
Максимальна вантажопідйомність (кг)	21 950	27 990	27 790
Максимальна загальна вага (кг)	25 000	32 500	32 500
Холодопродуктивність (ккал/година)			
.	2900–4200	3400–4200	
Теплопродуктивність (ккал/година)			
.	4200–4400	5000–5200	
Споживання електроенергії (квт)			
.	4,6	5,5	
Застосовувані холодоагенти			
.	R12; R134a (t° кипіння -29°С)		
Напруга живлення			
.	360/460 W, 3 фази, 50Гц		
Підтримуваний діапазон температур			
.	від -25°С до +25°С		

По спільності походження (видам) швидкопсувні вантажі підрозділяються на:

- м'ясні - м'ясо морожене, м'ясо охолоджене (яловичина, баранина, свинина, телятина, конина, оленина), м'ясні копченості (окорок, грудинка, корейка, копчені язика), бекон, шпиг свинячий, жири тваринні пряжені, яловича солонина і солоні язика, ковбасні вироби, бита дичина і птахи, субпродукти, ендокринна сировина (залози внутрішньої секреції);
- плодоовочеві - картопля, овочі (капуста, морква, цибуля, буряк, кавуни, дині, томати, часник), фрукти, вирощувані в зоні помірного клімату (яблука, груші, сливи), ягоди (виноград), субтропічні плоди (апельсини, мандарини, лимони, грейпфрути), тропічні плоди (банани, ананаси, манго, папайя);
- рибні - риба охолоджена і морожена, солоні, мариновані, в'ялені, сушені, копчені, баликові вироби, ікра;

- яєчні - яйця свіжі, жовток, білок, меланж (суміш білків і жовтків у природній пропорції), жовток, білок і меланж сушені;
- молочні - сир, масло вершкове, масло пряжене;
- консерви - консервована плодово-ягідна продукція (варення, джем, сиропи, повидло, соки, соуси, компоти), консервована овочева продукція (маринади, томат-паста, овочі солоні і квашені, томатний сік), консерви молочні, м'ясні, рибні, крабові;
- інші швидкопсувні вантажі - вина, пиво, безалкогольні напої, мінеральна вода, маргарин, кухонні жири (гідрожир, маргогусалін, комбіжир і ін.), дріжджі.

Вантажні перевізні документи

Відправник вантажу повинен вчасно передати перевізникові всі документи, необхідні для цього вантажу згідно з портовими, митними, санітарними або адміністративними правилами, і відповідає перед перевізником за збитки, що виникли внаслідок несвоєчасної передачі, неправильності або неповноти цих документів. Товаросупроводжувальні документи повинні бути обговорені постачальником і одержувачем у контрактах купівлі–продажу і договорах поставки, екземпляр контракту зовнішньоторговельне об'єднання направляє міністерству і судновласнику.

Відправник вантажу зобов'язаний додати до перевізних документів засвідчену копію сертифікату якості вантажу, поміщеного у рефрижераторний контейнер. У коносамент (накладну) вноситься відмітка, що вказує пункт призначення, куди повинен бути повернутий рефрижераторний контейнер після вивантаження, якщо при цьому немає відповідної угоди. Перевізник не відповідає за кількість і якість вантажу, що прибув у технічно несправному рефрижераторному контейнері з несправними пломбами відправника вантажу.

Коносамент (накладна) видається на кожен прийнятий до перевезення завантажений рефрижераторний контейнер. За згодою між відправником вантажу і судновласником один коносамент (накладна) може бути виданий на декілька рефрижераторних контейнерів з однорідним вантажем, прийнятих до перевезення на адресу одного одержувача.

Відправник вантажу зобов'язаний опломбувати рефрижераторні контейнери своєю пломбою, відбиток якої вказується у перевізних документах.

У сертифікаті про якість вантажу повинні бути зазначені: припустимий час перебування вантажу в дорозі, режим перевезення і припустимі межі коливань температурного і повітрообмінного режимів, необхідних для забезпечення збереження даного вантажу. Час перебування швидкопсувного вантажу в дорозі обчислюється з першої півночі після здачі його відправником вантажу.

Загальні вимоги до укладання і розміщення вантажу в рефрижераторному контейнері зводяться до наступного:

- розташування вантажу повинне бути таким, щоб була забезпечена можливість відводу тепла з найменшими енерговитратами працюючої холодильної установки або вентиляційної системи. Це досягається раціональним розміщенням штабеля вантажу таким чином, щоб

охолоджене повітря обмивало найбільшою мірою кожне вантажне місце;

- вантаж повинен бути штабельований таким чином, щоб був забезпечений надійний захист проти пошкоджень тари, викликаних переміщенням вантажу, вище розташованим вантажем, а також під дією хитамиці, ударів хвиль і вібрацій;
- забезпеченню підтримки заданого режиму перевезення;
- максимальному використанню вантажопідйомності;
- забезпеченню швидкості вивантаження.

Дерев'яні або картонні ящики і лотки із плодоовочевим вантажем необхідно розміщати таким чином, щоб вентиляційні отвори розміщалися по можливості проти руху охолодженого повітря або каналів у штабелі вантажу.

Морожені вантажі необхідно розміщати за схемою, яка відрізняється від схеми штабелювання плодоовочевих вантажів. Коробки і ящики з мороженим вантажем необхідно укладати компактно, впритул один до одного і у той же час штабель не повинен стикатися зі стінками контейнера. Це необхідно для циркуляції холодного повітря, кращого омивання штабеля повітрям і для локалізації зовнішніх теплових притоків.

Вимоги до рефрижераторних контейнерів

Типи і характеристики рефрижераторних контейнерів (класифікація)

Рефрижераторні контейнери Міжнародної системи ISO, призначені для перевезення швидкопсувних вантажів, класифікуються за такими ознаками:

- за вантажопідйомністю і максимальним розмірам: великотоннажні - маса брутто 30т, максимальний розмір 40 футів (12,2 м); середнього тоннажу - маса брутто 20 т, максимальний розмір 20 футів (6,1 м); малотоннажні - маса брутто 10 т, максимальний розмір 10 футів (3,05 м);
- за конструкцію: тверді, збірно-розбірні, роду і товщині теплоізоляції;
- за матеріалами виготовлення: суцільнометалеві сталеві, з легких алюмінієвих сплавів, комбіновані з металевим каркасом і панелями із клеєної фанери.

Відповідно до рекомендацій *Міжнародної організації по стандартизації (документ 35E ISO/TK 104/ПК-2)* контейнери для перевезення швидкопсувних вантажів підрозділяються на три основних типи і класифікуються за таким ознаками:

1. Рефрижераторні контейнери з автономною (дизель-генераторною) холодильною установкою. Варіанти:

I, – 10-футові 2,44 × 2,44 × 3,05 м;

IC, – 20-футові 2,44 × 2,44 × 6,1 м;

IA і IAA, – 40-футові, 2,44 × 2,44 × 12,2 м.

Мають теплоізоляцію зовнішніх огорожень, забезпечують підтримку у вантажному приміщенні заданих параметрів температури, відносної вологості, кратності повітрообміну з навколишнім середовищем. Діапазони температур від +12 до -25°C. Призначені для тривалих (більше 1-2 міс.) перевезень всіх

видів швидкопсувних вантажів: морожених, охолоджених, плодоовочевих. До цієї ж групи відносяться і рефрижераторні контейнери з автономною (дизель-генераторною) холодильною установкою і обігрівом. Це найбільш універсальні і дорогі контейнери зі складною конструкцією, розраховані практично на всі можливі варіанти тривалих перевезень всіх видів швидкопсувних вантажів. Мають власну автономну холодильну установку, що може бути вбудованою (*built-in unit*), тобто розміщеною в спеціальному відсіку, який входить у габаритні розміри контейнера, і розміщується проти торцевих дверей або знімно-навісну (*clip-on unit*).

Для морських перевезень швидкопсувних вантажів широко застосовують рефрижераторні контейнери зі знімними холодильними установками, які в судових умовах підключаються до трюмної централізованої або децентралізованої холодильної установки, а також у комбінації з рефрижераторними контейнерними, що мають автономні дизель-генераторні установки (на палубі). При переходах з морського транспорту на сухопутний на рефрижераторні контейнери поміщають знімні холодильні установки.

2. Термоізоляційні (часто називаються *ізотермічними*) контейнери.

Варіанти габаритних розмірів аналогічні типу I. Зовнішні огороження цих контейнерів теплоізоляційні. Теплоізоляція обмежує теплообмін між внутрішнім об'ємом контейнера і навколишнім середовищем. Ніяких пристроїв для підтримки рекомендованих теплових та вологих режимів перевозимих швидкопсувних вантажів у контейнерів немає. Контейнери призначені для перевезення на короткі відстані (3-7 діб.) швидкопсувних вантажів, які не вимагають твердої підтримки температурних та вологих режимів, таких, як, наприклад, м'ясні копченості, шпиг, сало, копчені ковбаси, сири, зимові сорти плодоовочів.

Різновидом цих контейнерів є термоізововані контейнери з електропідігріванням і вентиляцією. У всьому іншому вони аналогічні ізотермічними. Призначені для перевезень швидкопсувних вантажів у зимову пору року (при мінусових температурах). За допомогою опалювальної системи забезпечують підтримку заданих параметрів температури в діапазоні від +12 до 0°C. В них, в основному, перевозять плодоовочі, охолоджені продукти.

Рефрижераторні контейнери з немашинним охолодженням

Ці контейнери мають теплоізоляцію зовнішніх огорожень і своє (автономно) джерело холоду, розташовуваний у спеціальних резервуарах, які знаходяться, як правило, у вантажних приміщеннях контейнерів. Як холодоносії використовується сухий лід (вуглекислота CO₂), льодосоляні і евтектичні суміші, рідкий азот N₂ і т.д.

Рідкий азот розміщується в резервуарах з вакуумною теплоізоляцією (система "*Poljarstreni*"), з яких він невеликими порціями подається у вантажні приміщення. Є система автоматично заданих параметрів температури від -2 до -30°C. Контейнери використовуються для короткострокових (3-10 діб) перевезень практично всіх видів швидкопсувних вантажів.

Відповідно до нового ДЕРЖСТАНДАРТУ 19417-74 "Контейнери спеціалізовані. Типи. Основні параметри і розміри" у найближчі роки будуть використовуватися уніфіковані по Міжнародній системі ISO наступні рефрижераторні контейнери, призначені для перевезення швидкопсувних вантажів:

- рефрижераторні контейнери з автономною холодильною установкою СК-5Р-30, 2438×2438×12192 мм, ємкістю 50,0 м³, масою брутто 30480 кг; СК-5Р-20, 2438×2438×6058 мм, ємкістю 20,3 м³, масою брутто 20320 кг;
- ізоtermічні: СК-5Н-20, 2438×2438×6058 мм, ємністю 26 м³, масою брутто 20000 кг.

Вибір типу рефрижераторного контейнера і, відповідно, параметрів технічних засобів контейнерних і пакетних перевезень виконується відправником вантажу залежно від властивостей вантажу і умов перевезення.

Перевізник надає відправникові вантажу справні, придатні для даного вантажу і умов перевезення, очищені від залишків раніше перевезених вантажів, а в необхідних випадках - промиті, продезінфіковані і дезодоровані рефрижераторні контейнери. Очищення, дезінфікування, дезодорування рефрижераторних контейнерів виконується вантажоодержувачем або за згодою порту його силами і засобами за рахунок вантажоодержувача.

Придатність рефрижераторного контейнера для перевезення конкретного швидкопсувного вантажу як у технічному, так і у комерційному відношенні визначає відправник вантажу. У випадку несправності або непридатності рефрижераторного контейнера він вправі відмовитися від використання такого контейнера, склавши акт відповідної форми.

Перед початком завантаження рефрижераторного контейнера відправником вантажу на терміналі в порту або базі відправника вантажу робиться зовнішній огляд контейнера, при цьому звертається увага на:

- справність і надійність роботи холодильного агрегату, достатність кількості масла, пального для дизель-генераторних установок, холодоагенту і т.д.;
- справність електропроводки і трубопроводів, повітронагрівача і інших допоміжних механізмів;
- справність дверей, ущільнювальних і запірних пристроїв;
- відсутність вм'ятин, пробоїн, розривів і деформації корпусу, обшивки, теплоізоляції і полу контейнера.

Вимога до суден, які перевозять рефрижераторні контейнери

Судна, призначені для перевезення рефрижераторних контейнерів, повинні відповідати умовам, яких необхідно дотримуватися при транспортуванні великовантажних контейнерів і, крім того, таким спеціальним вимогам:

- суднова енергоустановка повинна забезпечувати надійну роботу холодильних агрегатів контейнерів. При цьому необхідно враховувати, що споживана потужність кожного агрегату становить у середньому близько 8 кВт;

- суднові приміщення або місця на палубі повинні мати підводку енергоживлення і розетки для підключення холодильних агрегатів контейнерів;
- на судні повинен бути запас засобів для забезпечення надійної і безаварійної роботи холодильних установок контейнерів і запасні справні холодильні агрегати для заміни тих, що зламались в рейсі (з розрахунку 1 агрегат на 40 контейнерів);
- у рейсі силами суднового екіпажа забезпечується кваліфіковане обслуговування працюючих механізмів контейнерів і підтримка у вантажних приміщеннях заданих температурно-вологих і повітрянообмінних режимів перевезення.

Перевезення рефрижераторних контейнерів зі знятими холодильними агрегатами допускаються тільки на судні, на якому є спеціальна холодильна установка і відповідні комунікації, що забезпечують підведення охолодженого повітря для підтримки заданих режимів до всіх контейнерів, розміщених у трюмах. На верхній палубі допускається розміщення рефрижераторних контейнерів тільки з автономною (у тому числі і дизель-генераторною) холодильною установкою.

Перевезення термоізованих контейнерів не пред'являє спеціальних вимог до суден і здійснюються на суднах - контейнеровозах, суднах типу Ро-Ро, а також на палубах звичайних суховантажних суден з дотриманням вимог *Правил морського перевезення вантажів у контейнерах Міністерства морського флоту (4-М)*.

Підготовка суднових засобів і вантажних приміщень передбачає виконання і перевірку вимог, викладених вище.

Прийом і розміщення рефрижераторних контейнерів на судні

Завантаження рефрижераторних контейнерів на судна і вивантаження їх із суден у портах виконуються силами і обладнанням портів.

Завантажені рефрижераторні контейнери приймаються до перевезення за масою і пломбами відправника вантажу по зовнішньому огляді. Перед прийманням рефрижераторного контейнера на судно представник суднового екіпажу повинен перевірити:

- наявність супровідних документів;
- нормальну роботу холодильної установки;
- технічний стан контейнера;
- установку термостата;
- температуру в контейнері (по записі на картограммі термографа);
- відповідність температури в контейнері температурі транспортування швидкопсувного вантажу, зазначеної в супровідних документах.

Розміщення рефрижераторних контейнерів на судні повинне виконуватись з дотриманням вимог техніки безпеки, умов безпеки мореплавання, а також спеціальних інструкцій і угод, які регламентують перевезення великотоннажних контейнерів масою 10, 20 і 30 т.

Методи і способи кріплення рефрижераторних контейнерів не відрізняються від методів і способів кріплення звичайних контейнерів і регламентуються Правилами перевезення генеральних вантажів.

Рефрижераторні контейнери повинні підключатися до суднової енергомережі (або відповідним комунікаціям) відразу ж після установки їх на судні. Послідовність операцій при включенні агрегатів і ознаки їхньої нормальної роботи регламентуються спеціальними інструкціями.

Розміщення рефрижераторних контейнерів на верхній палубі спеціалізованих суден допускається не більш ніж в 2 яруси при забезпеченні нормальної роботи і доступності обслуговування всіх агрегатів від відповідних комунікацій. Перевезення рефрижераторних контейнерів на верхній палубі виконується на ризик відправника, про що робиться запис в коносаменті.

Обслуговування контейнерів у рейсі

Перевізник зобов'язаний забезпечувати підтримку температурних та вологих і повітряно обмінних режимів у рефрижераторних контейнерах, зазначених у супровідних документах.

Перевізник відповідає за недотримання заданих температурних та вологих і повітряно обмінних режимів у рефрижераторних контейнерах з моменту прийому завантажених контейнерів до перевезення і до їхнього вивантаження в порту призначення.

У рейсі необхідно вести періодичне (кожної вахти) спостереження за роботою агрегатів контейнерів, контролюючи: температуру в контейнерах (по записам на картограммі термографа); відповідність температури в контейнері температурі транспортування швидкопсувного вантажу, зазначеній в супровідних документах; режим роботи агрегатів відповідно до сигнального пристрою; відсутність сторонніх стукотів в агрегаті або вантажному приміщенні контейнера через погане кріплення вантажу; відсутність значних перегрівів устаткування; надійність кріплення контейнерів.

Результати контролю за роботою холодильних агрегатів контейнерів і режимами перевезення фіксуються (кожної вахти) у спеціальному рефрижераторному журналі, прошнурованому і завіреному капітаном порту.

Виявлені несправності повинні усуватися негайно. При цьому варто керуватися спеціальними інструкціями або письмовими вказівками відправника вантажу.

При виявленні значних несправностей, що загрожують збереженню вантажу, і при виході з ладу холодильного агрегату рефконтейнера необхідно зробити заміну холодильного агрегату запасним, що знаходиться на судні, забезпечивши його нормальну роботу і підтримку заданого режиму перевезення.

При відсутності супровідних документів, в яких відмічаються термовологі режими перевезення, і при наявності документів з нерозбірливим записом рефрижераторні контейнери до обробки і перевезення не приймаються.

Якщо температурний, вологий і повітряно обмінний режими, зазначенні відправником, явно не забезпечують збереження вантажу, перевізник вправі

керуватися режимами, зазначеними у табл. 7.3, і вимагати від відправника внесення відповідного запису в перевізні документи. Розбіжності по режимам перевезення записуються в перевізних документах або актах відповідно до діючих правил складання актів.

Варто керуватися при укладанні, розміщенні і штабелюванні швидкопсувного вантажу в рефрижераторних контейнерах, а також у частині режимів перевезення, приватними правилами на перевезення конкретного вантажу в рефрижераторних контейнерах на певних напрямках, які випускаються в міру нагромадження досвіду експлуатації рефрижераторних контейнерів.

Таблиця 7.3 Режим перевезення морожених вантажів

Вид вантажу	Температура, °C	Відносна вологість, %
Яловичина, свинина, баранина морожена	-18 - -20	90
Субпродукти, ендокринна сировина	-18 - -20	85
Птахи, кролики	-18 - -20	80
Риба морожена, філе	-20	90
Яйцепродукти морожені	-6 - -10	85
Яйцепродукти сушені (вологість більше 70%)	-6 - -8	75-80
Шпиг і жир-сирець	-9 - -12	75-80
Жири пряжені	-4 - -6	80-90

Таблиця 7.4 Режим перевезення охолоджених вантажів

Вид вантажу	Температура, °C	Відносна вологість, %
М'ясо охолоджене	+1 - 0	85
Солонина, язика солоні	0 - +3	80-85
Бекон	0 - -2	75-80
Ковбаси напівкопчені	-2 - -4	75-80
Ковбаси копчені	-2 - -4	80-90
Риба малосольна	0 - -3	85-90
Риба холодного копчення	+1 - -1	75-80
Риба гарячого копчення	0 - -2	75-80
Балики	0 - +1	75-80
Ікра паюсна	-2 - -4	85-90
Ікра лососева і осетрова	-1 - -3	85-90
Консерви не стерилізовані (пресерви)	+5 - 0	75-80
Консерви у власному соку, розсоли	0 - +1	75-80
Молочні і фруктові консерви	+6 - +1	75-80
Яйця свіжі	+1,5 - -1	85-90

Таблиця 7.5 Режим перевезення плодоовочевих вантажів

Вид вантажу	Температура, °C	Відносна вологість, %	Кількість свіжого повітря, введенного і виведеного з контейнера, обм./година.
Апельсини	+4 - +6	80-90	3
Грейпфрути, цитрон	+10 - +11	80-90	3
Лимони	+6 - +7	80-90	2
Мандарини	+2 - +3	80-90	2
Банани	+12 - +14	80-85	3
Ананаси	+2 - +4	80-85	2
Яблука	0 - +2	80-85	2
Груші	+1 - +2	80-85	2
Помідори (томати)	+2 - +6	80-85	2
Цибуля, часник	+1 - +2	70-75	2
Кавуни	+2 - +3	80-85	2
Дині (папайя)	+1 - +2	80-85	2
Зливи, вишні	+1 - +2	80-85	2
Абрикоси, персики	+1 - +2	80-85	2
Виноград	+1 - +3	80	2
Морква, буряк	0 - +1	80	3
Капуста	0 - -1	90-95	2

Для плодоовочевих вантажів необхідний, крім термовологого, повітряобмінний режим, тому під час перевезення плодоовочів, крім установки температури, необхідно перевірити відкриття спеціальних повітряобмінних отворів, які знаходяться на торцевих стінках рефконтейнера.

При виявленні в рейсі або в момент передачі рефконтейнерів з одного виду транспорту на інший або від одного перевізника іншому технічних несправностей рефконтейнера, у результаті яких міг мати місце доступ до вантажу або можливість його псування або пошкодження, а також при виявленні пошкоджень, відсутності пломб, неясних знаків на пломбах, невідповідність їх зазначеним у перевізних документах сторона, що здає, зобов'язана перевірити вантаж який перебуває в рефконтейнері, скласти за результатами перевірки комерційний акт або акт-повідомлення (по імпортом вантажам) і опломбувати вантаж своєю пломбою.

При виявленні технічних несправностей, які виключають доступ до вантажу і можливість його псування або пошкодження, складається акт загальної форми з докладним описом характеру і розміру пошкоджень без перевірки вмісту контейнера.

Якщо пошкодження рефконтейнера перешкоджають подальшому транспортуванню в ньому вантажу і усунення пошкоджень або несправностей неможливо без звільнення його від вантажу, то необхідно зробити звільнення рефконтейнера від вантажу в справний рефконтейнер або на палубу.

Здача рефрижераторних контейнерів у порту призначення

Рефрижераторні контейнери, що прибули в пункт призначення зі справними пломбами відправника вантажу, видаються вантажоодержувачеві по зовнішньому огляді рефконтейнера і пломб, без перевірки стану і маси вантажу в рефконтейнері.

У випадку прибуття в пункт призначення завантаженого рефконтейнера з технічними несправностями, несправностями пломб, а також при недотриманні перевізником письмових вказівок відправника вантажу по режимах перевезення, перевізник на вимогу одержувача і за його участю зобов'язаний розкрити рефконтейнер, зробити перевірку кількості місць, маси і стану швидкопсувного вантажу і при необхідності скласти комерційний акт або акт-повідомлення.

Рефконтейнери, що прибули в пункт призначення з попутними пломбами суміжних видів транспорту і з їхніми комерційними актами, видаються без перевірки вмісту контейнерів, у цьому випадку вантажоодержувачеві видається комерційний акт суміжного виду транспорту.

Повідомлення вантажоодержувача про прибуття завантажених рефконтейнерів робиться портом призначення в порядку і у строки, встановлені спеціальними правилами і угодами.

За пошкодження, втрату або приведення рефконтейнера в непридатний для експлуатації стан у період його знаходження в розпорядження вантажоодержувача (відправника вантажу) останній на підставі актів, складених відповідальними сторонами, сплачує вартість рефконтейнера або пошкоджених його частин. Ремонт зазначеного рефконтейнера може бути зроблений контейнеровласником за рахунок відповідного вантажоодержувача (відправника вантажу).

Після вивантаження вантажоодержувачем виконуються зачищення внутрішніх поверхонь контейнера, а потім мийка. По завершенні мийки, якщо є відповідна вимога санітарної влади, робиться дезінфекція або дезодорація.

Вивантаження швидкопсувних вантажів з рефрижераторних контейнерів виконується вантажниками в спецодязі і з дотриманням техніки безпеки.

Якщо необхідно фумігувати вантаж, що перебуває в рефконтейнері, то фумігація може робитися безпосередньо в рефконтейнері, на причалі (терміналі) або на борту судна залежно від вимоги карантинної влади.

Розкриття завантажених рефконтейнерів для огляду на вимогу митних органів оформляється актом установленної форми. Відомості про стан знятих при цьому пломб і про накладення портом нових пломб вносяться в акт.

Передача одним перевізником іншому і видача одержувачам завантажених рефконтейнерів, що піддавалися митному огляду, виконуються по зовнішньому огляді справності рефконтейнерів і пломб без розкриття і перевірки вмісту рефконтейнера. У транспортний документ вноситься запис про стан і додається акт .

7.8. Перевезення вантажів на ролкері

У останні десятиліття одержали широке застосування перевезення вантажів на спеціалізованих суднах, у тому числі і ролкерах.

Як відомо, основне завдання перевізника – це підлягаюча зберіганню доставка прийнятого на борт вантажу одержувачу в обумовлені терміни.

Технологічна схема забезпечення підлягаючого зберіганню перевезення вантажів на ролкері повинна містити наступні етапи:

Інформація про прихід судна в порт

Інформація про передбачуваний час приходу судна в порт повинна бути передана агентуючі компанії завчасно, оскільки робочі бригади можна замовляти тільки в робочий денний час.

При виході судна з порту, капітан повинен повідомити агенту наступне:

- транзитний час переходу судна від лоцманської станції останнього порту відправлення до лоцманської станції порту прибуття;
- передбачуваний час прибуття судна в порт;
- час, необхідний судну для озброєння кормових (бортових) рамп, суднових вантажних ліфтів і іншого судового устаткування.

Підготовка судна до вантажних операцій

Перед приходом судна в порт або безпосередньо перед початком вантажних операцій, вантажний помічник капітана повинен переконатися в чистоті і порядку вантажних автомобільних палуб (*car decks*), а також в тому, що покриття вантажних палуб, слопов (*slop way*), вантажних рамп не мають пошкоджень, іржавих задирок, які можуть пошкодити покриття транспортних засобів.

Вантажні приміщення повинні бути відмаркіровані. Ця маркіровка несе інформацію про найменування трюму(палуби), наприклад, маркіровка 12-4 означає, що йдеться про 12 вантажну палубу 4-го трюму, маркіровка 01-05 говорить – йдеться про 1 палубу 5-го трюму т.д.

Особливу увагу вантажний помічник повинен приділити наступному:

- вантажні палуби повинні мати хороше освітлення;
- льяльні колодязі вантажних трюмів повинні бути чистими і сухими, система відатки льяльних колодязів повинна бути в справному стані;
- вентиляційна система готується до використання і перевіряється у дії;
- рими, обухи і книці, які призначаються для закладу гаков кріпильних матеріалів, повинні бути справними;
- весь кріпильний матеріал (як ланцюговий так і нейлоновий) повинен бути у хорошому стані і рознесений по місцях кріплення вантажу;
- на палубах і перегородках чітко наносяться шляхи екстреного покидання судна у разі тривоги.

Завантаження ролкера

Завантаження судна може здійснюватися двома способами:

- спосіб «за годинниковою стрілкою» (*anti clockwise stowage*), застосовується при завантаженні автомобілів з лівим розташуванням керма, з тим, щоб водій міг безперешкодно його покинути з його лівої,

вільної сторони. Подальші ж автомобілі ставляться в такому ж порядку, закриваючи ліву сторону ключового автомобіля своєю правою, залишаючи свою ліву вільною. У разі, коли до перевезення надають транспортні засоби з правим кермом, то автомобілі розміщуються направленими до корми судна, тобто таким чином, що у кожній завантаженій одиниці залишалася б вільною її права сторона, внаслідок чого при вивантаженні був би вільний доступ до ключового автомобіля;

- спосіб «за напрямом» (*headout stowage*) застосовується в тих випадках, коли інші методи завантаження судна неприйнятні із-за обмеженого вантажного простору, В даному випадку автомобілі вантажать в одному напрямі щодо діаметральної площини (ДП) судна, а вивантажуються або «заднім ходом», або через носові ворота, якщо такі є.

Розміщення і кріплення вантажу

Всі транспортні засоби повинні розташовуватися подовжньо щодо ДП судна, за виключення випадків розміщення автомобілів в важкодоступних або обмежуючих простір місцях. При складанні вантажного плану і розміщенні транспортних засобів на судні, повинні бути дотримані наступні безпечні відстані:

- відстані між бічними сторонами автомобілів або бічною стороною автомобіля і судновою конструкцією повинне бути не менше 10-ти см;
- відстань між бамперами автомобілів або бамперами і судновою конструкцією повинна бути не менше 30-ти см (у портах Австралії не менше 40 см);
- ширина проходу між автомобілями або між автомобілем і судновою конструкцією повинна бути не 30-ти см;
- відстань між будь-яким трапом з верхньої (нижньої) палуби і закріпленим транспортним засобом повинне бути не менше 50-ти сантиметрів з усіх боків;
- вільний доступ (не менше ніж 50 x 50 см) повинен бути забезпечений до пожежних вогнегасників, пожежних шлангів, гідрантів;
- пропонований на вивантаження перший транспортний засіб (який знаходиться в безпосередній близькості від автомобільної рампи) повинен мати достатній простір для маневру і безпечного виїзду;
- великовагові вантажі повинні мати більше вільного простору навколо для забезпечення надійного і правильного кріплення.

Стандартне число кріплення, що йде на закріплення одного транспортного засобу, наступне:

- подовжнє розміщення – чотири точки кріплення;
- поперечне розміщення – шість точок кріплення;
- розміщення на площинах похилих (*slop way*) – шість точок кріплення.

Кріплення вантажу повинне виконуватися затвердженими кріпильними матеріалами (для легкового автотранспорту – нейлонове, для вантажного – ланцюгове кріплення). Кут, утворений між кріпильним матеріалом (класпером) і напрямом автомобіля, повинен складати 25 – 55 градусів щодо поперечної площини судна. Якщо необхідний кут не може бути досягнутий,

необхідно заводити додаткове кріплення. Закріплення автотранспорту повинне починатися не менше ніж через одну хвилину після зупинки його двигуна.

Запобігання пошкодженням суднових конструкцій

При озброєнні суднових рамп і аппарелей між ними і причалом повинно бути покладено достатню кількість дерев'яної і гумової сепарації з тим, щоб уникнути їх пошкодження при подовжньому переміщенні судна. Часто як дерев'яна сепарація використовуються листи ДСП, а як гумова – вживані автомобільні покришки.

Шляхи в'їзду і виїзду з суднових рамп повинні бути позначені розставленими дорожніми конусами з розтягнутою уздовж них світлотвідбиваючою стрічкою. Обмеження швидкості автомобілів контролюється розставленими дорожніми знаками. Лебідкові троси вантажних рамп і аппарелей слід постійно тримати із слабким натягом і у будь-якому випадку постійно контролювати їх натягнення в портах з великими амплітудами приливо-відпливних явищ. При отриманні штормового попередження або при зупинці вантажних операцій на тривалий час вантажна рампа піднімається і кріпиться відповідним чином.

При вантаженні на судно гусеничної техніки переміщення її по відкритій палубі заборонене. Перед початком вантаження такої техніки по відкритій палубі розкладаються дошки, які мають ширину гусениць і довжину від 10 до 15 м.

Вагове навантаження на вантажну рампу, швидкість руху потоку транспортних засобів постійно контролюється відповідальною особою з складу екіпажа, що постійно знаходиться поблизу рампи.

Досвід експлуатації ролкерів показав, що величезне значення в безпечній експлуатації автомобільної рампи мають: висота причалу, осадка судна (середня або кормою), значення припливно-відпливних явищ на дату стоянки судна в порту.

Для цих цілей на кожне судно, що працює на певній лінії, фрахтувальник повинен представити «*Car Carrier Manual*», у якому є список портів з описом характерних особливостей терміналів і висот причалів на них. У разі відсутності на борту такої допомоги, інформація по кожному порту бути запитана через агента завчасно.

За наявності таких даних можна розрахувати найбільше значення осадки судна, при якому озброєння рампи ще можливо:

$$D = (hP - hT) - hR, \quad (7.5)$$

де hP - висота причалу, м;

hT - рівень приливо-відпливних коливань, м;

hR - висота автомобільної рампи над водною поверхнею, м.

Якщо після виконання розрахунків виявлено, що при поточному значенні осадки судна безпечно озброїти рампу не представляється можливим, то необхідно виконати баластування або дебаластировку танків.

Якщо під час вантажних операцій, при дії значних приливів в порту, кліренс між рампою і причалом значно збільшується, внаслідок чого зростає вірогідність пошкодження днищевой частини транспортних засобів, то рекомендується створювати крен на борт, відповідний відкритій рампі. Найчастіше максимальне значення кута крену при проведенні вантажних операцій допускається до 3 градусів.

У будь-якому випадку, при неможливості дотримувати безпечний кліренс між рампою і причалом за допомогою кренування або баластних операцій, вантажні операції повинні бути припинені, рампа піднята і закріплена.

Спостереження за станом вантажу в рейсі

При виході судна в море вантажний помічник капітана зобов'язаний скласти графік обходу вантажних приміщень з метою виявлення зміни стану вантажу (потоки масла, бензину, тосола, гальмівної рідини) і перевірки його кріплення. Наприклад, на судах японських судовласників такі перевірки здійснюються через кожні чотири години протягом доби.

До недоліків відносяться: використання пошкодженого кріпильного матеріалу; ослаблений ремінь кріплення; перекручений закріплений ремінь; невідповідний вимогам кут, утворений напрямом класпера і напрямом автомобіля; закріплений кріпильний матеріал стикається з судновою конструкцією; дерев'яні клини (башмаки), вживані для фіксації коліс автомобіля, не придатні для даного транспортного засобу і ін.

Знайдені протягом таких обходів недоліки повинні бути виправлені.

Також, протягом таких обходів, необхідно приділити належну увагу наступному:

- все водонепроникне, газонепроникне закриття, двері, люки, горловина, що веде на вантажні палуби, повинні бути закриті;
- постійно проводити контроль за вологістю повітря в трюмах, щоб уникнути випадання вологи, оскільки це неприпустимо при перевезенні автомашин. При вірогідності випадання вологи, вантажні трюми необхідно вентилювати;
- вантажні приміщення, в яких накопичився чадний газ в результаті роботи двигунів автомобілів під час вантажних операцій повинні бути ретельно провентильовані, щоб вміст газу не перевищував допустимої норми;
- на відкритих палубах, на дахах і капотах автомобілів, по бортах вантажних палуб відсутні потоки масла, палива, інших речовин з судових магістралей і трубопроводів;
- не виявлено різких запахів і підозрілих шумів;
- відсутній витік баластної води з баластного трубопроводу, клапанів і ін.

У випадках отримання штормового попередження, до входу судна в зону хвилювання, при проходженні в ній і по виходу з неї, повинна бути ретельно перевірена надійність закріплення вантажу.

У разі виявлення пошкодження вантажу, судна, судових конструкцій під час морського переходу, будь то плавання в штормових умовах або в штиль,

судновласнику і фрахтувальнику повинні бути повідомлені докладні відомості про таке пошкодження.

Якщо пошкодження вантажу було викликано штормовими умовами погоди, то в судовий журнал рекомендується внести наступні дані: час, дата, координати судна, коли було виявлене пошкодження; характер погодних умов (присутність сильного вітру, хвилювання); марка, порядковий номер пошкодженого автомобіля, його номер по коносаменту і назва виробника; порти вантаження і призначення даного транспортного засобу; позиція розміщення автомобіля на «*stowage plan*»; оцінка ступеня пошкодження (на думку вантажного помічника); заходи, прийняті для запобігання подальшому пошкодженню.

Вивантаження і здача вантажу одержувачу

Транспортні засоби, що підлягають вивантаженню, не повинні починати рух, поки не буде прибраний в сторону від шляху проходження автомобіля весь кріпильний матеріал, а двигун не прогрітий після запуску протягом 10 секунд.

Водій, який слідує по вантажних палубах, повинен дотримуватися рекомендованого маршруту, який позначається розставленими дорожніми конусами і розтягнутою між ними світловідбиваючою стрічкою.

Належну увагу необхідно приділяти транспортним засобам, не здатним пересуватися самостійно, оскільки при буксируванні або штовханні таких автомобілів зростає вірогідність їх пошкодження. Дозаправка або зарядка акумуляторів таких автомобілів повинні виконуватися компетентною особою.

У ході вантажних операцій при будь-якому, навіть незначному пошкодженні транспортного засобу, вахтовим або вантажним помічником капітана повинен бути складений звіт про пошкодження вантажу (*Stevedore cargo damage report*) відповідного зразка, потрібного фрахтувальникам або судновласнику. При виникненні такої ситуації вищезазначений звіт повинен складатися негайно і підписуватися старшим стивідором.

Типи заподіяних транспортному засобу пошкоджень, що указуються в звіті, приведені нижче:

- broken* – поломка якої-небудь деталі автомобіля (дзеркало, дверна ручка);
- dent, bent* – вм'ятини на дверях автомобіля або ударена його конструкція;
- chip, scrape, gouge* – легка потертість поверхні кузовної частини автомобіля (дах, капот, двері) без яких-небудь деформацій;
- scratch, scuff* – глибока подряпина поверхні автомобіля з невеликою деформацією металевої частини кузова;
- rust, stain* – поява іржі або іржавих плям;
- parts missing, pilferage* – крадіжка автомобільного устаткування (набори запасних частин і ключів, автомагнітоли і ін.);
- cut, crack* – тріщини і рвані пошкодження кузова автомобіля;
- OTMD (Other than marine damage)* – пошкодження, заподіяні електричній або механічній частині транспортного засобу;
- CAD (Commercial acceptable damage)* – заподіяний комерційний збиток;
- Total loss* – повна втрата транспортного засобу (пожежа, затоплення і т.д.).

Після закінчення вантажних операцій копії всіх подібних звітів повинні бути відіслані агентуючій судно компанії.

Після закінчення вивантаження старший стивідор і вантажний помічник капітана повинні персонально обійти всі вантажні палуби для того, щоб перевірити, що всі транспортні засоби вивантажені відповідно до карго плану, і жодної машини не вивантаженої не залишилося. Після такого огляду автомобільна рампа може бути роззброєна, піднята і закріплена.

З а п и т а н н я д л я с а м о к о н т р о л ю

1. Які існують класи контейнеровозів і ролкерів?
2. Що необхідно враховувати при кріпленні великогабаритних ваговитих вантажів?
3. Як розраховується навантаження на найтов?
4. Як розраховується кількість найтовів?
5. Яким комплексом технологічного устаткування для забезпечення вантажних операцій обладнаний ролкер?
6. Як класифікуються контейнери?
7. Які дані вносять в табличку безпеки контейнера?
8. Яка конструкція рефрижераторного контейнера?
9. Які перевізні документи вантажовідправник рефрижераторного контейнера повинен передати перевізнику?
10. Які вимоги пред'являються до суден, що перевозять рефрижераторні контейнери?
11. Які етапи містяться в технологічній схемі забезпечення збереженого перевезення вантажів на ролкері?
12. Які існують способи завантаження ролкера?
13. Яке стандартне число кріплення, що йде на закріплення одного транспортного засобу на ролкері?
14. Як розраховується найбільша осадка ролкера в приливо-відпливних портах?

Розділ 8

ТЕХНОЛОГІЯ ПЕРЕВЕЗЕННЯ НАЛИВНИХ ВАНТАЖІВ

8.1. Фізичні і хімічні властивості наливних вантажів

До категорії наливних вантажів відносяться: нафта і нафтопродукти; хімічні вантажі, перевозимі наливом; зріджені гази і харчові продукти.

Частка наливних вантажів у морських перевезеннях становить близько 50%, з них більше 80% - це нафта і нафтопродукти.

Наливні вантажі залежно від фізико-хімічних властивостей і транспортних характеристик, технічних умов транспортування і зберігання, призначення і споживання у виробництві підрозділяються на чотири види:

- сира нафта і нафтопродукти;
- хімічні наливні вантажі;
- зріджені гази, перевозимі наливом;
- харчові наливні вантажі.

У той же час, кожен вид наливного вантажу підрозділяється на класи, підкласи, категорії і групи залежно від специфічних властивостей.

У міжнародній кваліфікації харчові наливні вантажі не виділяються і включені в хімічні наливні вантажі.

Крім цього наливні вантажі залежно від шкоди, яку можуть заподіяти навколишньому середовищу відповідно до *Конвенції МАРПОЛ - 73/78*, підрозділяються на три групи:

- нафти - Додаток I;
- шкідливі рідкі речовини - Додаток II;
- шкідливі речовини, перевозимі в упаковці - Додаток III.

«Шкідлива рідка речовина» означає будь-яку речовину, що, будучи скинутою в море, становить небезпеку для:

- морських тваринних ресурсів;
- здоров'я людини;
- природної привабливості моря.

Відповідно до Правил 3, Додатка II, шкідливі рідкі речовини розділяються на наступні чотири категорії:

- *категорія А* – шкідливі рідкі речовини, які, будучи скинуті в море в процесі очищення танків або зливу баласту, становлять велику небезпеку або для морських ресурсів, або для здоров'я людини, або заподіюють велику шкоду природній привабливості моря як місця відпочинку, або інших видів правомірного використання моря, в силу чого виправдують застосування строгих заходів щодо недопущення забруднення;
- *категорія В* – шкідливі рідкі речовини, які, будучи скинуті в море в процесі очищення танків або баласту, становлять небезпеку або для морських ресурсів, або для здоров'я людини, або заподіюють шкоду природній привабливості моря як місця відпочинку, або інших видів

правомірного використання моря, в силу чого виправдують застосування особливих заходів щодо недопущення забруднення;

- *категорія С* – шкідливі рідкі речовини, які, будучи скинуті в море в процесі очищення танків або зливу баласту, становлять невелику небезпеку або для морських ресурсів, або для здоров'я, або заподіюють невелику шкоду природної привабливості моря як місця відпочинку, або інших видів правомірного використання моря, в силу чого вимагають дотримання особливих умов експлуатації;
- *категорія D* – шкідливі рідкі речовини, які будучи скинуті в море в процесі очищення танків або зливу баласту, представляють деяку небезпеку або для морських ресурсів, або для здоров'я людини, або заподіюють мінімальну шкоду природної привабливості моря як місця відпочинку, або інших видів правомірного використання моря, в силу чого вимагають деякої уваги при експлуатації.

Посібник із класифікації шкідливих рідких речовин наведено в Доповненні І до Правил II. Шкідливі рідкі речовини категорії *A, B, C, D* підпадають під положення Доповнення II. У цей час вони зазначені в главах 17 і 18 Міжнародного кодексу по хімовозам у колонці категорії забруднювача. Речовини, що не відносяться до категорії *A, B, C, D*, позначаються «III» у колонці категорії забруднювача.

Фізичні властивості

Наливні вантажі характеризуються загальною властивістю - течією рідини, переливанням її у бік нахилення ємкості, у якій вона перебуває.

Рідиною називають речовини, тиск пару яких не перевищує 0,28 МПа (2,8 кг/см²) при температурі +37,8°C (100°F).

Відмінною рисою рідини є її течія, що пов'язана з малими силами тертя при відносному русі дотичних шарів. Рідини мають певний об'єм і поверхню, але не зберігають своєї форми. Від газів їх відрізняє більша щільність при тих самих умовах. Рідини практично нестисливі.

У гідромеханіці розрізняють два типи течії рідини - ламінарне і турбулентне. Ламінарний рух рідини характеризується струминною течією, при якій окремі її шари рухаються з різними швидкостями. При турбулентному русі частки рідини крім головного напрямку переміщуються в поперечному напрямку, а окремі частки можуть робити і поворотні (вихрові) рухи.

Хімічні властивості

Більшість наливних вантажів (нафта і нафтопродукти, хімічні вантажі і зріджені гази) складаються з органічних речовин. Органічні речовини - це органічні сполуки, у складі яких перебуває вуглець з іншими елементами, а також водень.

При звичайних природних умовах органічні речовини, у молекулах яких утримуються наступна кількість атомів вуглецю, являють собою:

від C_1 до C_4 - гази (CH_4 метан, природний газ з іншими газоподібними вуглеводнями);

від C_5 до C_{15} – рідина (нафта з розповсюдженими в ній газоподібними і твердими вуглеводнями);

$C_{16}H_{34}$ і більше – тверді речовини, наприклад, бітум, асфальт і парафін.

Таким чином, наливні вантажі є сумішшю різних вуглеводнів (легких і важких), тобто складаються з *«легких і важких фракцій»*.

«Легкі фракції» мають більш низьку температуру кипіння, отже, вони піддані при звичайних природних умовах більш інтенсивному випарюванню – *«летючості»*. Тому наливні вантажі, залежно від співвідношення в них легких і важких фракцій, підрозділяються на *«летючі»* (бензин, гас) і *«нелетючі»* (дизпаливо, мазут).

Майже всі органічні речовини горючі і порівняно легко розкладаються при нагріванні, отже, вони є вогненебезпечними і вибухонебезпечними.

До органічних речовин також відносяться спирти, вуглеводи і жири, а до неорганічних речовин, перевозимих наливом, відносяться аміак, різні кислоти, луги і ін.

Для забезпечення безпечного і збереженого перевезення наливних вантажів необхідно знати, і враховувати, транспортні характеристики вантажів і їхні фізико-хімічні властивості.

До числа таких характеристик відносяться наступні.

Щільність (ρ) – відношення маси речовини до одиниці об'єму ($\text{кг}/\text{м}^3$). Щільність рідини залежить від температури і атмосферного тиску, Атмосферний тиск враховується тільки під час перевезення зрідженого газу, під час перевезення інших наливних вантажів необхідно враховувати тільки температуру.

Чим вище температура рідини, тим менше її щільність, тому що при нагріванні речовини збільшують свій об'єм. Тому при визначенні щільності наливного вантажу за допомогою ареометра необхідно завжди вказувати температуру, при якій робились виміри щільності.

Питома вага (γ) – це вага одиниці об'єму рідини.

Між питомою вагою (γ) і щільністю (ρ) рідини існує відношення

$$\gamma = \rho g, \quad (8.1)$$

де g – прискорення вільного падіння.

У практиці перевезень наливних вантажів для визначення їхньої маси (Q) використовується відносна щільність.

Відносна щільність – це відношення маси рідини в одиниці об'єму при певній температурі до маси прісної води в тім же об'ємі при певній температурі.

У світовій практиці перевезень рідких вантажів і в Україні за одиницю стандартної щільності прийнята щільність одного кубометра прісної води при температурі 4°C , рівна 1000 кг. У вантажних документах на наливний вантаж указується стандартна щільність.

Паспортна щільність – це відношення маси одного кубометра рідини при температурі 20°C до стандартної щільності. Паспортна щільність позначається ($\rho^{20/4}$)

$$\rho^{20/4} = \frac{\text{Маса } 1\text{м}^3 \text{ рідини при } t = 20^0\text{C}}{\text{Маса } 1\text{м}^3 \text{ прісної води при } t = 4^0\text{C}} \quad (8.2)$$

За допомогою щільності визначається маса вантажу шляхом множення об'єму вантажу на його щільність

$$Q = V\rho \quad (8.3)$$

Так як зі зміною температури рідкого вантажу змінюється його щільність, то для визначення дійсної щільності при даній температурі необхідно зробити розрахунок, скориставшись наступною формулою

$$\rho' = \rho^{20/4} + \lambda(20 - t^0) \quad (8.4)$$

де ρ' – дійсна щільність вантажу при даній температурі; t^0 – фактична температура вантажу; $\rho^{20/4}$ – паспортна щільність вантажу; λ - поправка на щільність вантажу при зміні його температури на 1^0C , вибирається зі спеціальної таблиці.

Щільність і температуру наливного вантажу визначають під час відбору проб вантажу, узятих з кожного танка на декількох рівнях.

Перерахування показань піктометрів(прилад для визначення щільності), градуйованих при температурі 20^0C і віднесених до щільності води при температурі 20^0C , роблять за формулою

$$\rho^{20} = 0,99823d(20/20) \quad (8.5)$$

Перерахування щільності рідкого вантажу, визначеної при температурі 15^0C і віднесеної до щільності води при температурі 15^0C , виконується за формулою

$$\rho^{20} = 1,00564d(15/15) - 0,00908 \quad (8.6)$$

У Великобританії стандартною вважається щільність при $15,6^0\text{C}$, або 60^0F , тобто $d(60/60)$. Переклад її в стандартну щільність, прийняту в Україні, виконується за формулою

$$\rho^{20} = 1,00477d(60/60) - 0,00799 \quad (8.7)$$

Переклад шкали *APL* (*American Petroleum Institute*), прийнятий у США, у вітчизняний стандарт виконується за формулою

$$\rho^{20} = 142,175(APL + 131,5) - 0,00799 \quad (8.8)$$

Для визначення маси вантажу, що має щільність, показану в одній з наведених систем, необхідно перевести цю щільність у вітчизняний стандарт (ρ^{20}), потім ввести виправлення на щільність при даній температурі (ρ'), а потім визначити

$$Q = V\rho', \quad (8.9)$$

де Q – маса вантажу, кг; V – об'єм вантажу (визначається по лічильнику або каліброваних таблицях), м^3 ; ρ' – щільність вантажу при даній температурі, $\text{кг}/\text{м}^3$.

Якщо в рейсі судновій адміністрації необхідно визначити масу вантажу за методикою *APL*, то це виконується в такий спосіб: об'єм вантажу

переводиться в барелі, середньозважену температуру вантажу переводять у градуси по Фаренгейту; використовуючи таблиці *APL* і методику *ASTM* (*American Society for Testing and Materials*), вибирається перекладний коефіцієнт; за допомогою перекладного коефіцієнта фактична кількість вантажу переводиться в барелі США при стандартній температурі 60°F; дана кількість вантажу в *US BBLs* при $t^0 = 60^{\circ}F$ «*Nett*» заноситься у коносамент (*B/L*).

Необхідно мати на увазі, що помилки у визначенні маси вантажу відбуваються через неточність переходу з однієї системи підрахунку маси вантажу на іншу, а також при використанні різних систем виміру кількості вантажу при прийомі і його здачі: довгі тонни, метричні тонни, «гросс» і «нет» барелі, кілограми і т.д.

Якщо наливні вантажі надходять із різних берегових резервуарів з різною температурою і щільністю, то для визначення маси вантажу необхідно використати середньозважену щільність при $t = 20^{\circ}C$. Потім необхідно перевести середньозважену щільність у дійсну при даній температурі.

В'язкість (внутрішнє тертя) – властивість рідин і газів, що характеризує опір дії зовнішніх сил, які викликають їхню течію.

В'язкість - це надзвичайно важлива властивість вантажів, що впливає на способи його транспортування, швидкість вантажеобробки, величину залишків вантажу в танках (мертві залишки). В'язкість зменшується з підвищенням температури наливного вантажу (при підігріві) і навпаки.

В'язкість розділяють на динамічну і кінематичну:

- динамічна (абсолютна) в'язкість характеризує силу опору відносним рухам двох шарів рідини. Одиниця динамічної в'язкості «пуаз», позначається «П». ($1П = 0,1 \text{ Нс/м}^2 = 0,1 \text{ Па с}$ (паскаль-секунда), Н – Ньютон; $1Н = 10^5 \text{ дин} = 0,102 \text{ кгс}$; МПа с – для високов'язких рідин;
- кінематична в'язкість – це відношення динамічної в'язкості до щільності рідини. Одиниця кінематичної в'язкості «стокс», позначається «Ст». У розрахунках частіше застосовується одиниця в 100 разів менше стокса – сантіс–стокс «сСт». ($1 \text{ сСт} = 10^{-6} \text{ м}^2/\text{с}$ або $1 \text{ мм}^2/\text{с}$), таким чином, розмірність кінематичної в'язкості $\text{м}^2/\text{с}$ або $\text{мм}^2/\text{с}$.

По ступеню в'язкості рідини підрозділяються на наступні групи:

- нев'язкі – до $1,0 \text{ мм}^2/\text{с}$;
- маловязкі при $t = 50^{\circ}C$ – $1,0 - 35 \text{ мм}^2/\text{с}$;
- середньої в'язкості – $36 - 148 \text{ мм}^2/\text{с}$;
- високов'язкі – понад $148 \text{ мм}^2/\text{с}$, до таких відносяться топкові мазути, рідкий бітум, деякі види хімічних вантажів і масел.

Температура плавлення і застигання – це мінімальна температура, при якій тверде кристалічне тіло переходить у рідкий стан.

Температура плавлення при нормальному атмосферному тиску (760 мм. рт. ст.) називається *точкою плавлення*. Температура застигання характеризує рухливість наливного вантажу і дозволяє оцінювати мінімально необхідну температуру, при якій можливе перекачування.

«Температура застигання» відносно нафтопродуктів носить умовний характер, при цьому умовно приймається та температура, при якій речовина не міняє свого рівня протягом 1 хвилини при нахиленні посудини, у якій вона перебуває, на 45 градусів.

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

Теплоємність – це кількість тепла, яку необхідно підвести до тіла, щоб підвищити його температуру на 1°C або 1°K. Теплоємність тіла залежить від його маси, хімічного складу, термодинамічного стану тіла і виду того процесу, у якому тілу передається енергія у вигляді теплоти. Теплоємність одиниці маси речовини називається питомою теплоємністю. Ці величини використовуються при розрахунку кількості тепла, необхідного для підігріву вантажу до мінімальної температури, при якій можливе його перекачування.

Випаровуваність – це властивість випаровуватися при пароутворенні над вільною поверхнею рідини при будь-якій температурі, тобто перехід речовини з рідкого стану в газоподібне. Однак при певній температурі у вантажному танку поряд із процесом паротворення відбувається процес конденсації, тобто перетворення пару в рідину.

У паспорті якості нафтопродуктів вказуються тиск пару, який замірявся по методу Рейда при температурі +37,6°C і атмосферному тиску, у співвідношенні об'ємів парової і рідинної фази як 4:1. Ця транспортна характеристика (*RVP – the Reid Vapour Pressure test*) дозволяє визначити можливість транспортування вантажу на звичайному танкері, міцність танків якого розрахована на тиск не більше 20 кПа(0,20 кг/см²) вище атмосферного.

Токсичність – здатність деяких хімічних сполук і речовин діяти на організм людини, тварин або рослин. Багато наливних вантажів, особливо суміш їхніх парів з повітрям, отруйно діють на організм людини. Ступінь токсичності залежить від концентрації речовини в повітрі(мг/м³) і часу перебування людини в загазованому середовищі.

Шкідливі речовини за ступенем впливу на організм людини залежно від норми гранично припустимої концентрації (ГПК) відповідно ДЕРЖСТАНДАРТУ 12.1.007 - 76 підрозділяються на чотири класи:

ГПК = 0,1 і менш - надзвичайно небезпечні;

ГПК = 0,1 - 1,0 - високонебезпечні;

ГПК = 1,0 - 10 - помірно небезпечні;

ГПК = 10 і більше - малонебезпечні,

Як було раніше сказано, гранично припустима концентрація(ГПК) шкідливих речовин у повітрі робочої зони - це концентрація, що не може викликати захворювань або відхилень у стані здоров'я людини в процесі роботи всього виробничого стажу і не зробить наслідків у віддалений термін життя теперішнього і наступного покоління.

Міжнародний посібник з безпеки для нафтових танкерів і терміналів (*ISGOTT*) рекомендує використати як показник токсичності речовини,

середньозважене тимчасове значення (СТЗ), ГПК – СТЗ (TLV - TWA. *Threshold Limit Value - Time Weighted Average*).

В ISGOTT запропоновані норми ГПК – СТЗ, встановлені Американською конференцією державних гігієністів по промисловості в 1987 році, виражені в «ppm» (*parst per million by volume of ges in air*) – мільйонних частках об'єму газу в повітрі (млн^{-1}) або вміст об'єму газу в суміші з повітрям, виражене у відсотках.

Норми ГПК/СТЗ встановлені для наступних нафтопродуктів і їхніх компонентів: рідкі нафтопродукти, нафтові гази, бензол і інші ароматичні вуглеводні, сірководень, бензини (утримуючі тетраетилсвинець або тетраметилсвинець), інертний газ(оксид азоту, діоксид сірки, оксид вуглецю), недолік кисню.

Корозійність. Корозія від впливу наливних вантажів на судновий набір залежить від наявності в них кислот, лугів, сірчаних з'єднань і інших хімічно активних з'єднань. Інтенсивність корозії збільшується з ростом вологості газового простору (підпалубний простір). Корозія впливає на якість вантажу(шкідливі домішки) і на інтенсивність зношування корпусу.

Вміст води і механічних домішок. Обводненість наливних вантажів регламентується стандартами і технічними умовами. Наявність води або механічних домішок негативно впливає на якість вантажу, утруднює проведення вантажних операцій і зменшує масу вантажу. Багато наливних вантажів взагалі виключають наявність води. Деякі наливні вантажі(масла, «темні» нафти) при наявності води утворюють емульсії підвищеної в'язкості, які затруднюють зачищення і мийку танків. Для деяких нафтопродуктів, наприклад, мазуту, утворення емульсії підвищує в'язкість в 10 - 20 разів.

Електризація – це небезпечна властивість наливних вантажів, здатних акумулювати заряди статичної електрики. До таких вантажів відносяться вантажі, у яких електропровідність менш 50 пико Сименс/метр (псм/м).

Заряди статичної електрики утворюються на поверхні неоднорідних матеріалів при їхньому контакті і наступному роз'єднанні, при цьому один з матеріалів повинен бути діелектриком.

Розряд статичної електрики в суміші парів вуглеводнів з повітрям здатний викликати вибух і пожежу.

Небезпечне накопичення зарядів статичної електрики відбувається в процесі поділу раніше контактуючих неоднорідних матеріалів. На танкерах найнебезпечніша різниця потенціалів статичної електрики утворюються:

- при протіканні рідини по трубопроводу або через металеві фільтри;
- при осадженні в рідині крапель води або твердих часток (іржі);
- при викиді із сопла дрібних часток і крапель під час вентилявання і пропарювання танків;
- при терті синтетичних полімерів і наступному їхньому роз'єднанні.

Велика різниця потенціалів приводить до утворення електричного поля у всьому просторі танка, наприклад, заряд на зарядженому рідкому нафтопродукті в танку утворить електричне поле у всьому танку як у

просторі, заповненому рідиною, так і над ним, заряд водяного туману, що утворився під час мийки танка, створює поле у всьому просторі танка.

Величина заряду статичної електрики залежить від стану поверхні трубопроводів, обводнення і засміченості вантажу різними домішками, стану атмосферного повітря і може досягати величини до 350 тис. вольт. Розряд такого потенціалу може викликати іскру і спричинити вибух або запалення вогнебезпечних вантажів. Для виключення нагромадження зарядів статичної електрики необхідно, щоб корпус судна, прийомний трубопровід танкера становили з береговими комунікаціями єдиний, електричний безперервний заземлений ланцюг.

Крім цього проводиться ряд заходів щодо захисту від статичної електрики:

- у наливні вантажі, що акумулюють заряди статичної електрики, додають присадки, що підвищують електропровідність вантажу;
- обмежують первісну і максимальну швидкість наливу вантажу;
- обмежують продуктивність мийних машинок;
- завантаження/вивантаження і перекачування з одного танка в інший дозволяється робити тільки через закриті трубопроводи, тобто «закритим способом»;
- заміри рівня вантажу в танку і відбір проб виконується після стабілізації нафтопродуктів, тобто через певний проміжок часу.

Більш докладна інформація представлена в *Правилах по захисту від статичної електрики (7-М), гл. 19 Статична електрика*.

Вогнебезпечність наливних вантажів

Вогнебезпечність наливних вантажів характеризується температурою спалаху, температурою запалення, температурою самозапалювання, вибухонебезпечністю.

Відповідно до ДЕРЖСТАНДАРТУ 12.1.017-80 всі речовини підрозділяються на:

- легкозаймисті речовини - здатні запалюватися від короточасного джерела з низькою енергією;
- речовини середньої займистості - здатні запалюватися від тривалого впливу джерела запалювання з низькою енергією;
- важкозаймисті речовини - здатні запалюватися під впливом потужного джерела запалювання.

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

У природних умовах достатню кількість пару, який необхідний для спалаху, можуть виділити вуглецеводневі рідкі речовини з низькою температурою кипіння, тобто «*летючі*» рідини.

«*Летючими*» є вуглецеводневі рідини з температурою спалаху менш +60°C у закритому тігелі, тобто легкозаймисті рідини (ЛЗР). Відповідно до класифікації ООН ЛЗР відносяться до третього класу небезпечних вантажів.

Класифікація ЛЗР наступна:

- перша категорія – особливо небезпечні ЛЗР, що мають температуру спалаху менш -18°C;

- друга категорія – постійно небезпечні ЛЗР, що мають температуру спалаху від -18°C до $+23^{\circ}\text{C}$;
- третя категорія – постійно небезпечні при підвищенні температури ЛЗР, що мають температуру спалаху від $+23^{\circ}\text{C}$ до $+60^{\circ}\text{C}$.

До «*нелетючих*» відносяться вуглецеводневі рідини з температурою спалаху вище $+60^{\circ}\text{C}$. При наливі таких вантажів їхня температура повинна бути нижче температури спалаху не менш чим на 5°C , в іншому випадку цей вантаж необхідно відносити до ЛЗР.

Температурою запалення називається температура, при якій пари не тільки спалахують при піднесенні вогню, але пари виділяються з достатньою швидкістю і у достатній кількості для підтримки горіння, що почалося. Температура запалення як правило на $25 - 30^{\circ}\text{C}$ вище температури спалаху.

Температура самозапалювання – це температура, при якій пари рідини запалюються від нагрівання без піднесення полум'я. Температура самозапалювання є основною характеристикою вогнебезпечності для неорганічних хімічних наливних вантажів.

Вибухівність вуглецеводневого пару характеризується процентним вмістом їх у повітрі (суміш пару з повітрям), при яких дана суміш не тільки спалахує, але і вибухає.

НМВ - нижня межа вибухівності - найменший вміст пару у повітрі, при якому може відбутися вибух.

ВМВ - верхня межа вибухівності - це найбільша концентрація пару вантажу в повітрі, при якій може відбутися вибух.

Вибухонебезпечна атмосфера у вантажних танках створюється при вмісті вуглеводнів у відсотках до обсягу від 1,5% (*НМВ*) до 11,5% (*ВМВ*) і при вмісті кисню більше 11% по об'єму.

Гранично припустимою концентрацією пару і газів у повітрі при необхідності працювати із застосуванням вогню варто вважати концентрацію, яка не перевищує 5% від величини *НМВ* даного пару або газу в повітрі.

Танк вважається дегазованим, якщо концентрація пару або газів становить не більше 50% від *НМВ*.

Способи контролю вибухонебезпечного і протипожежного режиму на танкерах описані в (7 - М, Додаток II - 1).

8.2. Класифікація нафтоналивних вантажів

Відповідно до МАРПОЛ - 73/78, «*Нафта*» означає нафта в будь-якому виді, включаючи сиру нафту, рідке паливо, нафтовміщуючі залишки, нафтові осадки і очищені нафтопродукти. Кількість нафтопродуктів перевищує 500 найменувань.

Нафти небезпечні для людського життя і для навколишнього середовища, Небезпека для життя людини обумовлена загрозою пожежі і вибуху (летючі нафти, температура спалаху яких менш $+60^{\circ}\text{C}$), а також своєю токсичністю, особливо ті, що утримують бензол і сірководень.

З погляду ступеня небезпеки для морського середовища нафти підрозділяються на «темні» і «світлі»:

«темні нафти» (стійкі масла): сира нафта, розчини бітуму і асфальту, різні масла, важке нафтове паливо (мазути, моторне паливо, важке дизельне паливо і ін.);

«світлі нафти» (очищені продукти): дизельне паливо, гас, паливо для реактивних двигунів, бензини і інші нафтопродукти.

Основна номенклатура «темних» і «світлих» нафт і їхні властивості

Сира нафта – горюча масляна рідина зі специфічним запахом.

У світовій практиці сиру нафту прийнято класифікувати по з'єднанню з нею сірки і її щільності. По вмісту сірки нафти підрозділяються на малосірчасті (до 0,5%S), сірчасті (0,5 – 2%S) і високосірчасті (понад 2%S). По щільності нафти підрозділяються на три групи: легка ($\rho = 0,8700$), середня ($\rho = 0,8710 - 0,9100$) і важка ($\rho > 0,9100$). Компоненти важкої нафти складаються з важких масел, парафінів, смол, які разом з механічними домішками (глина, пісок, іржа) складають «мертві залишки» у вантажних танках. Нафти іменуються по місцю їхнього видобутку. Змішання двох сортів нафти неприпустимо. Сира нафта є дуже небезпечним вантажем, температура спалаху її парів коливається від -35°C до $+28^{\circ}\text{C}$. Оскільки сира нафта розчиняє смолисті і парафіно-асфальтові відкладення, то її успішно застосовують для мийки танків. При звичайних умовах нафта у воді не розчиняється, але може утворювати з нею стійкі емульсії. Нафта не акумулює зарядів статичної електрики.

Мазут – густа рідина, темно-коричневих кольорів, залишок після відгону від нафти бензину, гасу і фракцій дизельного палива. Його застосовують як котельне паливо, класифікується по вмісту сірки: малосірчастий – до 0,5%S, сірчастий – до 2%S, високосірчастий – до 3,5%S. За призначенням мазут підрозділяють на топковий і флотський. Флотський мазут менш в'язкий і має більшу теплотворну здатність у порівнянні з топковим. З водою мазут утворює стійку емульсію. Тому що мазут має високу в'язкість, то його злив і налив виконують після попереднього підігріву. Щільність мазуту $\rho = 0,9259 - 0,9490$, температура спалаху – понад $+90^{\circ}\text{C}$, не акумулює зарядів статичної електрики.

Моторне паливо – паливо для малооборотних дизельних установок (суднових), підрозділяється на солярне масло і ДП-1, ДП-2, ДП-3.

Щільність $\rho = 0,9168$, не акумулює зарядів статичної електрики.

Дизельне паливо – рідке нафтове паливо: гасові, газойлеві і солярні фракції прямої перегонки нафти (для швидкохідних дизелів) і більш важкі фракції або залишкові нафтопродукти (для тихохідних дизелів). Дизельне паливо характеризується по *цетановому* числу. Цетановое число – це умовна кількісна характеристика спалахових властивостей дизпалива. Щільність $\rho = 0,84470 - 0,8670$, температура спалаху $+64 - +71^{\circ}\text{C}$, більш легкі сорти можуть акумулювати заряди статичної електрики.

Паливо для реактивних двигунів (РП, П) – суміш газових і бензинових фракцій нафти з різними присадками і гідроочищенням. До якості РП і П пред'являються високі вимоги. Не допускається його обводнювання і забруднення механічними домішками. Щільність $\rho = 0,7730 - 0,7900$, температура спалаху від -25 до -8°C , акумулює заряди статичної електрики.

Бензин – суміш легких вуглеводнів ($\text{C}_5 - \text{C}_{11}$), прозора рідина, продукт перегонки і крекінгу нафти. Бензин має велику кількість сортів (марок). Найбільший об'єм у перевезеннях морем становить авто – і авіабензин. Під час перевезення бензинів необхідно приймати надзвичайні заходи пожежної безпеки і дотримувати строгих мір по збереженню їхньої якості. Бензин з водою не змішується, він токсичний, при концентрації пару понад 2,2% людина одержує важке отруєння і неприємніє.

Гас – суміш вуглеводнів ($\text{C}_{12} - \text{C}_{18}$), що википають в інтервалі температур $+110 - +320^{\circ}\text{C}$. Гас застосовується як реактивне паливо, пальне для тракторів і освітлювальних приладів, як розчинник, сировина для нафтопереробної промисловості. Октанове число тракторного гасу 40 – 45, щільність $\rho = 0,8090 - 0,8190$, температура спалаху $+28^{\circ}\text{C}$. Акумулює заряди статичної електрики, має високу проникливість, з водою практично не змішується.

Масла мають велику номенклатуру, яка охоплює від високов'язких консистентних масел до рідких трансформаторних масел. Загальною вимогою до якості перевезення масел всіх сортів є виключення їхнього обводнювання, забруднення механічними домішками. Мутні кольори масла – це перша ознака наявності в ньому води або механічних домішок. Щільність масел $\rho = 0,8750 - 0,9300$, температура спалаху $+120 - +270^{\circ}\text{C}$. Масла акумулюють заряди статичної електрики.

8.3. Перевезення харчових вантажів наливом

Рідкі харчові вантажі на морських суднах наливом почали перевозити порівняно недавно. Вони стали новими видами вантажів з маловивченими і маловідомими властивостями і транспортними особливостями.

Наливом перевозяться меласа, рослинні і тваринні жири, кон'ячні і винні спирти, виноматеріали.

Перевезення меласи здійснюються з портів Південної Америки, Куби і Малайського архіпелагу в порти Канади, Японії і Західної Європи.

Перевезення тваринних жирів здійснюється в басейнах Індійського океану і Північно-Західного узбережжя Тихого океану.

Виноматеріали і кон'ячні спирти перевозяться між портами Середземноморського басейну та іншими.

Основні ознаки, що поєднують харчові вантажі, – їх призначення і походження. Харчові вантажі по призначенню можуть бути використані як продукти харчування або служити вихідною сировиною для харчової, фармацевтичної, спиртової промисловості у вино-кон'ячному і лікєро-

горілчаному виробництві, або служити харчовими добавками при годівлі тварин.

Харчові вантажі – продукти сільського господарства або морського промислу, мають рослинне або тваринне походження. Вони відносяться до цінних вантажів, а в процесі зберігання і перевезення вимагають дотримання певних режимів.

В “Правилах морського перевезення харчових вантажів наливом на танкерах” харчові вантажі віднесені до 4 класу, що розбитий на підкласи.

Підклас 4.1 - поєднує етилові спирти двох груп - спирти ректифікати і коньячні(винні) спирти. Відмінність спиртів - вид вихідної сировини, використовуваної для їхнього одержання, вміст етилового спирту, присутність у спиртах додаткових якісних компонентів, наявність специфічних органолептичних показників (кольори, запах, смак).

Вихідною сировиною для одержання спиртів ректифікатів може бути зерно, овочі (картопля, цукровий буряк), фрукти, відходи цукрової промисловості і ін. Нормативними документами встановлюється вміст етилового спирту в спиртах ректифікатах 95 - 96% об'єму.

Коньячні спирти – вторинний продукт переробки винограду. Одержують ці спирти перегонкою виноматеріалів в етиловий спирт із домішкою деяких летючих компонентів. Вміст етилових спиртів допускається в межах 62 - 70% об'єму. Для витриманих коньячних спиртів характерні кольори від ясно-жовтого до темного і присмак терпкості, придбаний спиртом внаслідок контакту з дубовою деревиною.

Етилові спирти – летючі, легкорухливі, гігроскопічні рідини, з характерним алкогольним заходом і пекучим смаком.

Спирти відносяться до вогневибухонебезпечних вантажів, температура спалаху яких нижче +28°C. У пожежному відношенні вони найнебезпечніші з харчових вантажів. Етилові спирти добрі розчинники, активно адсорбують сторонні запахи, інтенсивно поглинають вологу і змішуються з водою в будь-яких пропорціях. При температурі понад +25°C спостерігається найбільш інтенсивні втрати спирту на випар. Пари алкоголю шкідливі для організму людини. Гранично припустима концентрація пару у повітрі становить 1 мг/л, а токсична 16 мг/л. При контакті з вуглецевою сталлю спирти, особливо коньячні, можуть втратити товарні якості (змінити кольори, придбати присмак важких металів).

Підклас 4.2 - поєднує виноматеріали двох груп: сухі і кріплені. Кожна група виноматеріалів у свою чергу може бути розділена на два види - білі і червоні. Виноматеріали відрізняються по вмісту етилового спирту, цукрів і органолептичних показників (кольори, смак).

Виноматеріали легко рухливі, мало летючі, прозорі рідини з характерним винним запахом. Для них характерна наявність сильних органічних кислот, спиртів, ефірів, дубильних речовин і барвників, що пояснює їхню властивість активно вступати в реакцію з матеріалами ємкостей, комунікацій і іншими речовинами. Виноматеріали активно адсорбують і розчиняють сторонні пахучі і інші речовини. При контакті з вуглецевою сталлю можлива втрата

кольорів і придбання присмаку важких металів. На їхню якість негативний вплив робить підвищена температура і вологість навколишнього середовища, присутність аеробних мікроорганізмів, матеріал ємкостей і трубопроводів. Пари етилового спирту з киснем повітря можуть утворювати вибухонебезпечні суміші. Пари виноматеріалів шкідливі через присутність етилового спирту і вмісту продуктів шумування (CO₂).

Підклас 4.3 – поєднує подібні по хімічному складі рослинні масла, одержувані з насін'я і плодів олійних культур, а також тваринні жири наземних і морських тварин. Виходячи з основних показників (в'язкість, щільність, температура плавлення, температура застигання, йодне число, кислотне число і ін.), рослинні і тваринні жири діляться на дві групи – тверді жири, тобто такі що мають тверду або мазеподібну консистенцію при температурі +20°C, і рідкі жири.

По здатності жирів висихати на повітрі і при цьому утворювати тверду плівку на поверхні кожна група масел і жирів може бути розділена на дві підгрупи - що висихають і не висихають.

Жири являють собою в'язкі, не летючі рідини зі специфічним запахом, кольорами і смаком. Жири не гігроскопічні, за винятком рослинних масел, що утворюють фузи, не розчинні у воді. Жири піддаються інтенсивному псуванню під впливом підвищеної температури, вологості, сонячного світла, кисню, аеробних мікроорганізмів. Їм властиво адсорбувати сторонні запахи і у той же час вони можуть самі видавати стійкі специфічні запахи. У процесі перевезення і зберігання жири вимагають підтримки певних температурних режимів. По ступеню вогневибухонебезпечності жири мало небезпечні, температура спалаху порядку 250 – 300°C. Для організму людини жири стають шкідливими продуктами розкладання при підвищенні їхньої температури понад +60°C.

Меласа – складна органічна сполука, що складається з цукрів, нецукрів і води. Щільність меласи залежить від вмісту сухих речовин (цукрів, нецукрів) і вимірюється в градусах Брікс.

Підклас 4.4 - поєднує два види мелас (паток) - очеретяні і бурячні. Меласу одержують у процесі вироблення цукру із соку цукрового очерету або буряка, а також при переробці цукру-сирцю на чистий цукор. Ці види меласи відрізняються один від одного тим, що бурячні більше стійкі до впливу факторів зовнішнього середовища і менш піддані псуванню, чим очеретяні.

В'язкість меласи залежить від концентрації сухих речовин і температури. Меласа добре розчиняється у воді, піддана розвитку мікрофлори, що псує її, при недотриманні температурних режимів (перегріві) піддана прояву сахароамінної реакції розпаду цукрів. Під час перевезення і перевантаження вимагає дотримання температурних режимів.

8.4. Перевезення рослинних масел на танкерах

Розвиток транспортного забезпечення агропромислового комплексу в перевезеннях продовольчих вантажів зв'язано зі значним збільшенням поставки різних вантажів для харчової промисловості.

Помітне місце в загальному обсязі перевезень харчових вантажів морським транспортом займають рослинні масла.

Як показує практика, при перевезеннях рослинних масел адміністрація суден часто зіштовхується з відсутністю досить повних відомостей про вантаж і технологічні особливості його перевезення. Варто враховувати, що основна маса рослинних масел перевозиться між іноземними портами і тому часто можуть виникати конфліктні ситуації між судном (перевізником) і іноземним вантажоодержувачем через розходження у вимогах міжнародної практики і вітчизняних правил перевезення цих вантажів.

Основні транспортні характеристики рослинних масел

Харчові рослинні масла – органічні сполуки, що представляють собою багатокомпонентну суміш ефірів гліцерину і різних жирних кислот (95-97%), а також фосфатидів, стеаринів, воску. Більшість рослинних масел при температурах від $+20^{\circ}$ до $+30^{\circ}\text{C}$ – рідкі, за винятком масел тропічних рослин, таких як кокосове і пальмове масла.

Температура застигання масел завжди нижче температури їхнього плавлення, а щільність нижче щільності води, причому з підвищенням температури щільність знижується внаслідок великого коефіцієнта об'ємного розширення. У воді масла нерозчинні, при перемішуванні з водою утворюють емульсію, що представляє собою середовище для розвитку бактерій, які розщеплюють масла, підвищуючи їхню кислотність.

Всі рослинні масла речовини не летучі, але розкладаються при підвищенні температури. Температура розкладання масла характеризується так званою температурою спалаху, тобто моментом запалення летучих продуктів розкладання. Температура спалаху більшості рослинних масел у межах $+250^{\circ}$ – $+300^{\circ}\text{C}$.

Найбільш важливі транспортні характеристики рослинних масел - їхні якісні показники: йодне і кислотне числа.

Йодне число вказує на зміст неграничних жирних кислот і дає можливість судити про схильності масел до висихання, прогірклості. Чим вище йодне число, тим менш стійким стає масло.

Кислотне число характеризує вміст вільних жирних кислот у маслі. Попадання морської води в масло може привести до його омилення (розкладання) і підвищення кислотного числа, що приводить до значного зниження його якості.

У табл. 8.1 наведені основні транспортні характеристики рослинних масел, перевозимих на танкерах.

Таблиця 8.1 Основні транспортні характеристики рослинних масел

Найменування масла	Найменування масла англійською мовою	Щільність при температурі 20°C, кг/м ³	Температура плавлення, °C	Йодне число, %	Кислотне число, мг КІН
1	2	3	4	5	6
Арахісове	Arachis oil	915 – 922	–	82–105	0,4 – 1,5
Бассиевое	Shea nut butter	927 – 919	25–32	190–196	1,0–5,0
Кокосове	Coconut oil	925 – 938	20–28	8–10	1,0–10,0
Кукурудзяне	Maise oil	920 – 926	– 10	111–130	0,2 – 0,3
Кунжутне	Sesame oil	921 – 924	–3–7	103–112	0,6–0,7
Маслинове	Olive oil	914 – 919	від 0 до –6	75–88	0,2–6,0
Пальмове	Palm oil	921 – 925	32–42	34–61	2,0–40,0
Пальмоядрове	Palm Rernel oil	925 – 955	25–30	10–17	3,0–17,0
Соняшникове	Sunflower oil	921 – 926	–16	119–134	0,4–2,5
Соєве	Soybean oil	922 – 934	–15	114–141	4,8–6,0
Бавовняне	Cotton sped oil	923–931	від 0 до –6	101–116	2,0–6,0
Макове	Poppy oil	924–937	– 16	132–163	3,0–13,0

Фактори, що впливають на збережене перевезення масел

Практика перевезення рослинних масел на морських танкерах показує, що підвищити ефективність перевезення і забезпечити збереженість вантажу можливо тільки після ретельного вивчення системи факторів, які впливають на вантаж у процесі перевезення.

Ці фактори можна розділити на дві групи:

- фактори агресивного впливу на вантаж зовнішнього середовища, такі як вологість і температура повітря, засоленість морської атмосфери, атмосферні опади, попадання морської води у вантаж;
- фактори впливу на вантаж, що залежать від екіпажа судна, такі як недотримання технології підготовки вантажних танків і систем, недотримання температурних режимів підігріву вантажу.

Фактори першої групи впливають на температурний режим вантажу і можуть привести до його застигання або перегріву. При застиганні і підігріві в'язких рослинних масел частина тепла губиться, виділяючись у повітря, забортну воду і у суміжні вантажні танки з більш низькою температурою вантажу. Танкер у повному вантажу близько 80% тепла втрачає через поверхні, омивані водою. У штормових умовах плавання відсоток втрат різко зростає за рахунок омивання судна хвилями і створення прискореної конвенції.

Вологість і температура повітря впливають на процеси відпрівання танків при попаданні в них забортного повітря, а засоленість морської атмосфери - на процес іржавіння корпусу судна і розвитку у вантажі мікроорганізмів, які викликають розкладання речовин.

Атмосферні опади або волога, що перебуває в повітрі, при попаданні у вантаж можуть викликати його обводнювання, а морська вода і солі, що

перебувають у ній, при попаданні у вантаж омилують (розкладають) його, а також впливають на корпус судна і його вантажну систему.

Недотримання технології підготовки вантажних танків і систем може привести до втрати якості перевозимого вантажу внаслідок розчинення в ньому залишків раніше перевезених вантажів (нафтопродуктів, жирів і т.д.), а також внаслідок виділення адсорбованих іржею залишків на стінках вантажних танків, що приводить до зміни кольорів і запаху вантажу.

Порушення температурних режимів підігріву вантажу може привести до перегріву (необоротному процесу зміни якісних показників йодного і кислотного чисел) або застигання вантажу (до додаткових витрат палива на підігрів).

Для зниження шкідливого впливу перерахованих факторів необхідно виконувати захисні заходи на основних етапах транспортно-технологічного процесу. До таких етапів відносяться: вибір судна для перевезення, його підготовка до завантаження, прийом і перевезення вантажу, вивантаження і здача вантажу, мийка вантажних танків після вивантаження.

При виборі судна для перевезення рослинних масел необхідно звернути увагу на те, щоб його вантажопідйомність була не менш зазначеної фрахтувальником мінімальної маси вантажу, а покриття вантажних танків не робило впливу на збереження вантажу (допускається перевезення рослинних масел у вантажних танках, що мають частково збережене захисне покриття або без нього, але за умови видалення шаруватої іржі, що осипалось), щоб технічні дані судна забезпечували необхідну для фрахтівника сепарацію різних коносаментних партій під час перевезення, а габарити судна забезпечували його безперешкодний прохід через вузькості на шляху перевезення і безпечні заходи в порти завантаження і вивантаження.

Велике значення має підготовка судна до приймання вантажу. Ця операція повинна бути виконана відповідно до існуючих правил і технічних умов морського перевезення даного виду рослинного масла.

Якщо в попередньому рейсі перевозили не етилірованні нафтопродукти, то після цього вантажні танки, трубопроводи вантажної і зачистної магістралей, включаючи фільтри, повинні бути ретельно промиті. Необхідно зняти заглушки прийомних патрубків вантажної системи і промити їх. Трубопроводи і змійовики системи підігріву випробовують на герметичність, перевіряють надійність закриття клінкетів замивної і баластової систем, тому що надалі ці трубопроводи можуть бути використані для підігріву вантажу. У випадку виявлення дефектів їх необхідно усунути.

Особлива увагу варто приділити видаленню іржі з поверхні вантажних танків, тому що під шаром окалини можуть бути залишки попередніх вантажів. Іржа може забруднювати і знебарвлювати масла, що розчиняють її, наприклад, пальмове і кокосове. Тому при завантаженні масел у двох і більше портах варто стежити за можливою появою під час переходу висипки іржі в підготовлених для завантаження танках.

Інспектори відправника вантажу, виявивши сліди свіжої іржі, вимагають її видалення шляхом протирання вантажем. Крім того, попадання іржі в

клінкети і інші елементи вантажної системи може порушити їхню нормальну роботу.

Із приходом судна в порт завантаження вантажні танки пред'являються до огляду представникам відправника вантажу (фрахтувальника) на предмет їхньої готовності під завантаження. Результат огляду оформляється сертифікатом про готовність танків. У деяких портах сюрвейери намагаються ухилитися від його оформлення і видачі капітанові. Необхідно настійно вимагати оформлення такого сертифіката як одного з важливих документів, що підтверджує турботу сумлінного перевізника про якісне перевезення вантажу і дає можливість відхилити необґрунтовані претензії до якості вантажу у випадку його псування. Перед початком завантаження необхідно також одержати паспорт якості вантажу і інструкцію з його підігріву під час перевезення.

Під час прийому і у процесі перевезення адміністрації судна необхідно вживати заходів по запобіганню, або зведенню до мінімуму, дії зовнішніх агресивних факторів на вантаж. При розробці вантажного плану і технологічної карти вантажних операцій, необхідно передбачити можливість розділення кількох сортів масел.

Після того як сюрвейер прийме вантажні танки, варто обжати і опломбувати донні кінгстони, скласти акт, у якому вказати кількість, місця постановки пломб і описати їхній відбиток.

Вантажні танки необхідно заповнювати в такій послідовності, щоб можна було перевірити на герметичність перегородки і клінкети, що розділяють різні сорти вантажу.

Завантаження масла здійснюється з використанням вантажної системи судна. В окремих випадках, відповідно до умов договору перевезення (чартеру), допускається завантаження «відкритим» способом, для цього використовуються гнучкі шланги.

Якщо за умовами чартеру і коносаменту судну «кількість і якість вантажу не відомі», то це не виключає необхідності обов'язкового контролю з боку судна відповідності фактичної кількості вантажу на борту кількості вантажу, зазначеній у коносаменті. У практиці перевезення рослинних масел часто вантаж відправляється за пломбами відправника вантажу, що в значній мірі знімає із судна відповідальність за його кількість і якість, але необхідно забезпечити збереження накладених пломб.

Однак і у цьому випадку необхідно перевіряти кількість вантажу. Точну осадку, масу судових запасів, масу вантажу на борту по визначенню судна і заяві відправника вантажу (у випадку розбіжності) необхідно зафіксувати в судовому журналі. Даний запис не скасовує необхідності оформлення акту розбіжності або вручення відправникові вантажу листа-протесту по розбіжностях у визначенні маси вантажу. Наприкінці завантаження необхідно замірити температуру вантажу і записати у вахтовий журнал.

Більшість рослинних масел мають високу температуру застигання і підлягають підігріву в процесі перевезення. Тому до початку завантаження необхідно одержати у відправника вантажу інструкцію з підігріву вантажу, у

якій, зокрема, повинно бути зазначено максимальну температуру підігріву без втрати якості вантажу, а також температура застигання.

Таблиця 8.2 Температура застигання, перевантаження і перевезення рослинних масел.

Найменування масла	Температура застигання, °C	Температура завантаження, °C	Температура перевезення, °C	Температура вивантаження, °C
Арахісове	2–3	Не нижче 15	12–15	Не нижче 15
Басиєве	18–27	45–50	38–41	49–52
Кокосове	14–25	43–46	27–32	41–46
Пальмове	30–43	50–58	32–35	42–55
Пальмоядрове	23–30	45–48	27–32	43–48
Бавовняне	5–8	20–24	15–20	25–32
Соєве	4–6	24–30	20–22	28–34

У табл. 8.2 представлені температурні режими, які рекомендуються, при перевезенні і перевантаженні різних рослинних масел, вони опираються на тривалий практичний досвід перевезень і отримані експериментальним шляхом.

Контроль температури вантажу під час перевезення – найважливіший елемент спостереження за станом вантажу. Температуру масла необхідно вимірювати не менш одного разу за добу, якщо вона коливається в межах 0,5°C. Якщо виявиться зміна температури в більших межах, то вимірювати її необхідно не менш двох разів на добу. Вимір температури виконується на трьох рівнях: на 30–40 см нижче верхнього рівня вантажу; на середині висоти наливу вантажу; на 30–40 см вище рівня зміювиків підігріву.

Результати вимірів заносять у спеціальний температурний журнал, який повинен вестися протягом усього рейсу. Він повинен бути прошнурований, пронумерований, і він буде служити доказом належної турботи перевізника про збереження вантажу.

Під час переходу необхідно також систематично контролювати рівень вантажу в танках. При підвищенні рівня внаслідок зміни температури вантаж варто перепустити в суміжні танки з аналогічним вантажем, відключити на час підігрів і включити систему зрошення палуби. Якщо підвищення рівня викликане попаданням у танки заборотної води, частину вантажу варто відкачати в порожні танки, не допускати попадання обводненого вантажу в сусідні танки з вантажем.

На шляху перевезення можливе обводнювання вантажу у зв'язку з відпріванням корпусу судна. Воно викликається одночасним впливом трьох різних температур: заборотної води, атмосферного повітря і вантажу. У журналі температурних вимірів варто також вказувати температури заборотної води і повітря. Виписки із цього журналу є підтвердженням форс-мажорних обставин, служать підставою для заяви морського протесту і беззаперечно приймаються всіма вантажоодержувачами.

Порядок вивантаження і здачі вантажу після прибуття в порт вивантаження адміністрація судна зобов'язана погоджувати з вантажоодержувачем. Зокрема, необхідно погоджувати порядок зливу вантажу з вантажних танків з урахуванням потужності судових насосів і тиску в трубопроводах згідно норм вивантаження встановлених у даному порту.

На цьому етапі перед перевізником стоїть завдання зниження впливу різних факторів на вантаж з боку судна. З цією метою необхідно виконати наступні заходи:

- відрегулювати вантажні насоси з метою скорочення вібрації вантажних шлангів і корпуса;
- при необхідності продовжити підігрів вантажу, ведучи постійний контроль за його температурою;
- вивантаження масла вести по черзі з носових танків для забезпечення максимального диференту на корму до моменту зачищення.

При зниженні рівня масла на 1,0-1,5 м варто приступитися до мийки танка підігрітим вантажем за допомогою мийних машинок і продовжувати її протягом усього періоду зливу і зачищення танка. Підігрітий вантаж на машинки подається з повного танка мийним насосом. У випадку зупинки вивантаження масла «на берег» по трубопроводах, що перебувають в роботі, варто робити циркуляційне перекачування вантажу з танка в танк, щоб уникнути його застигання. При цьому кінець берегового шланга опускається в вхідний люк танка, а мийні машинки продовжують працювати.

Залишки вантажу, які не піддаються вивантаженню, вибираються за рахунок судна. За узгодженням з вантажоодержувачем можливе використання гарячої прісної води для розрідження вантажу. При цьому варто враховувати, що при подачі води можливо «заварювання» масла.

Так, під час перевезення соєвого масла на т/х «Командарм Федько» (НМП) у жовтні 1981 року з портів США в порт Хоремшехер (Іран) при зачищенні вантажних танків вантажоодержувач зажадав повної вибірки залишків вантажу. Для цієї мети використали спеціально виготовлені гумові палубні гребки, якими залишки вантажу на днищі і наборі танка зганяли до зачистних хrapків. З важкодоступних місць набору залишки масла змивали за допомогою шлангів. Масло подавалося по зачистному трубопроводу. Тверді згустки масла, які залишилися на днищі, у вигляді грудок вибирали з танків вручну. У зв'язку з тим, що зазначена робота не була передбачена умовами договору перевезення (чартером), вантажоодержувачеві був пред'явлений рахунок на оплату додаткових витрат по зачищенню вантажних танків.

При здачі вантажу в порту представник адміністрації судна повинен бути присутнім при відборі проб вантажу. При виникненні розбіжностей з вантажоодержувачем варто запросити через агента судовласника сюрвейера, який зміг би дати висновок з питань якості вантажу, ступеню і причині його псування.

Після закінчення вивантаження масла необхідно зробити мийку танків. Досвід показує, що мити їх потрібно незалежно від того, під який вантаж буде

направлено судно після вивантаження, і чим раніше це зробити, тим ефективніший результат замивання. В іншому разі може відбутися повне висихання плівки масла на поверхні танків, яка згодом значно збільшить обсяг робіт, аж до обдирання плівки, що утворилася, рашкетками.

Практично змочені рослинними маслами поверхні вантажних танків висихають за кілька діб (від 3 до 5), а в жарку сонячну погоду - значно швидше.

Мити вантажні танки найкраще теплою водою, що має температуру + 40–45°C, без застосування мийних засобів. Більш гарячу воду застосовувати не слід через небезпеку «заварити» масло. Масляна плівка на інших поверхнях добре знімається струменем теплої води.

В деяких танках при мийці гарячою водою можуть утворитися грудки, а в окремих місцях – шар маси товщиною 3–5 см, який нагадує рідке мило. Після остигання цю масу важко збити водою. Таке явище можна пояснити «заварюванням» залишків мийною водою, що має температуру вище + 50°C.

Всі роботи у вантажних танках, пов'язані з мийкою і вибіркою вручну твердих залишків, необхідно виконувати, суворо дотримуючись правил техніки безпеки. Рослинні масла за певних умов можуть виділяти токсичний газ – акролеїн, який викликає сильне отруєння (гранично припустима концентрація акролеїна 0,2 мг/м³). Тому допуск людей у вантажні танки для виконання робіт з ручного зачищення без шлангових дихальних приладів забороняється.

Міри безпеки під час перевезення танкерами рослинних масел і жирів тваринного походження

В останні роки значно зріс обсяг перевезень на танкерах рослинних масел і жирів тваринного походження. І незважаючи на те, що накопичено значний досвід таких перевезень, особливості фізико-хімічних властивостей масел і жирів у сполученні з технічними режимами їхнього перевезення вимагають пильної уваги до проблеми безпеки праці екіпажів суден.

Основна небезпека під час перевезення наливом цих вантажів визначається їхнім хімічним складом.

Деякі сорти масел (ойтісікове, тунгове), які застосовуються для технічних цілей, є шкідливими для організму людини і вимагають особливих запобіжних заходів, як під час перевезення токсичних вантажів. Роботи із зачищення цих масел або інші роботи у вантажних танках можна виконувати тільки в захисному спецодязі і з використанням ізолюючих повітряних дихальних апаратів.

Більшість технічних сортів масел і всі харчові масла самі по собі не представляють прямої небезпеки для екіпажів танкерів, що перевозять ці вантажі. Однак схильність масел до окислювання представляє деяку загрозу. Процес окислювання рослинних масел і тваринних жирів супроводжується поглинанням кисню і виділенням діоксиду вуглецю. Для людини становить небезпеку атмосфера, що містить менше 20% кисню по об'єму.

Термічний розпад гліцеридів масел і жирів, що може каталітично прискорюватися металевими стінками нагрівального апарата, приводить до утворення акролеїна, жирних кислот кетенів.

Акролеїн (акриловий альдегід, пропеналь), $\text{CH}_2 = \text{CH} - \text{CHO}$ – це безбарвна легкозаймиста рідина, має надзвичайно гострий і неприємний запах, що дратує слизувату оболонку очей і дихальних шляхів. Запах підгорілих масел і жирів залежить від утворення навіть незначних кількостей акролеїна. Молекулярна маса 56,06. Температура кипіння $+52,5^\circ\text{C}$, розчинність у воді при 20°C становить 40%.

Загальний характер дії на організм людини виражається в сильному роздратуванні слизових оболонок. Має деякі загальні токсичні дії, наркотична дія слабка.

При короткочасному вдиханні невеликих концентрацій акролеїна спостерігається печіння в очах, сльозотечія, кон'юнктивіт, набряк повік, почуття першіння в горлі, кашель. При більших концентраціях явища роздратування проявляються різкіше, крім того – легке запаморочення, приплив крові до голови, болю в животі, нудота, блювота. У тяжких випадках – уповільнення пульсу, слинотеча, похолодання кінцівок, розширення зіниць. ПДК пару акролеїна в повітрі – $0,20 \text{ мг/м}^3$.

Завантаження, перевезення і вивантаження твердих рослинних масел і тваринних жирів проводиться в нагрітому стані. І хоча температура нагрівання не перевищує $+45\text{--}50^\circ\text{C}$ (тільки для пальмового стеарину – $+70^\circ\text{C}$), гріючий пар і конденсат на початку змішувачів системи підігріву вантажу в танках мають температуру $+100^\circ\text{C}$ і вище. Таким чином, у місці контакту металу змішувачів підігріву з вантажем можливий підігрів до температури, що перевищує $+60^\circ\text{C}$. Крім того, під час вивантаження і зачищення танків при зменшенні вантажу в них доводиться зменшувати подачу пару для підтримки заданої температури. Оскільки регулювання виконується вручну і періодично, то також можливий перегрів.

За технологією вивантаження твердих рослинних масел і тваринних жирів при наявності твердих або в'язких залишків вантажу на днищі, наборі і бортах після закінчення зачищення потрібна мийка танків гарячою водою з наступним відстоєм маслководяної емульсії і викачкою на берег змивок з певним вмістом масла. При використанні миючої води з температурою вище $+60^\circ\text{C}$ також можливе виділення парів акролеїна.

Транспортування рідких рослинних масел при плюсових температурах не вимагає їхнього підігріву, однак при плаванні в тропічній зоні в умовах високої сонячної радіації можливе нагрівання палуби до $+70^\circ\text{C}$, що приводить до перегріву дотичного з нею вантажу вище $+60^\circ\text{C}$. У цьому випадку з'являється загроза виділення парів акролеїна в атмосферу вантажних танків.

Особливості зачищення танків наприкінці вивантаження рослинних масел і тваринних жирів, технологія підготовки танків під новий вантаж часто вимагають спуску в них членів екіпажа. У цьому може виникнути

необхідність і при усуненні технічних несправностей систем або пристроїв усередині вантажних танків до повного видалення вантажу.

Контролювати атмосферу потрібно безпосередньо перед спуском людей у танк на двох рівнях: на 0,3 м нижче рівня вантажної палуби і на висоті 0,3 від днища. Для можливості спуску в танки вміст кисню в їхній атмосфері повинне бути не менш 20% по об'єму, а концентрація парів акролеїна не повинна перевищувати 0,20 мг/м³.

При неможливості проконтролювати атмосферу вантажних танків спуск людей дозволяється тільки з використанням ізолюючих засобів індивідуального захисту органів дихання.

Необхідно враховувати, що поріг сприйняття запаху акролеїна значно (у три рази) нижче ГПК, так що відчуття запаху не небезпечно для організму, але свідчить про потенційну загрозу.

Виходячи з викладеного вище, можна зробити висновки:

- під час перевезення танкерами токсичних рослинних масел, використовуваних для технічних потреб, необхідно дотримувати всі запобіжні заходи, передбачені для токсичних речовин. Особливу увагу варто приділяти мірам безпеки при зачищенні, дегазації або ремонтних роботах усередині вантажних танків;
- перевезення наливом рослинних масел і тваринних жирів, що не мають токсичних властивостей при звичайних умовах, особливо харчових сортів, психологічно розхолоджує екіпаж відносно дотримання правил безпеки. У той час як у танках, під час перевезення масел і жирів, можливе утворення токсичних парів акролеїна;
- під час перевезення наливних вантажів рослинного і тваринного походження не слід допускати їхнього нагрівання вище температури, що рекомендується для кожного сорту;
- виконання робіт, пов'язаних зі знаходженням людей у вантажних танках після вивантаження масел і жирів, вимагає попереднього інтенсивного вентилювання танків з наступним контролем складу атмосфери на вміст кисню і акролеїна;
- танкери, призначені для перевезення рослинних масел і тваринних жирів, повинні бути повністю укомплектовані справними ізолюючими дихальними апаратами;
- при неможливості проведення вентилювання або контролю складу атмосфери спуск людей у танки дозволяється тільки в ізолюючих дихальних апаратах. А при роботі на відкритій палубі необхідно дотримуватися наступних запобіжних заходів: не відкривати без особливої необхідності лючки і горловини танків, у яких перебуває вантаж; при замірі рівня вантажу в танку або його температури стояти з навітряної сторони відкритого люка, або горловини; при перших ознаках роздратування слизувати облонок ока, дихальних шляхів або відчутті різкого запаху акролеїна необхідно покинути зону.

8.5. Технологічні особливості перевезення хімічних наливних вантажів

Розвиток хімічної промисловості, будівництво спеціалізованих комплексів по переробці хімічної сировини привело до необхідності перевезення великої кількості хімічних вантажів.

До рідких хімічних вантажів, перевозимих наливом, відносяться рідини і тверді речовини, які перевантажують і перевозять в розплавленому стані.

Ці вантажі, як правило, мають підвищену реакційну здатність, пожежо - і вибухонебезпечні, токсичні.

Безпека перевезення і збереження різних хімічних вантажів залежить від наступних факторів: транспортних характеристик самого вантажу, конструктивних особливостей судна і гідрометеорологічних умов району плавання.

Вантаж - основна ланка технологічного процесу перевезення. За час транспортування він не повинен піддаватися псуванню. Однак більшість рідких хімічних вантажів не можуть протистояти прямому впливу зовнішнього середовища.

Збереженість вантажу від агресивного впливу зовнішнього середовища при його транспортуванні досягається застосуванням різних захисних засобів. Цей захист забезпечується відповідною конструкцією корпусу судна, а також виконанням спеціальних вимог до технологічних систем (вантажної, зачистної, газовипускної, заміру рівня вантажу). Цими ж засобами знижується до мінімуму або виключається витік небезпечних хімічних вантажів.

Незважаючи на це, потрібно враховувати, що корпус судна, його механізми і системи самі можуть впливати на вантаж (вплив матеріалів, захисних покриттів, залишків попередніх вантажів або баластової води, іржі і т.п.).

Таким чином, фізико-хімічні властивості (підвищена щільність, в'язкість, висока температура застигання) і технологія перевезення хімічних вантажів висувають особливі вимоги до конструкції і устаткування спеціалізованих суден:

- необхідність посилення конструкцій вантажних ємкостей (танків);
- регулювання температури вантажу на всіх етапах технологічного процесу, забезпечуване необхідною поверхнею системи обігріву і продуктивністю парогенераторів;
- обладнання суден відповідними системами пожежогасіння, які використовують ефективні вогнегасні засоби, а також системами контролю пароповітряного середовища в незаповнених просторах танків, у насосних відділеннях і кофердах із приладами виявлення вибухонебезпечних концентрацій парів вантажу.

Пожежо - і вибухонебезпечні характеристики вантажу пред'являють більш тверді вимоги до систем вентилявання судових приміщень і вимагають розробки спеціальних правил для електроустаткування.

Токсичність багатьох хімічних вантажів становить небезпеку не тільки для здоров'я екіпажа, але і для навколишнього середовища, тому корпус судна повинен мати особливу конструкцію. На судні повинні бути встановлені прилади для визначення токсичних парів у межах допустимих концентрацій. Крім того, на судні повинен бути комплект захисного одягу, який забезпечив би захист всіх членів екіпажа в аварійних ситуаціях з урахуванням небезпечних властивостей вантажів.

Вимоги по забезпеченню максимальної безпеки екіпажа і надійного захисту навколишнього середовища в цей час є основними.

Залежно від конструктивного захисту судна-хімовози діляться на три групи:

I група - танкери з максимальним ступенем захисту людини і навколишнього середовища;

II група - танкери з помірним ступенем захисту людини і навколишнього середовища;

III група - танкери з мінімальним ступенем захисту людини й навколишнього середовища.

Токсіологічні складності перевезення більшості хімічних вантажів наливом і їхня агресивність у відношенні застосовуваних у суднобудуванні матеріалів знайшли своє відображення в *Правилах Регістра по класифікації і будівництві хімовозів*.

До заходів і засобів, що запобігають псуванню вантажу і його впливу на судно, відносяться:

- застосування нержавіючої сталі для танків, трубопроводів, насосів або використання спеціальних захисних покриттів для звичайної суднобудівної сталі. На багатьох серійних танкерах, призначених для перевезення хімічних вантажів, центральні танки виконуються з нержавіючої сталі, бортові - із суднобудівної, котра покривається спеціальними фарбами. Для забезпечення нанесення захисних покриттів, зручності мийки і підготовки танків при зміні вантажу використовується побудова подвійних палуб з розміщенням підпалубного набору між ними;
- повний розподіл баластової і вантажної систем танкера, що виключає забруднення хімічного вантажу баластовою водою;
- дотримання одного з найважливіших правил будівлі сучасних танкерів-хімовозів: кожному вантажному танку - індивідуальний насос, вантажно-розвантажувальний і пожежний трубопроводи. Виходячи із цього, танки обладнуються заглибними насосами з електричним або гідравлічним приводом і подвійними стінками корпусу;
- приділення особливої уваги регулюванню температури вантажу (перегрів фенолу, наприклад, може привести до катастрофічних наслідків, а зайвий перегрів деяких мономерів - до прискореної їхньої полімеризації, загустінню, збільшенню об'єму), що забезпечується зміювиками, які розміщуються у танках, або нагрівальною системою, розташованою поза танками;

- підвищення міцності вантажних танків через значну щільність деяких хімічних вантажів, наприклад, сірчаної і суперфосфорної кислот;
- запобігання окислюванню і зволоженню перевозимих рідких хімічних гігроскопічних вантажів за допомогою системи регулювання складу атмосфери шляхом подачі у вантажні танки осушеного азоту.

У зв'язку із зростаючим обсягом перевезень наливних хімічних вантажів морем і необхідності запобігання забрудненню навколишнього середовища були розроблені міжнародні документи по забезпеченню безпечного морського перевезення хімічних речовин.

Правила ІМО побудови і експлуатації суден-хімовозів класифікують хімічні речовини на три категорії. Хімічні вантажі I і II категорії повинні перевозитися на суднах I і II груп захисту з подвійними бортами при обов'язковому виконанні наступних умов:

- наявність кофердамів або порожніх відсіків між танками з вантажами, які небезпечно реагують один з одним, тобто несумісними;
- наявність спеціальних автоматичних клапанів, щоб уникнути переливу з вантажних танків при завантаженні;
- ізоляція житлових і службових приміщень, а також машинного відділення, від трубопроводів, які, у випадку витoku вантажу, можуть бути заповнені;
- наявність приладів і пристроїв, що контролюють атмосферу на судні і тим самим забезпечують безпеку екіпажа.

Хімічні вантажі III категорії перевозяться на суднах III групи захисту і на звичайних танкерах, спеціально переустаткованих для цих цілей.

Положення *Міжнародної конвенції по запобіганню забрудненню моря з суден МАРПОЛ - 73/78* поширюються і на рідкі хімічні вантажі, перевозимі наливом. У Конвенції всі шкідливі морському середовищу речовини діляться на 4 категорії: *A, B, C, D*. Скидання із судна небезпечних речовин категорії *A* заборонено, а менш небезпечних (категорії *B, C, D*) - обмежено сумарною кількістю вантажу шляхом розведення його до безпечних концентрацій у процесі скидання за борт на ходу судна.

Заборонено також скидання найбільш шкідливих речовин у так званих особливих районах.

Експлуатація хімовозів має свої особливості, пов'язані з підготовкою танків і доглядом за ними.

Підготовка танків під приймання вантажу - найважливіший етап технологічного процесу. У зв'язку з високими вимогами відносно до чистоти вантажів, підготовка танків може здійснюватися різними способами. У загальному випадку вона може складатися з наступних етапів:

- зачищення від залишків попереднього вантажу;
- промивання морською або прісною водою;
- замивка з використанням хімічних мийних засобів;
- промивання морською або прісною водою;
- пропарювання і висушування.

Умови мийки танків (тривалість етапів, температура і тиск промивної води і миючих розчинів, концентрація мийних засобів) залежить від таких властивостей попереднього вантажу, як розчинність у воді, в'язкість, температура застигання, здатність до полімеризації, стійкість емульсій до різних хімічних мийних засобів.

Забезпеченню кондиційної збереженості вантажів у значній мірі сприяє розробка і застосування ефективних мийних засобів і відпрацьовування методів контролю підготовки вантажних ємкостей судна під зміну вантажу.

Як критерій чистоти відмивання поверхні можна прийняти такий вміст на ній слідів вантажу, при якому повний його перехід у наливний вантаж не змінить якості останнього.

Першими спеціалізованими суднами-хімовозами в ММФ СРСР були судна «Акава» і «Алуксне» Латвійського морського пароплавства. Вантажні танки цих суден були пофарбовані цинковим селікатним покриттям *Dimetcote*.

У кожному вантажному танку був установлений заглибний насос, продуктивність якого при вивантаженні близько 600 м³/ч. Вантажні танки цих суден були обладнані системою дистанційного заміру рівня вантажу. За допомогою двох баластових насосів можна було зробити баластування і дебаластування за той же час, що і завантаження/вивантаження.

Впровадження в практику роботи флоту правил, карт технологічного режиму перевезення (*КТП*) і інших документів, що регламентують безпеку і умови морського перевезення хімічних вантажів дозволило забезпечити їхню збереженість.

8.6. Класифікація і конструктивні особливості танкерів

Нафтовим танкером називається судно побудоване або пристосоване для перевезення наливом нафти у своїх вантажних приміщеннях (танках), включаючи і «танкер - хімовоз».

Відповідно до Міжнародної Конвенції по запобіганню забрудненню з суден (*International Convention for the Prevention of Pollution from Ships, 1973, as modified by the Protocol of 1978 – MARPOL – 73/78*) всі танкери підрозділяються на дві категорії (з погляду пожежної безпеки):

- танкери для перевезення сирої нафти і нафтопродуктів з температурою спалаху нижче + 60°C і тиском пару нижче атмосферного;
- танкери для перевезення нафтопродуктів з температурою спалаху понад +60°C.

Категорія танкерів

В залежності від дедвейту (*DWT*) танкери діляться на такі категорії:

- GP – малотоннажні танкери (6000 – 16999 *DWT*), використовуються для спеціальних перевезень, у тому числі для перевезення бітумів;
- GP – танкери загального призначення (16500– 24999 *DWT*), перевозять нафтопродукти;
- MR – середньотоннажні танкери (25000 – 44999 *DWT*), перевозять нафту та нафтопродукти;

- LR1 – (*Super Tanker*) – великотоннажні танкери 1-го класу (45000 – 69999 DWT), використовуються для перевезення темних нафтопродуктів;
- LR2 – (*Mammoth Tanker*) – великотоннажні танкери 2-го класу (70000 – 149999 DWT);
- VLCC – (*Very Large Crude Carrier*) – великотоннажні танкери 3-го класу (150000 – 300000 DWT);
- ULCC – (*Ultra Very Large Crude Carrier*) – супертанкери (більше 300000 DWT).

Нафтові танкери відповідно до Додатку В до *Міжнародного свідоцтва про запобігання забруднення нафтою (IOPP)* за призначенням класифікуються:

- танкер для перевезення комбінованих вантажів (*Combined carrier*) – розрахований на перевезення комбінованих вантажів (насипних та наливних);
- танкер для перевезення світлих нафтопродуктів (*Clean vessel*), таких як бензин, гас та інш. Нафтохімічні продукти, такі як бензол, ксилол можуть також перевозитись на цих танкерах;
- танкер для перевезення темних нафтопродуктів (*Dirty vessel*). Ці танкери можуть перевозити і світлі нафтопродукти, але попередньо повинні зачищуватись та митись;
- танкер для перевезення хімічних вантажів (*Chemicals tanker*) – танкер з великою кількістю відсіків, використовується для перевезення малих партій нафтохімічних вантажів.

Основний напрямок у конструктивному розвитку середньо - і великотоннажних танкерів - це будівництво танкерів Європейського стандарту («ЕЕЕ») - екологічний, економічний, європейський танкер.

Вимоги SOLAS – 74 і MARPOL – 73/78 до нових нафтових танкерів

Як основний тип наливного судна прийнято однопалубне судно, машинне відділення розташовано в кормі, корпус розділений поперечними перегородками та одною, двома або трьома повздовжніми перегородками.

Відповідно до положень *Міжнародної Конвенції по охороні людського життя на морі SOLAS – 74 (International Convention for the Safety Life at Sea, 1974)* і *MARPOL – 73/78* під терміном «новий нафтовий танкер» розуміють такий танкер:

- контракт на побудову якого був підписаний після 1 червня 1979 р.;
- при відсутності контракту на побудову, киль якого був закладений або який знаходиться в подібній стадії побудови після 1 січня 1980 р.;
- який був значно перебудований: по контракту, який було підписано після 1 червня 1979 р. або ж роботи по якому були розпочаті після 1 червня 1980 р.

Танкери довжиною понад 180 м повинні мати повздовжню систему набору. Вантажні танки і зливні цистерни повинні відділятися від машинного відділення та службових приміщень кофердами.

Від кормової надбудови до полубаку прокладається перехідний місток, він забезпечує безпечне пересування членів екіпажу, а під ним прокладаються кабельні траси та трубопроводи.

Вантажний танк - це закрите приміщення, яке спроектоване для перевезення рідини наливом. Поздовжні і поперечні перегородки повинні бути водонепроникні і витримувати гідростатичний напір води і інерційні навантаження від рідких вантажів.

Поділ вантажних приміщень на танки дозволяє зменшити вільну поверхню рідини. Тим самим зменшити момент інерції вільної поверхні, викликуваний хитавицею.

Поперечні перегородки перешкоджають збільшенню згинального моменту, поздовжні - зменшують вплив вантажу на остійність.

На сучасних танкерах, як правило, встановлюють дві поздовжні перегородки, а при ширині судна 40÷50 і більше метрів встановлюють третю (відбійну), що може бути проникною.

Вантажні танки на танкері з двома поздовжніми перегородками підрозділяються на бортові правого і лівого бортів і центральні.

Розміри і розташування вантажних танків повинні відповідати наступним вимогам:

- передбачуваний налив нафти в будь-якому місці по довжині танкера не повинен перевищувати 30 тис. м³;
- місткість будь-якого центрального танка не повинна перевищувати 50 тис. м³;
- місткість будь-якого бортового танка не повинна перевищувати 75% Ол (30÷40 тис. м³);
- при одній поздовжній перегородці довжина (l_T) будь-якого танка не повинна перевищувати 10 м або, у залежності що більше, 0,1 довжини танкера L;
- при наявності двох і більше поздовжніх перегородок: довжина бортового танка $l_T \leq 0,2 L$, центрального $l_{ц.т.} = 0,2 L$, за умови, що $b/V = 1/5$ (b – ширина бортового танка, V – ширина танкера);
- якщо довжина танка перевищує 0,1 L або 15 м, то в середині довжини танка ставиться відбійна перегородка;
- відстань між поздовжніми перегородками, тобто ширина центральних танків не повинна перевищувати 0,6 V.

Вантажні танки повинні гарантувати:

- збереження якості вантажу;
- захист вантажу від змішання з іншими вантажами і баластом.

Зараз конструктивно танкери мають наступне виконання:

- з двома поздовжніми перегородками;
- з двома поздовжніми перегородками і танками, виділеними для чистого баласту;
- з подвійними бортами (міжбортний простір використовується для ізолюваного баласту);

- з вкладними цистернами танками (ізолюваний баласт розміщується між обшивками корпусу танкера і цистерною);
- з двома поздовжніми перегородками і подвійним дном, міждонний і міжбортовий простір використовується для ізолюваного баласту.

Останні два типи танків мають гладкі поверхні, які спрощують їхнє зачищення, скорочують час вивантаження танкера в цілому.

На днищі вантажного танка розміщені трубопроводи вантажної і зачистної магістралі, а також зміювик для підігріву вантажу. Біля кормової перегородки знаходяться трубки для заміру рівня вантажу і дистанційні показчики рівня, штоки для керування клінкетами. Кожен вантажний танк має горловину – «розширник», площею близько 1 м², з висотою комінгса 0,8 м. У кришці розширника є оглядове вікно діаметром до 300 мм, через нього спостерігають за вантажем, а також роблять заміри рівня вантажу (порожнеч) за допомогою футштока – «хрестовини», а також відбір проб. Від горловини до днища танка встановлено металевий трап. У вантажну палубу вварені кільця діаметром до 400 мм для переносних миючих машинок.

Насосне відділення розташовується між вантажними танками і машинним відділенням. Від вантажних танків воно може відділятися кофердамом. У ньому розміщаються вантажні і зачистні насоси, системи керування вантажними операціями і переключення трубопроводів. Крім цього в насосному відділенні перебуває устаткування і механізми для мийки вантажних танків: насоси, підігрівники води і ін.

«Відстійні танки» (*Slop tank*) - це будь-який танк, що використовується спеціально для збору залишків з танків, промивної води або інших нафтовміщуючих сумішей.

По вимогах МАРПОЛ - 73/78 розміри відстійних танків для танкерів місткістю більше 150 реєстрових тонн повинні бути не менш 3% його вантажомісткості. Сучасні великотоннажні судна обладнуються системою із трьома відстійними танками.

Під час перевезення послідовними рейсами одного сорту вантажу використовується метод завантаження поверх залишків *LOT (load over top)*: нафтовміщуюча промивна вода, включаючи баласт, відстоюється у відстійному танку, сепарується і скидається за борт, а шар нафти повертається у вантажний танк. Можливий варіант, коли баласт після відстою скидається за борт крім двометрового верхнього шару, що містить нафту. Цей шар збирається у відстійний танк, сепарується, вода скидається за борт, нафта – у вантажний танк.

Відповідно до вимоги правила 13 Додатка 1 МАРПОЛ - 73/78 танкери, побудовані після 01.06.82р., повинні мати танки ізолюваного баласту. Вимоги поширюються на танкери для перевезення сирої нафти *DWT* = 20 тис. т і більше, нафтопродуктовози *DWT* = 30 тис. т і більше.

8.7. Спеціальні системи і технологічне устаткування танкера

У систему вантажної обробки танкера входить технологічне устаткування: вантажні і зачисні насоси, трубопроводи вантажної і зачисної магістралей, маніфольди і приймальні патрубки (храпки), арматура трубопроводів.

Вантажні і зачисні насоси призначаються для вивантаження нафтопродуктів з танків, переміщення вантажу по танкері, зливу баласту. На танкері встановлюють не менш двох взаємозамінних насосів загальною продуктивністю не менш 10% від дедвейту. Найбільш широко застосовуються центробіжні насоси (продуктивністю 5000 м³/година і більше).

Зараз на танкерах використовуються наступні види вантажних систем:

- кільцева система вантажного і зачисного трубопроводів;
- прямолінійна система вантажного і зачисного трубопроводів;
- вантажна система з перегородковими клінкетами (система перетікання).

Кільцева система трубопроводів призначена для танкерів, що перевозять один (максимум два) сорти вантажу, встановлюється на танкерах малої і середньої величини, недолік - несумісність вантажних і баластових операцій.

Прямолінійна система використовується на танкерах, що перевозять три і більше сортів вантажу. Вона складається з декількох вантажних магістралей, кожна з яких обслуговує певну групу танків (носову, кормову середню) окремим насосом. Магістралі і насоси взаємозамінні.

Для прискорення завантаження між палубною вантажною магістраллю (як кільцевою, так і прямолінійною) і магістраллю, прокладеною на днищі вантажних танків, встановлюються вертикальні трубопроводи (стояки), які дозволяють робити налив, минаючи вантажні насоси.

Система з перегородками клінкетами (перетікання) заснована на вільному перетіканні наливного вантажу через перегородкові клінкетні двері, які з'єднують між собою всі вантажні танки, створюючи єдиний вантажний відсік. При зливанні вантаж перетікає в кормовий танк, звідки його відкачують вантажні насоси.

Для з'єднання вантажної магістралі танкера з береговою вантажною магістраллю використовуються гнучкі шланги, які повинні задовольняти таким вимогам:

- мінімальний розривний тиск шланга повинен в чотири рази перевищувати тиск, встановлений на запобіжному клапані, а при його відсутності, у чотири рази перевищувати тиск, що розвивається насосами;
- мінімальне значення розривного тиску визначається відповідно до прийнятих стандартів.

Кожен шланг повинен мати маркування з вказівкою: «використовується для нафти», дати виготовлення шланга, величини робочого і розривного тиску, дати останніх і наступних випробувань (строк придатності), величини тиску при випробуваннях.

Капітан танкера може забракувати будь-який шланг, який здасться йому несправним або відсутній сертифікат про проходження випробування, або з

простроченим терміном дії. Шлангопідйомний судновий кран (стріла) повинен мати вантажопідйомність, що забезпечує 1,5 ваги шланга з вантажем.

Стендер – металевий вантажний береговий пристрій, що складається із шарнірно – зчленованих труб для приєднання їх до суднової вантажної магістралі (до маніфольду).

Маніфольд – прийомний пристрій для з'єднання берегових вантажних шлангів з вантажною магістраллю танкера. Маніфольд встановлюється на міделі, на відстані не менш 4,6 м від правого і лівого бортів. Маніфольд складається із трубопроводів, один кінець яких приєднаний до палубної вантажної магістралі, другий - обладнаний прийомним патрубком і запірним клапаном. До нього приєднується гнучкий шланг берегової вантажної магістралі. У комплект трубопроводів входить як мінімум чотири трубопроводи: два вантажних, один бункеровочний і один для відводу пару.

Запірні клапани (клінкети) – пристрої для зміни площі прохідного перерізу. На вантажній магістралі встановлюються регульовальні клапани: приймальні клапани - відтинають палубну магістраль від берегової; січні клапани - відтинають ділянку вантажної магістралі від групи танків; танкові клапани - відтинають кожен танк від вантажної магістралі.

Керуючі пристрої дозволяють здійснювати відкриття - закриття клінкета і установку його в задане положення.

Виконавчі механізми (*сервомотори*) здійснюють переміщення засувки клінкетів. Вони підрозділяються на пневматичні, електричні і гідравлічні.

Пристрої зворотнього зв'язку - сигналізація про положення клінкетів.

Дистанційні вимірники - призначені для регулювання процесу наливу/зливу рідини.

Газовідвідна і вентиляційна системи вантажних танків призначені для видалення газоповітряної суміші (пару) при завантаженні і для заповнення танків атмосферним повітрям при вивантаженні. На великотоннажних танкерах при інтенсивному завантаженні в атмосферу викидається до 20 тис. м³/годину пожежо – і вибухонебезпечних вуглецеводневих парів.

Відповідно до правил Регістра припустимий тиск у танках не повинен бути вище атмосферного на 20 кПа (0,20 кгс/см²) і нижче, ніж 7 кПа (0,075 кгс/см²). Це обумовлено тим, що корпуси вантажних танків випробовують на надлишковий тиск 25 кПа (0,25 кгс/см²).

Тому газовідвідна система повинна забезпечувати видалення максимальної кількості парів вантажу під час завантаження, не допускається перевищення допустимого тиску в танках. Пропускна здатність газовідвідної системи повинна перевищувати на 25% найбільшу продуктивність завантаження танкера.

Система інертних газів (СИГ)

Міжнародна конференція по безпеці танкерів та запобіганню забрудненню навколишнього середовища з суден, яка відбулася в лютому 1978 року, рекомендувала ІМО розробити доповнення до Конвенції SOLAS 74, відносно використання системи інертних газів (СИГ) при перевезенні нафтових та хімічних вантажів. Вона повина бути передбаченою в кожному вантажному,

баластному та відстойному танках танкера дедвейтом 20000 т і більше відповідно до Правил Глави II – 2 SOLAS –74, використовується для активного захисту вантажних танків від пожежі та вибухів. СИГ використовується для захисту танків як під час вантажних операцій, так і на переході морем.

Продуктивність СИГ повинна перевищувати на 25% продуктивність вантажних насосів. Як інертний газ можуть використовуватися відпрацьовані димові гази головних і допоміжних котлів або газ від спеціально встановлених генераторів.

Інертний газ, який виробляється судновою установкою, складається з таких компонентів в відсотковому відношенні до об'єму: азот – 77%, вуглекислий газ – 14%, кисень – 3%, розпилена вода – 5%, сірчаний газ – 1,0%.

Вуглекислий газ виробляється котлами і являється продуктом спалення палива. Охолоджувачем газу служить забортна вода, яка заповнює скруббер (газоочищувач) до заданого рівня. Пройшовши воду та фільтри скрубера очищений інертний газ по системі трубопроводів поступає у вантажні приміщення (танки).

Для випуску інертного і іншого газу під час завантаження або при вентильованні танків на танкері є газовідвідна труба (щогловий стояк).

Примітка:

1. В деяких портах не дозволяється викид шкідливих газів в атмосферу, тобто відкривати щогловий стояк. В цьому випадку гази відводяться через спеціальну трубу (*Vapour Line*), яка приєднана до берегової газовідвідної труби, яка встановлена біля маніфольдів. Вона приєднується до труби СИГ.

2. Деякі судна, особливо продуктовози, не мають палубного стояка, гази з танків викидуються через запобіжні клапани, які встановлені у кожному танку.

Порядок включення системи СИГ такий:

- переконатись, що котел виробляє газ з вмістом кисню не більше 5% по об'єму;
- переконатись, що забезпечено електричне постачання всіх механізмів управління, сигналізації і автоматичного відключення;
- переконатись, що в скруббер і палубний водяний затвор подається достатня кількість води спеціальними насосами;
- перевірити спрацювання сигналізації і засобів відключення СИГ в залежності від кількості води в скруббері та палубному водяному затворі;
- переконатись в тому, що клапани впуску свіжого повітря для дегазації, якщо такі встановлені, закриті, а заглушки закріплені на штатних місцях;
- перекрити доступ повітря у будь-які ущільнюючі пристрої клапана відсічки інертного газу;
- відкрити впускний клапан одного з нагнітальних насосів (якщо не планується використання іншого способу);
- включити нагнітальний насос;

- перевірити сигналізацію, яка спрацьовує у випадку виходу із ладу одного з нагнітальних насосів;
- відкрити клапан випуску газу в атмосферу.

Після виконання вище перерахованих операцій система інертних газів готова до подачі газу в танки.

Для пуску інертного газу в танки необхідно:

- відкрити щогловий стояк;
- відкрити незворотній та ізолюючий клапани;
- відкрити автоматичний впускний клапан;
- закрити і поставити на автоматичну роботу клапан випуску газу в атмосферу.

Порядов відключення СІГ такий:

- після того, як в результаті перевірки було встановлено, що вміст кисню в атмосфері всіх танків не перевищує 8% (деякі компанії вимагають 7%), а тиск в них відповідає вимогам (300 – 600 мм водяного стовпа), закрити палубний незворотній клапан та ізолюючі клапани;
- відкрити клапан випуску газу в атмосферу;
- відключити нагнітальні насоси інертного газу;
- закрити впускні і випускні клапани нагнітальних насосів;
- закрити клапан відсічення інертного газу;
- відкрити систему повітряного ущільнення;
- промити скруббер та палубний водяний затвор.

Якщо система не підтримує необхідного тиску в процесі вивантаження або відкачки баласту, то це може трапитися в результаті:

- помилкового спрацювання системи автоматичного контролю тиску;
- випадкового закриття клапану інертного газу;
- невідповідності тиску, який здійснюють нагнітальні насоси, необхідній величині;
- інтенсивність вивантаження перевищує продуктивність нагнітальних насосів.

При виявленні поломок СІГ необхідно зразу ж зупинити вивантаження або зменшити інтенсивність її роботи в залежності від того, чи можливо підтримувати необхідний тиск в танках або концентрацію кисню менше 8% до усунення поломок, чи ні.

Інертний газ може подаватися в танки двома шляхами: відводами труб головної інертної системи для кожного танка; приєднанням інертної системи до вантажної магістралі.

В багатьох портах світу вивантаження вантажу може бути дозволена тільки після ретельного огляду всієї системи інертних газів. Такий огляд виконується представником контролюючого органу, який спеціально уповноважений капітаном порту. Після такого огляду судну видається дозвіл (сертифікат), який підтверджує, що судно може безпечно вивантажуватися.

При цьому, крім інспекції самої СІГ, перевіряються і відповідні судові сертифікати та документація, які мають відношення до безпечного

вівантаження вантажу (*LOOP certificate, COW – Manual, Inert Gas System Manual and ect.*).

Система підігріву вантажу

Дуже часто умови чартеру вимагають збереження температури вантажу, яку він мав при завантаженні або його нагрівання до необхідної температури під час рейсу. У більшості випадків такою температурою є 135°F (+57,2°C). Система підігріву вантажу необхідна:

- для запобігання затвердіння (кристалізації) вантажів, які мають високу температуру плавлення;
- зменшення в'язкості високов'язких вантажів;
- підтримки певного температурно-технічного режиму з метою збереження якості вантажу.

Існують два види нагрівання вантажу:

- змійовиками, які розміщені на висоті близько 20 - 30 см від днища танків;
- палубними нагрівачами, які встановлені на верхні палубі.

Змійовики системи підігріву вантажу на танкерах мають різну конструкцію, матеріал – нержавіюча сталь. Вони мають форму:

- декількох витків труб, розташованих на висоті 20 – 30 см від днища танка на всю його довжину;
- пакетів, які утворені витками труб, в залежності від розмірів танка встановлюють 2 – 4 пакети на висоті 20 – 30 см від днища танка. Висота такого пакета досягає 1,5 м і займає площу до 10 м².

Регулювання нагріву вантажу виконується таким чином:

- відкривають повністю клапани на трубах подачі і виходу вантажу з нагрівника (сікучі клапани вантажної магістралі повині бути закриті);
- запускають вантажний насос (*FRAMO*), який переміщує вантаж до нагрівника. Вантаж слідує по трубі подачі вантажу і, пройшовши нагрівач, через трубу виходу вантажу направляється у той же вантажний танк, з якого він поступив. Тиск гідравлічного масла на насосі повинен бути 50-80 Па;
- відкривають сікучі клапани;
- чекають, поки з конденсатної труби, яка має невеликий відросток, закритий клапаном для випуску конденсату на етапах перевірки та регулювання, не піде пар з краплинами вологи (у вигляді дрібного дощу);
- закривають клапан, а потім швидко його відкривають на 2-3 оберти. Проміжок часу між повним закриттям клапану та його відкриттям на 2-3 оберти не повинен перевищувати 10 с;
- закривають відросток конденсатної труби.

Хороший ефект нагріву вантажу одержується, якщо різниця між вхідною і вихідною температурами вантажу з нагрівача складає 5-8°C.

Закінчення нагрівання вантажу виконується в такій послідовності:

- відкривають відросток конденсатної труби;
- закривають сікучий клапан подачі пару;

- після закінчення виходу пару або конденсату з відростка конденсатної труби закривають ручний клапан;
- зупиняють вантажний насос;
- закривають клапан на трубі подачі вантажу в нагрівач;
- дають стекти залишкам вантажу з нагрівача через трубу виходу вантажу з нагрівача;
- закривають клапан труби виходу вантажу з нагрівача;
- відкривають осушувальний клапан і дають можливість залишкам вантажу стекти з нагрівача;
- закривають клапан відростку конденсатної труби;
- закривають осушувальний клапан.

Як теплоносії використовується, в основному, насичений пар з тиском не вище 0,5МПа, що дозволяє нагрівати змішувачі до 150°C. Продуктивність системи підігріву повинна забезпечувати підвищення температури вантажу від + 40°C до + 70°C за 96 години при температурі заборотної води + 5°C. З погляду безпеки температура підігрітого вантажу повинна бути на 10°C нижче його температури спалаху

$$t_{nid.g} < t_{cn.g} - 10^0 C \quad (8.10)$$

Судноводію необхідно пам'ятати, що у випадку зупинки з будь-якої причини вантажного насоса або порушенні порядку закінчення нагрівання, можливе розрушення корпусу нагрівача або його ущільнюючих з'єднань із-за різкого збільшення температури вантажу в нагрівачі.

У суднових керівництвах по використанню нагрівальних систем поміщені довідкові таблиці або графіки для розрахунку часу розігрівання вантажу.

Регулювання тиску газу в танках

Для регулювання тиску газу в танках використовуються запобіжні клапани (PV – valves) і водяний затвор, які дозволяють регулювати тиск від –400 до +1500 мм водяного стовпа. Запобіжні клапани встановлюються на кожному танку включаючи *Slop tanks*. Досвід перевезення нафтопродуктів показав, що в рейсі тиск в танках необхідно тримати в границях +700 мм водяного стовпа.

У сонячну спекотну погоду тиск в танках підвищується. Якщо танкер перевозить однорідний вантаж і труби інертної газової системи з'єднанні з палубним стояком і танками, то при досягненні газового тиску в системі більше 1000 мм водяного стовпа необхідно стравити газ з танка до величини в 300 – 500 мм водяного стовпа за допомогою відкриття клапана палубного стояка.

При тиску газів в танку, який не перевищує –200 мм водяного стовпа, необхідно включати в роботу СИГ і довести тиск в танках до +500-700 мм водяного стовпа.

Система зрошення використовується для зниження інтенсивності випару нафтопродуктів у випадку нагрівання палуби сонячною радіацією. Вона складається із трубопроводу, розташованого під перехідним містком. Від

трубопроводу відходять відростки з розпилювачами, розпилена вода покриває всю площу вантажної зони.

8.8. Експлуатація нафтового танкера

Під експлуатацією танкера розуміють наступні етапи його роботи: підготовка танкера до завантаження, контроль в рейсі за станом вантажу (його параметрами), вивантаження, баластний перехід, зачистка і миття танків, дегазація танків.

В цілях безпеки танкера, збереження вантажу і запобігання забрудненню моря всі етапи роботи танкера суворо регламентовані міжнародними і національними правилами, рекомендаціями, відступ від яких недопустимі.

Техніко-експлуатаційні характеристики танкера (*TEX*) визначають ступінь пристосованості і придатності судна до транспортування певних видів вантажу.

До *TEX* відносяться:

- класифікація судна і його призначення, підтверджені класом Регістра;
- лінійні характеристики судна і осадка;
- вантажні характеристики судна, вантажопідйомних механізмів, іншого технологічного устаткування і систем;
- тип і потужність головного двигуна, швидкість судна;
- рід палива і його витрата на ходу і на стоянці, дальність плавання.

При укладенні договору про морське перевезення вантажу фрахтувальника цікавлять наступні *TEX* танкера, які йому зобов'язаний надати судновласник:

- клас танкера: район плавання, льодовий клас, категорія танкера;
- лінійні розміри, максимальне осадка, відстань від носа судна до центру маніфольда (*BCM – Bow Center Manifold*), від кіля до топ – щогли (*KTM – Keel Top Mast*);
- водотоннажність, дедвейт, вантажомісткість, число тонн на 1 см осадки, питома вантажомісткість;
- кількість вантажних танків, наявність захисного покриття в танках і найменування вантажів, які в них перевозилися в останніх двох–трьох рейсах;
- система вантажних магістралей, діаметр трубопроводів, допустимий тиск в магістралі;
- наявність січних клінкетів, шлангопідіймальника;
- тип і кількість вантажних насосів, їх продуктивність, витрата палива на роботу насосів;
- наявність системи підігріву в танках і її продуктивність;
- наявність системи інертних газів;
- наявність танків ізольованого баласту, наявність системи миття сировою нафтою;
- тип і потужність головного двигуна, швидкість танкера, рід і витрата палива на ходу за добу.

Обмін інформацією перед прибуттям танкера в порт

Перед прибуттям танкера в порт відбувається обмін інформацією між: капітаном і властями порту; капітаном і терміналом.

Капітан повідомляє портовим властям наступне:

- назву, позивні і прапор судна;
- найбільшу довжину, ширину і висоту судна;
- очікуваний час прибуття судна в порт;
- максимальну осадку на прихід в порт і на вихід з порту;
- загальну кількість і найменування вантажу на борту і ту кількість вантажу, яка призначена для вивантаження в порту заходу, якщо судно прибуває в порт для вивантаження;
- чи обладнано судно *СИГ* (*IGS – Inert Gas System*) і яка концентрація кисню і сірководню у вантажних танках на прихід;
- кількість залишків нафти або нафтових вантажів на борту танкера і чи має намір судно вивантажити їх в порту;
- дефекти (якщо такі є), які обмежують судно безпечно входити, виходити і знаходитися в порту;
- стан суднових сертифікатів;
- стан здоров'я екіпажа і чи були які-небудь в рейсі випадки травматизму, хвороби або смерті.

Інформація, яку передає капітан терміналу, містить:

- осадку і диферент судна на прихід;
- очікувана максимальна осадка і диферент на момент закінчення вантажних операцій;
- чи потрібна допомога буксирів при швартовці;
- якщо танкер обладнаний *СИГ*, то необхідно (якщо це потрібно) підтвердити концентрацію кисню і сірководню у вантажних танках;
- чи має судно намір використовувати систему миття танків сирою нафтою чи ні;
- чи є деякі дефекти суднового устаткування, які здатні викликати затримку судна біля причалу;
- деталі розташування суднових маніфольдів, їх тип і розмір;
- норму завантаження (вивантаження) вантажу;
- відомості про кількість суднових залишків і брудного баласту на борту і інші відомості.

Термінал повідомляє капітану наступне:

- глибину біля причалу і щільність води;
- кількість буксирів, призначених для швартовки;
- сторону і схему швартовки;
- кількість і розмір берегових з'єднань;
- вимоги по використанню *СИГ*;
- очікуваний час початку вантажних операцій;
- кількість вантажу для завантаження;
- чи буде використовуватися судновий трап або трап буде поданий терміналом;

- вимоги по миттю танків сировою нафтою;
- обмеження терміналу і іншу інформацію.

Все листування, якщо капітан не одержав інші вказівки від фрахтувальників, виконується через судового агента, призначеного судовласником або фрахтувальником в порту завантаження (вивантаження).

Підготовка вантажних приміщень до завантаження

Для підготовки танкера до прийому чергового вантажу необхідно виконати ряд підготовчих робіт, основною з яких є миття танків.

Виробниче середовище, в якому виконується процес миття, є вибухонебезпечним і токсичним. Тому обличчя членів екіпажу, допущених до виконання мийних робіт, повинні бути відповідним чином підготовлені, змащені кремом або захищені маскою.

Перед початком миття необхідно визначити вміст кисню і сірководню в танках і прийняти залежно від отриманих результатів стратегію миття, яка залежно від отриманих результатів може бути виконана таким чином:

- з попередньою вентиляцією танків перед миттям до приведення їх атмосфери в необхідний стан;
- із застосуванням СІГ або без застосування.

При проведенні миття танка необхідно постійно вимірювати концентрацію кисню і сірководню і не допускати створення вибухонебезпечної атмосфери.

Як правило, миття танків здійснюють по замкнутому циклу, тобто мийну воду збирають в одному або двох танках, які називаються *відстійними (Slop Tanks)*.

Миття танків повинне виконуватися відповідно до вимог *Міжнародної Конвенції по попередженню забруднення моря з суден (MARPOL 73/78 – International Convention for the Prevention of Pollution from Ships)*.

Миття танків виконують стаціонарними мийними машинками, тиск мийної води, що поступає на машинки 8 – 12 кг/см², витрата води – до 100 м³/ч, довжина водяного струменя – 25-36 м.

Машинки оснащені програмним управлінням, що передбачає 4 цикли миття і дозволяє здійснювати підйом або опускання сопла з дискретністю 1°, 2°, 3°, 8,5° і виконувати один цикл миття за 10-50 хв.

Тривалість миття, а також необхідність використання гарячої води і хімікатів, визначаються по *Керівництву по миттю танків (Tank Clearing Guide)*.

Миття танків без попереднього набору води в *Slop Tanks* здійснюється за наступною технологією:

- при відкритому клапані вода поступає від клапана кінгстона по трубопроводу до мийного насоса;
- від насоса забортна вода через клапан слідує по двох напрямках до мийної машина;
- через відкритий клапан вода поступає до нагрівача і, нагріваючись до певної температури, прямує по трубопроводу до мийної машинки;

- від вантажного танка через зачисний патрубок і відкриті клапани за допомогою зачисного насоса, використана мийна вода разом із залишками вантажу прямує по трубопроводах в *Slop Tanks*.

Миття вантажних танків з попереднім набором води в *Slop Tanks*:

- спочатку виконуються всі процедури, описані вище;
- мийна вода збирається в одному з *Slop Tank* (припустимо лівого борту) до певного рівня, який дозволяє зробити відстій води;
- мийна вода, що відстоялася, через патрубок за допомогою трубопроводу переливається в правий *Slop Tank*;
- при наборі потрібної для миття маси води закривається кінгстон;
- підігріта мийна вода нагрівачами *Slop Tanks* через патрубок і відкриті клапани по трубопроводах поступає до мийного насоса і далі слідує до мийної машинки по описаних раніше маршрутах.

Підготовка танків після перевезення сирої нафти або світлих вантажів до завантаження іншого вантажу не викликає утруднень і може бути виконана гарячою водою при її температурі +50-60°C. У необхідних випадках може бути використано невелику кількість хімікатів.

Зовсім по-іншому виконується підготовка танків у тому випадку, коли судно одержало вказівку підготуватися до прийому світлих вантажів після перевезення темних вантажів (наприклад, мазуту).

У такому разі миття може виконуватися по двох варіантах:

- гарячою водою, нагрітою до температури не нижче +60°C, з додаванням хімікатів. На миття одного танка витрачається не менш 3-х годин;
- гарячою водою, нагрітою до температури не нижче +60°C, протягом 4-6 годин з подальшим миттям протягом 15-30 хв. пропонується для перевезення вантажем (наприклад, дизельним паливом, гасом і ін.). Залежно від розміру танкера може бути потрібно 100 т і більш пропонується для подальшого перевезення вантажу за тієї умови, що він використовуватиметься для миття танків по замкнутому циклу.

Миття танків виконується в наступній послідовності:

- на мийній машинці рукоятку вибору програми встановлюють в положення 3 або «Full» і протягом 15-20 хв. сполоскують танк холодною водою;
- рукоятку вибору програми переводять в положення 2 і спеціальним ключем встановлюють максимальний кут підйому або опускання сопла мийної машинки (кут до 160°);
- починають миття танка гарячою водою (з хімікатами або без) знизу-вгору, тобто використовується шкала чорного кольору. Цим забезпечується першочергове видалення залишків попереднього вантажу з днища танка;
- після приходу сопла в крайнє верхнє положення рукоятку вибору програми переводять в положення 1 і спеціальним ключем міняють шкалу чорного кольору на білий, тобто починають миття танка зверху – вниз. Кут підйому сопла спочатку циклу повинен бути максимальним;

- коли сопло мийної машинки опускається вниз – рукоятку вибору програми переводять в положення 2 і промивають днище танка, тобто задають кут підйому сопла в межах 30-40°;
- після закінчення миття танка і повної його вентиляції виконують зачистку залишків нафтопродуктів і мийної води ручним способом;
- якщо чистота танка не задовольняє вимогам, то цикл миття повторюється.

Відпрацьована мийна вода після відділення від неї нафти в одному з *Slop Tank* може бути вилита за борт з використанням системи контролю за вмістом нафти у воді (*ODM – Oil Discharging Monitoring*). Допускається скидати не більше 30 л нафтопродуктів в море на відстань в 1 милю.

Кількість скинутої в море нафти, відповідно до *MARPOL 73/78*, не повинна перевищувати 1/30000 від кількості вантажу, який перевозиться, в рейсі, наприклад, якщо танкер перевозив 150000 т нафти, то скинута в море кількість нафти не повинна перевищувати 5 т.

Після миття танків за допомогою вентилявання необхідно довести зміст кисню до 21% і виконати вибірку залишків.

Після завершення миття морською водою протягом 10-15 хв. танки сполоскують прісною водою, якщо цього вимагають умови договору перевезення, і танки інертирують.

Завантаження судна

При прибутті судна в порт капітан зобов'язаний вручити *Notice of Readiness* (*Нотіс про готовність судна до вантажних операцій*). Кому він повинен бути поданий, обмовляється в рейсових інструкціях (розпорядженнях). Капітан не має права подавати *Notice of Readiness* про готовність судна до завантаження до початку *Lay Can*, якщо він не одержав додаткових інструкцій від фрахтувальника.

Наприклад, судно прибуло в порт завантаження 10 серпня, *Lay Can* визначений 12-14 серпня, *Notice of Readiness* повинен бути поданий 12 серпня в 00 год 01 хв. місцевого часу.

Після прибуття судна в порт вивантаження *Notice of Readiness* подається негайно.

Як рекомендує капітан Железний Г.М., кращим часом для подачі *Notice of Readiness* є час, коли судно увійшло до портових вод і зупинилося в очікуванні лоцмана, стало на якор, лягло в дрейф в очікуванні розпоряджень.

Незалежно від того, чи слідує судно до причалу чи ні, необхідно подати *Notice of Readiness*, використовуючи судовий радіозв'язок, агенту для подальшого оформлення, а також сповіщення всіх зацікавлених осіб.

Практично у всіх портах світу капітану дозволяється подати *Notice of Readiness*, навіть якщо судном не одержана вільна практика.

Час подачі *Notice of Readiness* обов'язково записується в судовому журналі.

Акцептується *Notice of Readiness* представником порту (терміналу) або відправника (одержувача) або судовим агентом. Бажано, щоб в *Notice of Readiness* була відмітка, що він акцептований згідно з вимогами і умовами діючого *Чартеру*.

Якщо *Notice of Readiness* не акцептований датою і часом приходу судна в порт, то капітану слід подати *Letter of Protest* (*LETTER OF PROTEST*).

Узгодження плану завантаження

Завантаження танкера може виконуватися при його стоянці біля причалу, монобуя або судна-постачальника.

Для виконання вантажних операцій біля причалу танкер повинен бути надійно ошвартованим. Повинно бути подано достатню кількість швартових кінців так, щоб виключити переміщення судна уздовж причалу, а також його відрив від причалу при погіршенні метеорологічних умов.

Відповідальність за якість берегових з'єднань лежить на терміналі.

До початку завантаження старший помічник капітана (відповідальний за вантажні операції на судні) спільно з представником терміналу (*Loading Master*) погоджують план завантаження, в якому повинно бути вказано:

- послідовність вантажних операцій;
- інтенсивність завантаження – початкова, максимальна і при закінченні завантаження;
- максимальний допустимий тиск в суднових маніфольдах;
- по чийй команді буде зупинене все завантаження;
- метод зв'язку з терміналом, сигнали і командні слова, вживані в даному порту при початку, під час завантаження і при його закінченні;
- заходи по запобіганню забруднення моря;
- порядок виконання надзвичайних робіт при розливах нафти;
- інші питання, що мають відношення до завантаження.

Якщо для судна визначено фіксовану кількість вантажу і судно вважає, що після закінчення завантаження деякі вантажні приміщення не будуть заповнені повністю, то доцільно відповідальність за зупинку подачі вантажу на судно покласти на термінал.

При перевезеннях будь-яких наливних вантажів дозволяється використовувати тільки 98% вантажомісткості танкера, залишок 2% – називається *коефіцієнтом безпеки*, тобто запас об'єму для непередбаченого розширення вантажу.

У випадку, якщо судном одержана вказівка вантажити вантаж на повну вантажомісткість (98%), то в цьому випадку зупинка вантаження виконується по команді судна.

Судно не повинне починати завантаження, якщо у нього немає повної інформації про вантаж і його властивості. Вантажовідправник несе відповідальність за правильність відомостей, повідомлених їм про вантаж.

Старший помічник капітана (вантажний помічник) повинен погоджувати з представником терміналу питання, які стосуються безпечного проведення вантажних робіт і стоянки судна в порту. Як правило, таке узгодження виконується у формі *Перевірочного листа (Check List)*. Узгоджену форму *Перевірочного листа* підписують: старший помічник капітана (представник судна) і представники берегових властей (майстер по наливанню, представник нафтового терміналу і ін.).

Вантажний план

Після заповнення і підписання сторонами *Перевірочного листа* відбувається узгодження *вантажного плану (Cargo Plan)*. Він повинен

враховувати: вантажопідйомність і вантажомісткість судна; транспортні характеристики вантажів; належну остійність і міцність судна з урахуванням витрачання суднових запасів і майбутніх бункерувань на маршруті переходу; заданий диферент.

Норми завантаження танкера

Завантаження біля причалу може здійснюватися за допомогою стендерів або шлангів. При цьому залежно від внутрішнього діаметру стендера (шланга) і швидкості руху рідини в ньому норма на одне з'єднання повинна бути не більше вказаної в таблиці 8.3.

Таблиця 8.3 Максимальна норма завантаження

Швидкість рідини 12 м/с			Швидкість рідини 15 м/с		
Діаметр, дюйми	м ³ /час	Баррель/ година	Діаметр, дюйми	м ³ /час	Баррель/ година
6	788	4 950	6	985	6 190
8	1 400	8 810	8	1 875	11 000
10	2 180	13 700	10	2 730	17 200
12	3 150	19 800	12	3 940	24 700
16	5 600	35 200	16	7 000	44 000
20	8 750	55 000	20	10 900	68 000
24	12 600	79 300	24	15 700	99 100
30	19 700	123 000	30	24 600	154 000

Окрім цього, максимальна норма завантаження може бути обмежена Регістром по максимальній продуктивності запобіжних клапанів, встановлених на кожному вантажному приміщенні. Іншими словами, якщо випускна газова продуктивність запобіжного клапана кожного танка рівна 2500 м³/ч і згідно з Додатком до Класифікаційного сертифікату одночасному вантаженню підлягає не більше чотирьох танків, то норму вантаження слід обмежити до 10000 м³/ч.

Старшому помічнику капітана слід погоджувати з представником терміналу норму завантаження вантажу, при цьому необхідно заповнити *Maximum Permitted Loading Rate*.

Способи завантаження/вивантаження танкера

В процесі вантажообробки танкера спостерігаються наступні явища:

- при наливанні вантажу в танк в ньому утворюється противотиск пару, який витісняється вантажем;
- при зливанні вантажу в танку утворюється розріджена атмосфера.

В цілях виключення цих явищ і підвищення інтенсивності вантажної обробки танкера використовується три способи завантаження/вивантаження:

- «звичайний спосіб» – при завантаженні і вивантаженні відкривають оглядові вікна або кришки розширювачів, через які відбувається витіснення пару або всмоктування повітря. Цей спосіб використовується при вантажній обробці нелетючих і нетоксичних вантажів;

- «закритий спосіб» – при завантаженні і вивантаженні закриті оглядові вікна, замірні отвори. Витіснення пару або всмоктування повітря відбувається через газовідвідну систему. Даний спосіб використовується при вантажній обробці летючих, токсичних вантажів;
- завантаження «через верх» – (*loading overall (loading from the toop)*). Завантаження проводиться через розширювач за допомогою шланга, опущеного до днища танка і закріпленого в межах горловини. У такий спосіб вантажиться нелетючий вантаж, температура спалаху якого на 10°C нижче за температуру спалаху, завантажуваний танк дегазований.

Для вимірювання рівня рідини в танках використовуються пристрої відкритого, напіввідкритого і закритого типів.

Команди при завантаженні

Під час завантаження найчастіше використовуються наступні команди:

- приготуватися – *Stand by*;
- почати завантаження – *Start loading*;
- вантажити повним ходом – *Full speed loading*;
- зменшити швидкість завантаження – *Slow down*;
- стоп завантаження – *Stop loading*;
- термінова зупинка – *Emergency stop*.

Завантаження танкера біля терміналу

Завантаження рекомендується починати з невеликої швидкості, поступово збільшуючи норму вантаження до максимально узгодженої.

Як правило, завантаження виконують закритим способом. Для цього танкери забезпечуються калібрувальними таблицями, які дозволяють з високою точністю визначати об'єм завантаженого вантажу. Але на момент закінчення завантаження танка необхідно контролювати висоту вливу, тобто порожнечі в танку. Для цієї мети застосовується спеціальна замірна рулетка, яка дозволяє вимірювати три величини: порожнечу в танку, температуру вантажу і рівень вододілу вантажу і води. Лінійка встановлюється в спеціальний клінкет, що забезпечує герметичність танка.

Під час вантаження *СИГ* не використовується.

Завантаження виконується в наступній послідовності:

- переконуються в повній готовності судна до завантаження: закриті всі палубні зливні отвори (шпігати), приєднані і готові до використання аварійні засоби і є типовий набір засобів ліквідації розливу нафти, закриті всі двері і ілюмінатори, екіпаж проінструктований належним чином, *СИГ* відключена і т.д.;
- переконуються, що суднові маніфольди надійно приєднані до берегових стендерів або шлангів;
- переконуються в повній готовності терміналу до завантаження;
- переконуються в тому, що судно було надійно заземлене (на випадок під'єднування берегових шлангів);
- відкривають вантажні клапани танків, призначених для завантаження на даному етапі вантажних робіт;

- використовуючи клінкети, сполучують вантажні магістралі (у разі вантаження одного сорту вантажу), забезпечуючи тим самим надходження вантажу у всі суднові вантажні магістралі або в магістраль, що забезпечує завантаження танків на певному етапі;
- по команді з терміналу відкривають клінкети суднових маніфольдів;
- контролюють по характерному звуку, манометрам і термометрам, встановленим на маніфольдах, початок надходження вантажу на судно;
- по вимірах переконуються, що вантаж слідує в призначені танки і що немає протічки в суднових магістралях;
- відкривають палубний стояк і відсікають газові клапани танків, призначених для вантаження;
- коли вантаж закриє наливні отвори в танках (цим запобігає утворення статичної електрики), подається команда терміналу збільшити норму подачі вантажу до максимальної;
- визначають черговість завантаження танків (по попередньому вантажному плану) і за 1-2 метри до розрахункової висоти вливу в танку встановлюють замірні рулетки і виконують контрольний вимір рівня порожнечі в танку. Доповіді про порожнечі повинні поступати через кожні 10 см їх зміни, а починаючи з порожнечі за 20 см до розрахованого рівня – через 1 см їх зміни;
- не менше ніж за 5 хв. до закінчення завантаження танка необхідно відкрити зачисний клапан і закрити основний клапан завантаження танка, тобто зменшити норму завантаження танка;
- якщо попереднім планом завантаження передбачається завантаження інших танків, то за 15-20 хв. до початку завантаження чергового танка необхідно почати заповнення порожнього танка через зачисний клапан, а за 5 хв. до закінчення завантаження чергового танка відкривають основний клапан і закривають зачисний клапан порожнього танка;
- після досягнення рівня порожнечі раніше розрахованого значення, закривають зачисний клапан (основний клапан повинен бути закритий раніше). З інтервалом в 2 хв. виконують не менше двох контрольних вимірів рівня порожнечі в танку, переконуючись в тому, що вантаж перестав поступати в танк, тобто клапан надійно закритий;
- одночасно із закінченням завантаження закривають газовідсікаючі клапани танка, запобігаючи цим попаданню вантажу в газовідвідну систему, особливо при завантаженні вантажу з невеликою щільністю;
- завантаження завершують заповненням одного або двох танків, заздалегідь давши команду терміналу про зменшення норми завантаження до величини, яка була раніше обумовлена при узгодженні вантажного плану з представником терміналу;
- після подання команди про закінчення завантаження по команді з терміналу закривають всі суднові клінкети і клапани;
- закривають палубний клінкет палубного стояка;
- спільно з призначеними фрахтувальником і терміналом інспекторами виконують виміри порожнечі в кожному танку, визначають температуру

вантажу в кожному танку на трьох рівнях і наявність води або її слідів в прийнятому вантажі;

- від'єднують берегові з'єднання і закривають маніфольди;
- виконують розрахунок кількості прийнятого вантажу.

Завантаження танкера через моно-буй

Завантаження танкера через моно-буй або судно-постачальник, яке стоїть на мертвих якорях, в принципі не відрізняються один від одного. В обох випадках судно підходить до моно-буя (судна-постачальника) і швартується до нього носовою частиною.

Швартовий кінець складається з ланцюга діаметром 76-82 мм і сталевих кінців з розривним зусиллям не менше 200 т. Ланцюг протягається через клюз судна швартовими лебідками або брашпілем і кріпиться на носовому буксирному пристрої.

З корми подається швартовий кінець на буксир, який утримує судно в одному напрямі і не дає судну наближатися до моно-буя (судна-постачальника).

Катером завозять плаваючі у воді вантажні шланги, один кінець яких кріпиться до судових маніфольдів, а другий – закріплений на моно-буї (судні-постачальнику).

Надалі завантаження танкера виконується в тій же послідовності, як і біля терміналу.

Розрахунок кількості прийнятого вантажу

Перед початком завантаження проводиться інспекція вантажних і *Slop* танків на предмет визначення наявності в них залишків попередніх вантажів. Після завершення інспекції заповнюється спеціальна форма про певні залишки вантажів в танках (*O.B.G. Report*). Ці залишки повинні бути враховані при розрахунку кількості прийнятого вантажу.

Якщо не виявлено залишків попередніх вантажів, то в цьому випадку замість *O.B.G. Report* видають *Dry certificate*.

Крім того, перед початком завантаження визначається *Коефіцієнт вантажомісткості судна (Vessel Experience Factor)*, який, залежно від розпоряджень фрахтувальника, може враховуватися при розрахунку кількості завантаженого вантажу. Цей коефіцієнт рекомендується розраховувати не менше ніж для 8 перевезень однорідних вантажів, тобто повинен бути окремо визначений для нафти і її продуктів.

При виконанні інспекції танків з метою визначення кількості фактично завантаженого вантажу, необхідно:

- проводити виміри порожнеч з точністю до 0,5 см за умови хороших погодних умов. Якщо під час вимірів судно відчувало хитавицю і точність виконання вимірів береться під сумнів, то необхідно оформити *Лист-Протест*;
- визначення температури вантажу необхідно виконувати на трьох рівнях, наприклад, якщо висота вантажу в танку дорівнює 16 м, то відліки температури необхідно брати на рівнях в 4, 8 і 12 м і одержані значення усереднити;

– визначити з точністю до 0,5 см рівень води (якщо вона виявлена).

Після завершення інспекторських вимірів знімають осадки і розраховують диферент і крен судна.

Потім приступають до розрахунку в табличній формі кількості завантаженого на судно вантажу по вимірах порожнеч в танках, тобто складають *Ullage Report*. При його оформленні слід мати на увазі, що при перевезенні сирої нафти практично завжди присутня деяка кількість води в танках, яка в процентному відношенні повинна бути вказана в Сертифікаті якості вантажу (*Quality Certificate*). Ця кількість води враховується як кількість вантажу, прийнятого до перевезення, і на неї повинно бути видано *Лист-Протест*.

Фактична кількість води повинна бути визначена не менше як через три дні з моменту завантаження вантажу, тобто вантаж повинен «відстоятися». В цьому випадку результати визначення кількості води в танках повинні бути повідомленні фрахтувальнику, якщо цього вимагає *Рейсова інструкція*.

Практика перевезень нафтопродуктів показала, що практично завжди при завантаженні виникає розбіжність між кількістю вантажу, визначеною по фактичних вимірах *Ullage Report*, і кількістю вантажу, внесеного в коносаменти. Для захисту інтересів перевізника необхідно оформити *Лист-Протест* з вказівкою величини розбіжності.

Якщо для визначення кількості вантажу, прийнятого до перевезення, використовується *Vessel Experience Factor*, то це повинно бути обумовлено в *Ullage Report*. В цьому випадку певна по вимірах кількість вантажу ділиться на *Vessel Experience Factor*.

Часто в *Charter Party* або *Рейсових інструкціях* фрахтувальника обмовляється температура вантажу під час його завантаження. В окремих випадках термінал проводить завантаження з температурою, яка обумовлена у вказаних документах, як правило, вона набагато нижча. За недотримання необхідної температури вантажу в процесі завантаження відповідальність необхідно покласти на вантажовідправника або термінал.

У тому випадку, коли термінал не довантажив необхідну кількість вантажу до перевезення, обумовленого в *Charter Party*, то капітан повинен оформити заяву про стягнення з відправника вантажу *Мертвого фрахту (Deadweight Statement)*, тобто фрахту за недовантаження судна.

Чиста вантажопідйомність судна визначається

$$\Delta_4 = \Delta_w - \sum P_{зан}, \quad (8.11)$$

де Δ_w - дедвейт судна, т;

$\sum P_{зан}$ - сума змінних рейсових запасів, т.

Кількість вантажу в кожному танку визначається з урахуванням його можливого розширення від підвищення температури повітря або температури підігріву

$$P_T = 0,98W_T\rho_4^{t_{\max}}, \quad (8.12)$$

де W_T - об'єм танка, м³;

ρ_4^{max} - щільність вантажу при максимальній температурі, кг/м³.

Допустимий об'єм вантажу в танку з урахуванням передбачуваного розширення визначається за формулою:

$$W_{zp} = 0,98W_{TP} \frac{\rho_4^{t \max}}{\rho_4^{t \min}}, \quad (8.13)$$

де ρ_4^{min} - щільність вантажу при мінімальній температурі, кг/м³.

За допомогою калібрувальних таблиць визначається допустимий рівень взливу вантажу (або рівень порожнечі до поверхні вантажу).

Відбір проб при завантаженні

Якість вантажу визначається на основі аналізу проби, взятої із загальної маси вантажу. Проби відбираються не менше ніж з 25% танків судна і трьох рівнів: верхнього, середнього і нижнього (донного) у співвідношенні 1:3:1. Взяті проби перемішують і розливають в три пляшки, які опечатуються. Ці проби зберігаються: у лабораторії, на нафтобазі і на судні. Відбір проб оформляється актом.

Підписання вантажних документів

Після закінчення завантаження вантажовідправник надає капітану для підписання: коносаменти (*Bill of Lading*), вантажні маніфести (*Cargo manifest*), сертифікат про походження вантажу (*Certificate of origin*), сертифікат якості (*Certificate of quantity*), таймшит (*Timesheet*), сертифікат про інспекцію танків (*Tank inspection certificate*), розписку про передачу проб вантажу (*Masters receipt for samples*), акт виміру порожнеч в танках (*Ullag report*), розписку про отримання документів (*Receipt for documents*) і інші документи. Кількість документів повинна відповідати письмовим вказівкам фрахтувальника.

При підписанні вантажних документів необхідно чітко слідувати інструкціям фрахтувальника і особливу увагу звертати на правильність внесення в документи пунктів, які вимагає фрахтувальник. Зміна імен, величин і формулювань допускається тільки з письмового дозволу фрахтувальника.

Світова практика перевезень нафтопродуктів виробила умову, що з моменту закінчення вантажних операцій до моменту підписання вантажних документів капітаном повинно пройти не більше трьох годин. Як правило, цей часовий відрізок дотримується. У разі його перевищення необхідно оформити *Лист-Протест*.

Вивантаження танкера

Перед приходом в порт вивантаження необхідно одержати від агента наступну інформацію:

- чи дозволяють глибини в порту безпечно підійти до причалу для вивантаження всього вантажу або необхідно заздалегідь здійснити лихтеровку, тобто вивантажити частину вантажу на баржі або ліхтер (така інформація може бути включена в *Рейсове завдання* або в *Чартер*);
- у який час на борту буде лоцман;
- яким бортом необхідно швартуватися;

- кількість швартових кінців і буксирів для швартовки (цю інформацію капітан найчастіше одержує тільки після прибуття лоцмана на судно);
- кількість, розмір берегових з'єднань і норму вивантаження;
- температуру вантажу під час вивантаження;
- чи потрібне миття сировою нафтою (у разі перевезення сирової нафти);
- чи потрібен судновий трап або буде встановлений береговий трап;
- іншу інформацію, необхідну для стоянки судна в порту.

Після прибуття судна в порт вивантаження капітан зобов'язаний негайно подати нотіс про готовність судна до вантажних операцій.

Після швартовки виконується підрахунок вантажу, доставленого судном, по вимірюванню порожнеч і температури в кожному танку, узгоджується черговість і умови вивантаження, заповнюється *Перевірочний лист*, аналогічний тому, що оформлявся при завантаженні.

До початку вивантаження після завершення інспекції вантажних танків, судну можуть бути пред'явлені претензії по:

- розбіжності кількості певного вантажу з коносаментними цифрами;
- наявності води у вантажі;
- недотриманню необхідної температури вантажу для вивантаження;

У такому разі, судну слід направити у відповідь *Листи-Протести*, які захищають судно як добросовісного перевізника і відкидають пред'явлені претензії. У жодному випадку не можна давати привід для іншого роду тлумачення і сумнівів щодо кількості і якості вантажу.

Не можна також дозволяти починати вивантаження до моменту закінчення підрахунку кількості вантажу і оформлення всіх необхідних документів, оскільки можливі прорахунки, а для калькуляції кількості вантажу буде потрібна повторна інспекція танків.

Послідовність вивантаження

Швартовка судна до причалу для вивантаження повина здійснюватися при працюючій *СИГ*, переведеної на відведення газу в атмосферу.

Перед початком вантажних операцій повинні бути узгоджені з терміналом норма і черговість вивантаження.

Вивантаження виконується в наступній послідовності:

- переконуються в повній готовності судна до вивантаження (закриті всі палубні шпігати, приєднані і готові до використання аварійні засоби і є типовий набір засобів ліквідації розливу нафти, закриті всі ілюмінатори і двері, екіпаж належним чином проінструктований, *СИГ* знаходиться в робочому стані і т.д.);
- переконуються, що суднові маніфольди надійно приєднані до берегових стендерів або шлангів;
- переконуються в повній готовності терміналу до вивантаження;
- переконуються, що судно надійно заземлене (у разі під'єднування берегових шлангів);
- відкривають вантажні клапани танків, призначених для вивантаження на запланованому етапі;

- сполучають за допомогою клінкетів вантажні магістралі (у разі вивантаження одного сорту вантажу), забезпечуючи тим самим надходження вантажу у всі суднові вантажні магістралі і в магістраль, по якій виконується вивантаження танків на певному етапі;
- по команді з терміналу відкривають клінкети суднових маніфольдів, якщо відсутній протитиск в береговому трубопроводі. Якщо є протитиск, то необхідно роботою вантажних насосів судна довести тиск в суднових магістралях до величини берегового протитиску і лише після цього відкрити клінкети маніфольдів;
- контролюють по показанням манометрів і термометрів, встановленим на маніфольдах, і по характерному звуку про початок вивантаження вантажу;
- одночасно з початком вивантаження запускають *СИГ* на інертирування танків;
- по вимірах переконуються, що вантаж виходить з призначених до вивантаження танків і що немає протічок в суднових вантажних магістралях;
- одночасно з вивантаженням (якщо дозволяє схема суднових вантажних магістралей), або на певному етапі вивантаження, виконують миття вивантажених танків сирою нафтою;
- виконують зачистку танків і вантажних ліній;
- зупиняють роботу *СИГ*;
- спільно з призначеними фрахтувальником і терміналом інспекторами проводять виміри залишків вантажу в кожному танку;
- від'єднують берегові з'єднання і закривають маніфольди;
- виконують розрахунок залишків вантажу.

Інспекція танків по завершенню вивантаження

Після завершення вивантаження виконується інспекція танків на предмет виявлення в них залишків вантажу.

Якщо ніяких залишків вантажу не виявлено, то необхідно оформити *Dry Certificate*.

При виявленні залишків вантажу оформляється акт залишків вантажу (*O.B.Q. Report*).

У портах Індії, Пакистану, Японії і ін. країн судно сповіщають про одержану кількість вантажу на березі і часто пропонують представнику судна виконати інспекцію берегових резервуарів спільно з інспектором і представником терміналу. В цьому випадку капітану необхідно мати на увазі, що:

- представник судна не має права виконувати інспекцію берегових цистерн;
- судно здає вантаж по вимірах, виконаних на його борту;
- відповідальність судна закінчується при перетині вантажем суднових маніфольдів.

При пред'явленні претензій до судна за недостатчу вивантаженого вантажу, капітану необхідно оформити *Лист-Протест*.

Слід також мати на увазі, що деякі інспектори намагаються виконати калькуляцію залишку вантажу на рівний кіль, тобто без врахування диферента судна. При цьому вони одержують залишки на борту судна, які в 5-10 разів перевищують реальні.

Іншим видом явного обману судна є уявний підрахунок залишків вантажів в суднових трубопроводах і навіть той вантаж, який був злитий з берегових магістралей в суднові танки при від'єднанні берегових з'єднань.

Третім видом обману судна є неврахування судового *коефіцієнта вантажомісткості судна (Vessel Experience Factor)* за умови, що він був використаний для розрахунку кількості прийнятого вантажу після закінчення завантаження. В більшості випадків цей коефіцієнт менше одиниці. Таким чином виходить, що судно доставило в порт вивантаження значно меншу кількість вантажу, чим є насправді.

Миття танків сировою нафтою

Миття танків сировою нафтою необхідне для видалення: залишків парафіну і інших нетекучих речовин, що містяться в нафті; днищевих відкладень танків у вигляді піску, глини і дрібних камінчиків.

На кожному танкері є «*Інструкція по миттю сировою нафтою*», яка написана відповідно до вимог *СОЛАС-74 і MARPOL – 73/78*.

Перед приходом в порт вивантаження і керуючись «*Рейсовим завданням*», судно зобов'язане одержати письмову згоду терміналу або портових властей на миття танків сировою нафтою.

Для виконання якісного миття необхідно дотримати наступні умови:

- нафта не повинна мати велику в'язкість;
- температура нафти повинна бути не менше ніж на 10°C вищою за температуру точки застигання; диферент судна повинен бути не менше 3 м;
- тиск на мийних машинках повинен бути в межах 8-12 кг/м².

До, в час і після миття заповнюються *Перевірочні листи (Crude oil washing checklist pre-arrival at the discharge port)*:

A – before cow operations;

B – during cow operations;

C – after cow operations.

В принципі процес миття танків сировою нафтою нічим не відрізняється від миття водою. Але при цьому повинна постійно працювати *СИГ* для підтримки рівня кисню в танках не більше 8% від об'єму.

При перевезенні сирової нафти спочатку миється днище танка, тобто підйом сопла мийної машинки обмежений 30-40 градусами. Хороший ефект дає двохциклове миття при установці регулятора підйому сопла мийної машинки в середнє положення.

З а п и т а н н я д л я с а м о к о н т р о л ю

1. На які види підрозділяються наливні вантажі?
2. На які категорії розділяються шкідливі рідкі речовини?
3. Які фізичні і хімічні властивості наливних вантажів?
4. Якими показниками характеризується вогнебезпечність наливних вантажів?
5. Як класифікуються нафтоналивні вантажі?
6. Як перевозяться рідкі харчові вантажі на морських судах наливом?
7. Які основні транспортні характеристики рослинних масел?
8. Які чинники впливають на збереженне перевезення рослинних масел?
9. Які заходи безпеки необхідно дотримувати при перевезенні рослинних масел?
10. Які особливості перевезення хімічних наливних вантажів?
11. Які існують категорії танкерів?
12. Які вимоги *SOLAS – 74* і *MARPOL – 73/78* до нових нафтових танкерів?
13. Які існують спеціальні системи і технологічне устаткування танкерів?
14. Як використовується на танкерах система інертних газів?
15. Для чого танкер обладнується системою підігріву вантажу?
16. Якою інформацією обмінюються капітан танкера і адміністрація терміналу перед приходом судна під завантаження?
17. Як здійснюється підготовка вантажних приміщень танкера до завантаження?
18. Які питання повинен погоджувати вантажний помічник капітана з адміністрацією терміналу перед завантаженням танкера?
19. Які існують способи завантаження/вивантаження танкера?
20. Як здійснюється завантаження танкера біля терміналу?
21. Як розраховується кількість прийнятого нафтового вантажу?
22. Яка послідовність вивантаження танкера?

ТЕХНОЛОГІЯ ПЕРЕВЕЗЕННЯ НЕБЕЗПЕЧНИХ ВАНТАЖІВ

9.1. Види небезпеки

До небезпечних вантажів відносяться речовини, які мають небезпечні властивості і у силу цього вимагають при транспортуванні і зберіганні дотримання особливих запобіжних заходів. До числа небезпечних властивостей вантажів відносяться: вибухонебезпечність, вогненебезпечність, отруйність (токсичність), інфекційність, радіаційна небезпека, окисні дії і корозійність.

Вибухонебезпечними називаються речовини, з'єднання і суміші яких під впливом якого-небудь імпульсу здатні до швидкого хімічного перетворення, тобто вибуху або горіння. Найнебезпечнішими для перевізника є вибухові речовини (*ВР*), які по характеру перетворення діляться на групи: ініціюючі (первинні), бризантні або які дробляться (вторинні), металні (порохи), піротехнічні. Загоряння *ВР* може відбутися і від дії вологи, деякі *ВР* можуть мати отруйні і їдкі властивості.

Вогненебезпечними вважаються речовини, здатні до загоряння під впливом джерела запалення або хімічної реакції. Залежно від умов виникнення горіння речовини розділяють на три групи: горючі, легкозаймисті, самозаймисті. До горючих відносяться речовини, які під впливом досить потужного джерела запалення здатні зайнятися і підтримувати цей процес. До таких відносяться рідини з температурою спалаху $+61^{\circ}\text{C}$ і вище, а також тверді речовини з температурою запалення до $+150^{\circ}\text{C}$.

До *самозаймистих* відносяться речовини, які здатні запалюватися від тепла, що виділяється в результаті хімічних або фізичних процесів. Процес запалення, який для закритих вантажних приміщень судна часто носить вибуховий характер, може мати місце при наявності трьох елементів: джерела запалення, пальної речовини і достатньої кількості кисню. Запалення і горіння можливо тільки при певній концентрації горючої речовини в повітрі. Існують нижня і верхня межі концентрації для газів, парів, пилу, вище і нижче яких запалення неможливе.

Отруйні (токсичні) і інфекційні речовини (ОР) по впливі на людський організм діляться на групи: лакриматори (сльозоточиві), шкірно-нарывні, задушливі, клітинні і нервові отрути. В організм людини *ОР* можуть потрапити трьома шляхами: при вдиханні (інгаляція), через шкірний покрив, при внутрішньому введенні.

Сила дії отруйної речовини на організм визначається його токсичністю. Як одиниця ступеня токсичності використовується величина концентрації отруйної речовини в повітрі або організмі. Концентрація речовини в повітрі виражається кількістю міліграмів речовини на кубічний метр повітря, а в організмі - міліграм речовини на один кілограм живої маси і називається дозою токсичності речовини.

У промисловій токсикології розрізняють нижній і верхній пороги дії отруйної речовини. Нижній поріг дії визначається мінімальною концентрацією отруйної речовини, що викликає слабке роздратування того або іншого органа.

Верхнім порогом дії вважається середня смертельна доза або середня смертельна концентрація. Щоб визначити можливість роботи з отруйними речовинами, потрібно знати два параметри: концентрацію отруйних речовин у повітрі і гранично припустиму концентрацію (ГПК), тобто максимальну концентрацію газу, парів або пилу в повітрі.

Окисляючи речовини (ОР), небезпечні в пожежному відношенні через здатність їх підтримувати вогонь або викликати запалення горючих речовин. Самі речовини, що окисляють, не горючі, але мають надлишки кисню, який сприяє підтримці горіння або викликає горіння. Ряд окислювачів з органічними матеріалами утворюють вибухонебезпечні з'єднання, які можуть вибухати при сильному вогні під впливом детонаторів, удару, тертя. Виходячи із цього, ОР можна розділити на наступні основні групи: вибухові в сухому виді, що утворюють вибухові суміші з горючими речовинами; утворюючі вибухові з'єднання при взаємодії з рядом хімічних речовин; вибухові при взаємодії з кислотами або попаданні у вогонь; піддані самозайманню; ті що викликають запалення горючих матеріалів, корозійні.

При морському перевезенні деякі вантажі, наприклад, кислоти і луги, можуть впливати на металеві конструкції і устаткування судна. Ряд речовин цього класу стають корозійними тільки при взаємодіях з водою або вологою. Деякі їдкі і корозійні речовини при контакті з папером, бавовною, здрібненою деревиною, маслами і жирами можуть стимулювати їхнє самозаймання.

Радіаційна небезпека виникає в результаті впливу іонізуючих альфа, бета, гама, рентгенівських і нейтронних випромінювань. Санітарними правилами роботи з радіоактивними речовинами (РР) встановлені гранично припустимі концентрації (ГПК) радіоактивних ізотопів в одиниці об'єму або маси, надходження яких в організм із їжею, водою і повітрям не створює в організмі смертельної небезпеки. Комісія з радіаційного захисту встановила для працівників транспорту ГПК опромінення, рівними 0,5 бер/рік.

9.2. Класифікація небезпечних вантажів

Виходячи з розглянутих вище властивостей небезпечних вантажів і з метою їхньої систематизації, відповідно до Гл. VII *Конвенції СОЛАС - 74* вони були розбиті на класи. (*International Maritime Dangerous Goods Code*).

Класифікація небезпечних вантажів у *Правилах морського перевезення небезпечних вантажів (МОПНВ)* відповідає класифікації, прийнятій *Конвенцією СОЛАС – 74*: кожен клас має підкласи.

Клас 1. Вибухові речовини (ВР) (*Explosives*). По ступеню небезпеки підрозділяються на 4 підкласи:

1.1 - ВР із небезпекою вибуху масою при місцеві дії початкового імпульсу.

1.2 - ВР не вибухають масою.

1.3 - *BP*, які володіють небезпекою пожежі з незначними вибуховими діями або без таких.

1.4 - *BP*, що не викликають руйнування пристроїв і упаковок, вони не представляють значної небезпеки.

Клас 2. Гази стислі, зрідженні і розчинені під тиском (*CG*)(*Gases*).

До цього класу відносяться речовини, які у звичайних умовах перебувають у газоподібному стані і перевозяться в посудинах під тиском. По своєму хімічному складі і видам небезпеки вони розділені на підкласи:

2.1 - не займисті, не отрутні гази (*NNG*).

2.2 - отрутні гази (*OG*).

2.3 - легкозаймисті гази (*LZG*).

2.4 - легкозаймисті отрутні гази (*LZOG*).

Клас 3. Легкозаймисті рідини (*LZP*)(*Flammable liquids*).

Цей клас містить у собі суміші рідин (*CP*) або рідини, що містять тверді речовини в розчині, або суспензії (фарби, політура, лаки), розділений на підкласи:

3.1 - рідини, що мають температуру спалаху нижче + 180°C у закритій посудині, або мають низьку температуру спалаху в складі з іншими небезпечними властивостями, крім легкозаймистості.

3.2 - рідини, з температурою спалаху від - 18°C до + 23°C закритій посудині.

3.3 - рідини, з температурою спалаху від + 23°C до + 61°C у закритій посудині.

Клас 4. Легкозаймисті речовини (*LP*)(*Flammable solids; substances liable to spontaneous combustion; substances which, in contact with water, emit flammable gases*).

До цього класу відносяться будь-які речовини, які здатні під час перевезення зайнятися в результаті тертя, поглинання вологи, мимовільного перетворення, а також у результаті нагрівання від зовнішніх відкритих джерел тепла. До цього класу не відносяться *BP* класу 1. Зазначені речовини підрозділяються на підкласи:

4.1 - легкозаймисті тверді речовини (*LZT*), що володіють властивістю легко загорятися від зовнішніх джерел запалення і сильно горіти.

4.2 - самозаймисті речовини (*CP*) - тверді речовини або рідини, які мають властивість самонагріватися і самозайматися.

4.3 - тверді речовини або рідини, здатні виділяти легкозаймисті газу при взаємодії з водою, у деяких випадках ці газу можуть бути піддані самозапалюванню.

Клас 5. Окислюючі речовини (*OP*), органічні перекиси (*OP*)(*Oxidizing substances and organic peroxides*).

Речовини класу 5 розділені на підкласи:

5.1 - *OP* (крім органічних перекисів), які самі по собі не горючі, але при горінні виділяють кисень і тим самим сприяють збільшенню інтенсивності горіння.

5.2 - *ОП* здебільшого є горючими, крім того, можуть діяти, як окисляючі речовини. Більшість речовин цього підкласу легко загоряються і чутливі до ударів або тертя.

Клас 6. Отруйні (*OP*) і інфекційні (*IP*) речовини(*Toxic and infections substances*).

До цього класу відносяться такі, які в умовах перевезення і зберігання при необережному з ними обходженні можуть послужити причиною отруєння або зараження людей. Вони розділяються на підкласи:

6.1 - отруйні (токсичні) речовини.

6.2 - інфекційні речовини, тобто речовини, що містять хвороботворні мікроби.

Клас 7. Радіоактивні речовини (*PP*)(*Radioactive material*).

До цього класу відносяться речовини, що володіють питомою активністю більше 0,002 мк кюрі/г. Цей клас розділяється на підкласи;

7.1 - радіоактивні речовини (ізотопи).

7.2 - *PP* із низькою питомою активністю.

7.3 - *PP*, перевозимі за особливою згодою.

7.4 - *PP*, що є виключенням із правил.

Клас 8. Їдкі і корозійні речовини (*İK*)(*Corrosive substances*).

Цей клас містить у собі їдкі і корозійні речовини, контакт із якими може викликати поразку слизових оболонок очей і дихальних шляхів, ушкодження шкіри, корозію судових механізмів і корпусу судна, він підрозділяється на підкласи;

8.1 - кислоти.

8.2 - луги.

8.3 - різні їдкі і корозійні речовини.

Клас 9. Речовини з відносно низькою небезпекою (*BHH*)(*Miscellaneous dangerous substances and articles*).

До цього класу віднесені речовини, які не включені ні в один з попередніх класів, але які мають такі небезпечні властивості, що до них необхідно застосовувати положення дійсних Правил. Вони підрозділені на підкласи:

9.1 - тверді і рідкі горючі речовини і матеріали, які по своїх властивостях не відносяться ні до 3-го, ні до 4-го класів, але при деяких умовах можуть бути небезпечними в пожежному відношенні, наприклад, горючі рідини з температурою спалаху більше + 61°C у закритій посудині або вироби з волокна і інші аналогічні матеріали.

9.2 - речовини, які стають їдкими і корозійними за певних умов.

9.3 - слабо отруйні речовини або речовини, які стають отруйними або дратівними при пожежі або реакціях з іншими речовинами.

9.3.Нормативні документи, які регламентують перевезення небезпечних вантажів

Перевезення небезпечних вантажів на суднах морського флоту повинно виконуватись з дотриманням вимог наступних нормативних документів:

Гл. VII Міжнародної конвенції по охороні людського життя на морі 1974 р. (*СОЛАС - 74*)(*International Convention for the Safety of Life at Sea, 1974*).

Міжнародного кодексу морського перевезення небезпечних вантажів *ІМО* 1977 р. з урахуванням наступних доповнень.

Правил безпечного перевезення радіоактивних речовин Міжнародного агентства по атомній енергії (*МАГАТЕ*), 1973 р.

Правил морського перевезення небезпечних вантажів (*ПМОПНВ*), 1977 р.

Правил безпеки при транспортуванні радіоактивних речовин (*ПБТРР*), 1974 р.

Основні санітарні правила роботи з радіоактивними речовинами і іншими джерелами іонізуючих випромінювань (*ОСП - 72*), 1973 р.

ДЕРЖСТАНДАРТ 19433-81 Вантажі небезпечні. Класифікація і види небезпеки.

9.4. Упаковка небезпечних вантажів.

Вимоги до тари і упаковки небезпечних вантажів при морському перевезенні регламентовані: правилом 3 Гл. VII Конвенції *СОЛАС - 74*, *Кодексом МК МОПНВ*, Правилами *ПМОПНВ* і ДСТ 10.74 (Тара і упаковка, технічні вимоги при морському перевезенні небезпечних вантажів, що поставляють на експорт).

До числа загальних вимог відносяться наступні:

- упаковка небезпечних вантажів повинна бути якісною, перебувати в гарному стані;
- упаковка повинна бути такого типу, щоб внутрішня поверхня, з якою може стикатися упакована речовина, не піддавалася впливу цієї речовини;
- тара повинна протистояти звичайному ризику, пов'язаному з обробкою і перевезенням цих вантажів;

Тара, призначена для перевезення небезпечних вантажів, випробовується виробником на:

- тиск (гідравлічне) - низький і високий відповідно до встановлених меж для кожного вантажу;
- вільне падіння - скидання з висоти від 0,8 м до 1,8 м залежно від класу небезпеки речовини;
- статичне навантаження - висота штабеля до 8 м;
- герметичність;
- граничні коливання температури від - 20°C до + 70°C і вологості від 30% до 100%;
- взаємодію з морською водою і опадами, якщо вантаж перевозиться на палубі.

9.5. Технічні умови розміщення і перевезення небезпечних вантажів на судах

Основні вимоги, які повинні бути виконані під час перевезення небезпечних вантажів морем відбиті в Гл. VII Конвенції *СОЛАС* - 74. Зокрема, правило 7 Гл. VII Конвенції пропонує:

- небезпечні вантажі повинні бути покладені належним і безпечним образом у відповідності із властивостями вантажів, не сумісні вантажі повинні перевозитися окремо один від одного;
- вибухові речовини повинні укладатися в окремому приміщенні, що надійно закривається на весь період рейсу, такі вантажі перевозяться окремо від детонаторів;
- вантажі, що виділяють небезпечні пари, необхідно вантажити в добре вентильовані вантажні приміщення або на палубу;
- речовини, які піддаються самонагріванню, не можна перевозити без належних заходів обережності по попередженню можливого виникнення пожежі.

Правилами МК МПОНВ і МОПНВ морські судна розділені на дві категорії:

- вантажні судна – будь-яке самохідне або несамохідне судно, призначене для перевезення вантажів, і що має на борту не більше 12 пасажирів;
- пасажирські судна – всі пасажирські і вантажопасажирські судна, або вантажні судна, на борту яких є 12 і більше пасажирів.

Правилами встановлено, що на пасажирських судах можуть перевозитися наступні ВР: не заряджені патронні запали, що повільно горять, невелика кількість ВР (не більше 9 кг), засоби для подачі сигналів небезпеки загальною масою не більше 1016 кг, піротехнічні засоби, імовірність вибуху яких незначна.

На пасажирських судах забороняється перевозити небезпечні вантажі, пов'язані з ризиком виникнення пожежі, вибуху, отруєння газами, з радіоактивністю і т.д.

Розміщення небезпечних вантажів на судні виконується відповідно до таблиці сумісності, що приводиться в додатку V Правил МОПНВ, 1977 року. У Правилах введені наступні поняття розміщення вантажів:

- під палубою - укладання вантажу в будь-якому вантажному приміщенні, що може бути ефективно закрите від непогоди;
- на палубі - укладання вантажу там, де він не відноситься до поняття вантажу, що перебуває “під палубою”;
- на затіненій палубі - укладання вантажу на відкритій палубі під тентом, що захищає його від прямих сонячних променів, але не може захистити від морських бризок;

- на палубі під укриттям - вантаж укладають на верхній палубі під укриттям (рубка, півбак, півют), він повинен мати контакт з повітрям, але бути захищеним від морських бризок і опадів.

Для користування таблицею сумісності необхідно знати значення наступних термінів:

- трюм або вантажне приміщення – простір, обмежений не проникними для води або вогню сталевими перегородками, палубами і зовнішніми обшивками;
- відсік – частина судна, обмежена зовнішнім обшивками, верхньою палубою і водонепроникними вогнезадержуючими перегородками, а також має автономний вантажний люк і автономну вентиляційну систему.

Вимоги до поділу при перевезенні небезпечних вантажів у таблиці сумісності позначені цифрами, значення яких наступне:

- 0 – перевезення на одному судні заборонено;
- 1 – “вдалині від” - можуть перебувати в одному вантажному приміщенні або на палубі, горизонтальна відстань між вантажами не менш 3 м;
- 2 – “окремо від” - у різних вантажних приміщеннях, тобто розділені палубою або перегородками;
- 3 – “в іншому відсіці від” - у різних відсіках, тобто розділені принаймні однією водонепроникною перегородкою;
- 4 – “через одне приміщення від” - розділені проміжним приміщенням по горизонталі і по вертикалі, тобто принаймні двома перегородками або палубами;
- 5 – “через відсік від” - розділені цілим відсіком по горизонталі, тобто двома перегородками;
- 6 – “максимально віддалені від” - розділені не менш чим двома відсіками, тобто трьома перегородками.

На додаток до вищевикладеного при завантаженні і розміщенні небезпечних вантажів на судні необхідно виконати наступні умови:

Клас 1. Вибухові речовини.

При укладанні ВР повинні дотримуватися наступні вимоги: вантажні місця розташовуються по всій площі вантажного приміщення рівномірними рядами, надійно розкріплюються дерев'яними стійками, завантаження приміщень ВР виконується з розрахунку 100 кг або 1000 детонаторів в 1 куб. метрі вантажного приміщення, між поверхнею вантажу і конструктивними елементами верхнього перекриття судна варто залишати вільний простір не менш 30 см. Оптимальними умовами перевезення ВР варто вважати: температура від + 5°C до + 40°C, відносна вологість у межах 70%, вентиляційна система судна повинна забезпечувати п'ятикратний обмін повітря.

Клас 2. Стислі і зріджені гази.

Пред'являються до перевезення в балонах, посудинах з вуглецевої сталі або спеціальних сплавів. Укладання балонів з газом виконується горизонтально так, щоб вони не стикалися з металевими частинами судового

набору. Балони кожного ряду розділяються прокладками з дощок або брусів, висота штабеля балонів не повинна перевищувати 1,5 м (5 рядів), а в штабелі не повинне бути більше 50 балонів. Вертикальне укладання допускається в тому випадку, якщо балони встановлені в ящик або кліть. На балони з газом не можна вантажити який-небудь інший вантаж і забороняється вантажити балони з газом на інші небезпечні вантажі.

Клас 3. Легкозаймисті рідини.

При розміщенні ЛЗР на судні рекомендується дотримуватися наступних умов:

- укладання ЛЗР здійснюється вдалині від житлових приміщень, щоб уникнути отруєння людей отруйними або наркотичними газами;
- вантаж необхідно розміщати вдалині від джерел тепла;
- якщо вантаж укладається на палубу, то він повинен бути вкритий брезентом або кошмою, які під час рейсу рекомендується підтримувати у вологому стані.

Приміщення, куди передбачається вантажити ЛЗР, повинне мати надійну вентиляційну систему. Вхід у завантажений трюм забороняється доти, поки не буде зроблений аналіз повітря і підтверджено, що в трюмі відсутні небезпечні суміші.

Клас 4. Легкозаймисті речовини.

Можливість перевезення речовин цього класу на вантажних і пасажирських судах визначається вказівками Правил МПОНВ, які дані в картці на вантаж. Під час перевезення на палубі ці вантажі повинні бути упаковані у водонепроникну тару, або захищені від впливу морської води і будь-якої іншої вологи. Необхідно вести постійне спостереження за температурою вантажу, якщо вантажі виділяють пари, які з повітрям можуть утворювати вибухові суміші, то їх перевозити необхідно в добре вентильованому приміщенні.

Клас 5. Окислюючі речовини і органічні перекиси.

Речовини підкласу 5.1 пред'являють до перевезення у фанерних і фібрових барабанах масою до 180 кг, дерев'яних бочках масою до 300 кг і металевих барабанах масою до 400 кг окислюючі речовини, розфасовані в дрібну скляну тару, пластмасові посудини або мішки упаковують в дерев'яні ящики масою брутто до 75 кг.

Підклас 5.2 – органічні перекиси небезпечно реагують із різними хімікатами і за певних умов можуть стати вибухонебезпечними. Багато з вантажів цього підкласу чутливі до тепла, тертя і ударів, а також мають низьку температуру спалаху.

Особливістю перевезення окислюючих речовин, є те, що трюми судна повинні бути ретельно очищені від горючих речовин до початку завантаження, а після вивантаження їх очищають від залишків вантажу.

Клас 6. Отрутні і інфекційні речовини.

Вантажі цього класу не можна вантажити в один трюм з харчовими продуктами, одягом, посудом і іншими речами домашнього побуту, а також фармацевтичними і парфумерними вантажами. Приміщення повинні бути

закриті для доступу пасажирів або членів екіпажа, не пов'язаних з обробкою цих вантажів. ОР повинні укладатися в добре вентилявані приміщення, щоб уникнути утворення небезпечних концентрацій парів або газів.

Клас 7. Радіоактивні речовини.

До перевезення пред'являються РВ в спеціальних упаковках трьох типів: А, В(І), В(М) (див. Правила *МОПНВ*, том 3, стор. 261). Правила *МАГАТЕ*, *МК МОПНВ* і *МОПНВ* обмежують кількість радіоактивної речовини в упаковках такого типу. Залежно від потужності випромінювання на поверхні упаковки із РР діляться на чотири транспортні категорії:

- 1 - а потужність випромінювання 0,5 мБэр/ч;
- 2 - а - « - - « - від 0,5 до 50 - « -;
- 3 - а - « - - « - від 50 до 200 - « -;
- 4 - а - « - - « - не більше 1000 - « -.

Кількість упаковок 1 –ї категорії на одному судні не обмежується, а упаковок 2 і 3 категорій повинно бути не більше 200. У будь-який час завантаження, перевезення і зберігання кожна партія вантажу повинна бути відділена від іншої партії відстанню не менш 6 м.

Клас 8. Їдкі і корозійні речовини.

Укладка їдких і корозійних речовин повинна виконуватись таким чином, щоб місця із цим вантажем були доступні для огляду. Вантаж повинен укладатися на підкладки, щоб будь-який витік міг бути вчасно виявленим. Вантажі цього класу не можна укласти на кришки люків. Під час перевезення на палубі речовини цього класу повинні укладатися таким чином, щоб вони не попадали в суднові приміщення.

Клас 9. Речовини з відносно низькою небезпекою.

Інші небезпечні речовини можуть перевозитися, як правило, на всіх судах з дотриманням тих положень, які викладені в Правилах *МОПНВ*.

На рис. 9.1, 9.2, 9.3 представлені ярлики небезпеки небезпечних вантажів.

З а п и т а н н я д л я с а м о к о н т р о л ю .

1. Які існують види небезпечних вантажів?
2. Як класифікуються небезпечні вантажі?
3. Скільки існують класів небезпечних вантажів?
4. Які вантажі відносяться до вибухових речовин?
5. Які основні транспортні характеристики легкокозапалювальних рідин?
6. Які вантажі відносяться до ядовитих і інфекційних речовин?
7. Якими нормативними документами регламентуються перевезення небезпечних вантажів?
8. Які основні вимоги висуваються до тари та упаковки небезпечних вантажів?
9. Як повинні розміщуватися небезпечні вантажі в відповідності до їх сумісності?
10. Як здійснюється перевезення стислих та зріджених газів в балонах?
11. Які умови необхідно виконувати при розміщенні на судні ЛЗР?
12. Для чого використовуються ярлики небезпечності небезпечних вантажів?

5.2.2.2.2 Specimen labels

Class 1 – Explosive substances or articles



(No. 1)

Divisions 1.1, 1.2 and 1.3

Symbol (exploding bomb): black. Background: orange. Figure 1 in bottom corner.



(No. 1.4)

Division 1.4



(No. 1.5)

Division 1.5



(No. 1.6)

Division 1.6

Background: orange. Figures: black. Numerals should be about 30 mm in height and be about 5 mm thick (for a label measuring 100 mm × 100 mm). Figure 1 in bottom corner.

** Place for division – to be left blank if explosive is the subsidiary risk.

* Place for compatibility group – to be left blank if explosive is the subsidiary risk.

Class 2 – Gases



(No. 2.1)

Class 2.1

Flammable gases

Symbol (flame): black or white. Background: red. Figure 2 in bottom corner.



(No. 2.2)

Class 2.2

Non-flammable, non-toxic gases

Symbol (gas cylinder): black or white. Background: green. Figure 2 in bottom corner.



Class 3 – Flammable liquids



(No. 2.3)

Class 2.3

Toxic gases

Symbol (skull and crossbones): black. Background: white. Figure 2 in bottom corner.



(No. 3)

Symbol (flame): black or white. Background: red. Figure 3 in bottom corner.



Рис 9.1 Ярлики небезпеки

Class 4



(No. 4.1)
Class 4.1
Flammable solids
Symbol (flame): black.
Background: white with
seven vertical red stripes.
Figure 4 in bottom corner.



(No. 4.2)
Class 4.2
**Substances liable to
spontaneous combustion**
Symbol (flame): black.
Background: upper half white,
lower half red.
Figure 4 in bottom corner.



(No. 4.3)
Class 4.3
**Substances which, in contact with water,
emit flammable gases**
Symbol (flame): black or white.
Background: blue.
Figure 4 in bottom corner.



Class 5



(No. 5.1)
Class 5.1
Oxidizing substances
Symbol (flame over circle): black. Background: yellow.
Figures 5.1 in bottom corner.



(No. 5.2)
Class 5.2
Organic peroxides
Figures 5.2 in bottom corner.

Class 6



(No. 6.1)
Class 6.1
Toxic substances
Symbol (skull and crossbones): black.
Background: white. Figure 6 in bottom corner.



(No. 6.2)
Class 6.2
Infectious substances
The lower half of the label may bear the inscriptions **INFECTIOUS SUBSTANCE** and
In case of damage or leakage immediately notify Public Health Authority.
Symbol (three crescents superimposed on a circle) and inscriptions: black.
Background: white. Figure 6 in bottom corner.

Рис 9.2 Ярлики небезпеки

Class 7 – Radioactive material



(No. 7A)
Category I – White

Symbol (trefoil): black.
Background: white.
Text (mandatory): black in lower half of label:
RADIOACTIVE
Contents....
Activity....

One red bar should follow the word **RADIOACTIVE**.
Figure 7 in bottom corner.



(No. 7B)
Category II – Yellow

Symbol (trefoil): black.
Background: upper half yellow with white border, lower half white.
Text (mandatory): black in lower half of label:
RADIOACTIVE
Contents....
Activity....

In a black outlined box: **Transport index...**
Two red vertical bars should follow the word **RADIOACTIVE**.
Three red vertical bars should follow the word **RADIOACTIVE**.
Figure 7 in bottom corner.



(No. 7C)
Category III – Yellow



(No. 7E)
Class 7 fissile material

Background: white.
Text (mandatory): black in upper half of label: **FISSILE**
In a black outlined box in the lower half of the label:
Criticality safety index...
Figure 7 in bottom corner.

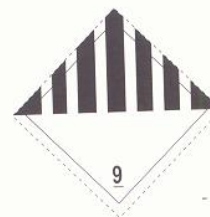
Class 8 – Corrosive substances



(No. 8)

Symbol (liquids, spilling from two glass vessels and attacking a hand and a metal): black.
Background: upper half white; lower half black with white border.
Figure 8 in bottom corner.

Class 9 – Miscellaneous dangerous substances and articles



(No. 9)

Symbol (seven vertical stripes in upper half): black.
Background: white.
Figure 9 underlined in bottom corner.

Рис 9.3 Ярлики небезпеки

Розділ 10
РЕГУЛЮВАННЯ ТЕПЛОВОЛОГООБМІНУ ВАНТАЖІВ
З ЗОВНІШНІМ СЕРЕДОВИЩЕМ

10.1. Властивості повітря і визначення його параметрів

Атмосферне повітря являє собою суміш різних газів і водяного пару.

Відповідно до закону Дальтона спостережуваний барометричний тиск атмосферного повітря дорівнює сумі парціальних тисків сухого повітря ($P_{СП}$) і водяних парів ($P_{П}$), тобто

$$B = P_{СП} + P_{П} \quad (10.1)$$

Температура повітря може вимірюватися по термодинамічній (абсолютної) шкалі або міжнародній практичній (стоградусній) шкалі. Градус термодинамічної шкали позначається символом К (*Кельвін*) і позначається буквою Т. У міжнародній практичній шкалі градус позначається символом °С (*Цельсій*), а температура буквою t.

Щільність повітря при $t = 0^{\circ}\text{C}$ і тиску 760 мм.рт.ст. = 1,293 кг/м³, а водяного пару – 0,768 кг/м³. Із цього витікає, що при однаковій температурі вологе повітря легше сухого.

Пружність (парціальний тиск) водяного пару виражається в міліметрах ртутного стовпа (h, мм.рт.ст.), у міліпаскалях (е, мПа), або в паскалях (Па), міллібарах (е, мбар), у ньютонях на квадратний метр (Н/м²).

Співвідношення між одиницями тиску наступні:

$$\text{мм.рт.ст.} = 133,312 \text{ Па}$$

$$1 \text{ мбар} = 100 \text{ Па}$$

$$1 \text{ кгс/м}^3 = 9,80665 \times 10000 \text{ Па} = 735,559 \text{ мм.рт.ст.}$$

Пружність насиченого пару має позначення Е і Н і залежить тільки від температури, в інтервалі від 0°C до 100°C може бути розрахована за формулою:

$$\lg H = 0,662 + \frac{7,5t}{238 + t} \quad (10.2)$$

Абсолютною вологістю називається маса водяного пару в 1 м³ суміші

$$\nu_{П} = \frac{1,06}{1 + \alpha t} h, \quad (10.3)$$

де α – коефіцієнт об'ємного розширення.

Вологовмістом називається відношення маси водяного пару до маси сухого повітря, має позначення d, якщо маса приймається в грамах то має розмірність (г/кг). Вологовміст визначається за формулою:

$$d = 622 \frac{h}{B - h} \quad (10.4)$$

Відотною вологістю повітря називається відношення фактичної маси водяних парів до тієї максимальної маси, що може містити повітря при даній температурі, перебуваючи в стані насичення, тобто

$$\varphi = \frac{h}{H} 100 = \frac{e}{E} 100\%, \quad (10.5)$$

$$\lg \varphi = 7,5 \left(\frac{\tau^0}{238 + \tau^0} - \frac{t^0}{238 + t^0} \right), \quad (10.6)$$

де τ^0 – температура точки роси, °C.

Температурою точки роси (τ^0) називається температура повітря, при якій маси водяних парів досить для насичення повітря, інакше кажучи, якщо повітря остудити до цієї температури, то воно стане насиченим водяними парами, а на предметах, що мають температуру рівну або меншу температури точки роси, почнеться конденсація водяного пару. Температура точки роси залежить від абсолютної вологості повітря і може бути визначена по таблицях водяного пару або за формулою:

$$\tau^0 = \frac{238}{7,5/(\lg h - 0,662) - 1} \text{ } ^\circ\text{C} \quad (10.7)$$

У технічних розрахунках існує поняття «стандартна атмосфера», під якою прийнято розуміти атмосферний тиск, що дорівнює 760 мм.рт.ст. при температурі повітря + 20°C і його відносній вологості 70%.

Для рішення завдань кондиціонування повітря і вантажу в трюмах суден, а також для підтримки рівноважної вологості вантажів застосовується поняття «температурний запас».

Температурним запасом (θ) називається різниця між температурою повітря і точкою роси, його приймають таким, що дорівнює 3°C.

Максимальна кількість маси вологи, що може поглинути одиниця маси сухої речовини з насиченої пароповітряної суміші, називається *максимальним гігроскопічним вологовмістом*.

10.2. Мікроклімат вантажних приміщень судна

Завантажений на судно в яких-то певних кліматичних умовах вантаж захищається від агресивного впливу зовнішнього середовища на всьому переході морем обшивкою корпусу і повітряним середовищем, яке знаходиться між обшивкою корпусу судна, судновим набором і штабелем вантажу, що перебуває в трюмі.

Як показали численні дослідження, раніше виконані в ЦНДІМФі, ОПМФі (ОНМУ), ОВІМУ (ОНМА), температура вантажу, особливо його внутрішніх шарів, за час переходу не встигає зрівнятися з температурою зовнішнього середовища траси переходу.

Надходження тепла (або його відтік) через трюмні огороження становить 5 - 10% тієї кількості, яка необхідна для вирівнювання температури вантажу з температурою зовнішнього середовища. Зміна температури вантажів відбувається тільки в поверхневих (прикордонних) шарах. Так, наприклад, під

час перевезення руди, рудних концентратів зміна температури вантажу відбувається на глибину до 1 - 1,3 м., інша частина масиву вантажу, особливо його центральна частина, зберігає свою первісну температуру, тобто температуру повітря порту завантаження.

Під час перевезення генеральних вантажів глибина прогріву (або охолодження) буде знаходитись у залежності від щільності укладання вантажу, наявності вентиляційних каналів, якщо такі були влаштовані в штабелі вантажу під час його завантаження, продуктивності вентиляційної системи трюмів і інших факторів.

В результаті зміни параметрів зовнішнього середовища, враховуючи тісний взаємозв'язок у системі «зовнішнє середовище - трюмне повітря - вантаж», у трюмах судна, підпалубному просторі будуть відбуватися різні термодинамічні процеси, на інтенсивність яких буде впливати і вантаж, особливо якщо він гігроскопічний.

Варто мати на увазі, що зміна параметрів зовнішнього середовища відбувається не тільки протягом часу рейса, але і протягом доби (рис.10.1).

Температура і вологість трюмного повітря, його вологовміст і точка роси, температура і вологість вантажу, що перебуває у вантажному приміщенні, формують так званий *мікроклімат вантажного приміщення*.

При регулюванні мікроклімату трюмів, залежно від умов плавання судна, прийнято розглядати наступні температурні схеми (рис.10.1):

а) плавання влітку – температура повітря вище температури морської води ($t_{II} > t_{MB}$);

б) плавання взимку - температура повітря нижче температури морської води ($t_{II} < t_{MB}$);

в) перехід «Південь - Північ» - температура вантажу вище температури повітря і температури морської води ($t_{II} < t_B > t_{MB}$);

г) перехід «Північ - Південь» - температура вантажу нижче температури повітря і температури морської води ($t_{II} > t_B < t_{MB}$).

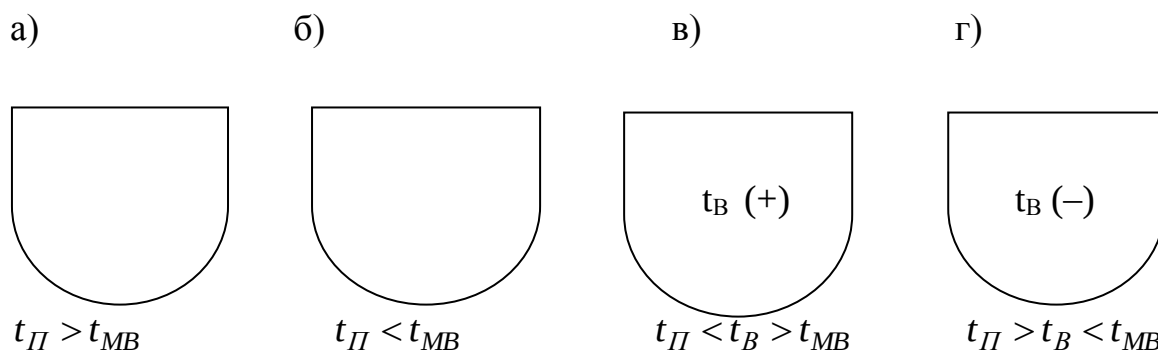


Рис. 10.1 Температурні схеми

Крім того, при вивченні і оцінці процесів формування мікроклімату трюмів суховантажного судна прийнято розглядати чотири характерних стани:

- трюм не завантажений вантажем, люки задрасні і вентиляційна система трюмів виключена (баластовий перехід);
- вентилявання не завантажених трюмів, це має місце при їхньому провітрюванні або сушінні в баластовому переході;
- перехід завантаженого судна в складних гідрометеорологічних умовах, коли включати вентиляційну систему трюмів неможливо і не доцільно;
- перехід завантаженого судна із включеною системою вентилявання трюмів.

Під впливом нерівномірного теплообміну вантажу з навколишнім середовищем у масі вантажу (особливо гігроскопічного) виникає градієнт температур, що, у свою чергу, викликає переміщення вологи, яка втримується у вантажі.

Відповідно до законів термодинаміки, це переміщення вологи відбувається в напрямках протилежних градієнту температур, тобто волога спрямовується із зони з вищою температурою в зону, де температура нижче. Це приводить до усушки більше прогрітих вантажів і зволоженню більше холодних ділянок штабеля вантажів.

Для зменшення усушки вантажів при переході з районів низьких широт у більш високі широти з більш низькими температурами, необхідно забезпечити зниження температури маси вантажу з метою її вирівнювання з температурою навколишнього середовища.

Плавання судна в одній кліматичній зоні зимою

Якщо судно робить рейс узимку в одній кліматичній зоні, то температура заборотної води вище температури зовнішнього повітря. У цьому випадку теплові потоки спрямовуються знизу нагору, захоплюючи потоки вологи. У зимових умовах, як правило, температура вантажу нижче температури заборотної води, отже, теплові потоки спрямовані від підводної частини трюмного огородження до вантажу і від нього до надводної частини трюмного огородження.

Тут доречно відзначити, що ступінь впливу теплового поля зовнішнього середовища на зміну параметрів стану мікроклімату трюму і вантажу різна не тільки в окремих відсіках, але і в об'ємах трюму або твіндека. Це пов'язано з тим, що найбільш теплопровідною є верхня палуба, коефіцієнт теплопровідності якої дорівнює $6 - 7 \text{ Вт/м}^2\cdot\text{град.}$, у той час як для подвійного дна він має значення, що дорівнює приблизно $0,14 \text{ Вт/м}^2\cdot\text{град.}$, для танків $0,5 \text{ Вт/м}^2\cdot\text{град.}$ (танки заповнені паливом), $1,5 \text{ Вт/м}^2 \text{ град.}$ (танки заповнені водою), борту - $3,6 \text{ Вт/м}^2 \cdot \text{град.}$

Оскільки, як ми з'ясували, теплопровідність подвійного дна менша теплопровідності бортів і підводної частини, то це викликає інтенсивну міграцію вологи усередину штабеля вантажу. Волога з підпайольного

простору також мігрує усередину штабеля вантажу. Все це, разом узятє, викликає зволоження вантажу в середині штабеля. Волога, що випаровується з вантажу, переноситься конвективними потоками в підпалубний простір і випадає у вигляді конденсату на підволоку трюму (рис. 10.2).

Поверхнева вентиляція зовнішнім повітрям викликає припинення конденсації вологи на підволоку, але підсилює процес переміщення вологи з масиву вантажу в підпалубний простір, що викликає усушку вантажу у верхніх шарах.

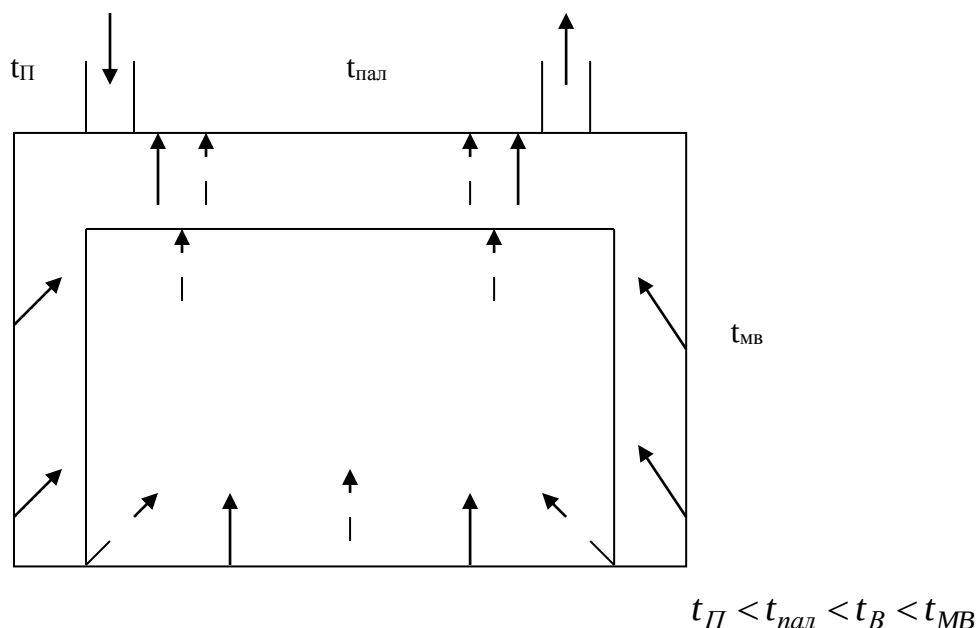
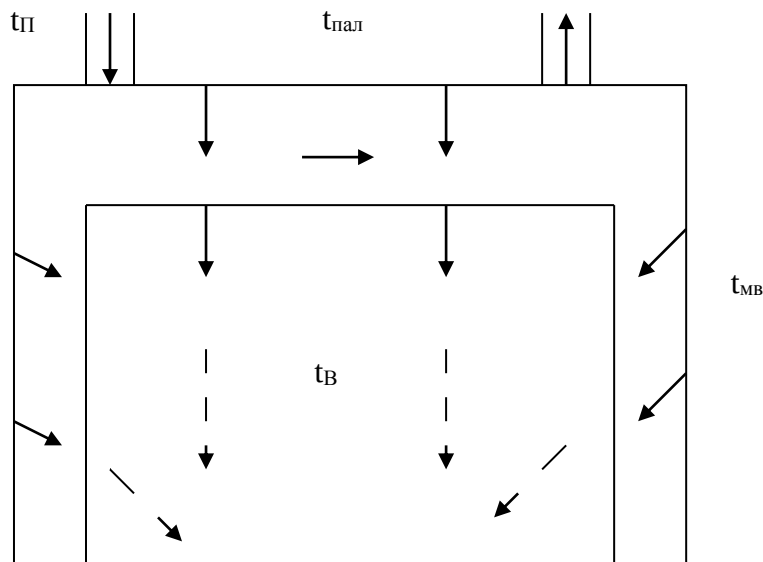


Рис. 10.2. Перенос тепла та вологи при плаванні судна в одній кліматичній зоні зимою

Плавання судна в одній кліматичній зоні літом

При плаванні судна влітку в одній кліматичній зоні температура заборотної води звичайно нижче температури зовнішнього повітря, а надводна частина судна, крім того, піддається ще обігріву променями сонця. При цих умовах теплові потоки мають напрямок зверху вниз, вони захоплюють за собою потоки вологи. В результаті цього процесу зволожується нижня частина вантажу (рис. 10.3). Вентилювання трюмів зовнішнім повітрям підсилює процес тепловіддачі від зовнішнього повітря до вантажу, але істотної зміни мікроклімату трюму не спостерігається.

Величина зволоження або усушки вантажу буде залежати від параметрів вентиляційного повітря. Уночі, при різких коливаннях значень добових температур, можливо відпрівання підволока палуби твіндека. Для запобігання відпрівання рекомендується в нічний час робити вентиляцію трюмів, але перед цим варто виконати розрахунки параметрів трюмного повітря у взаємозв'язку його із зовнішнім.

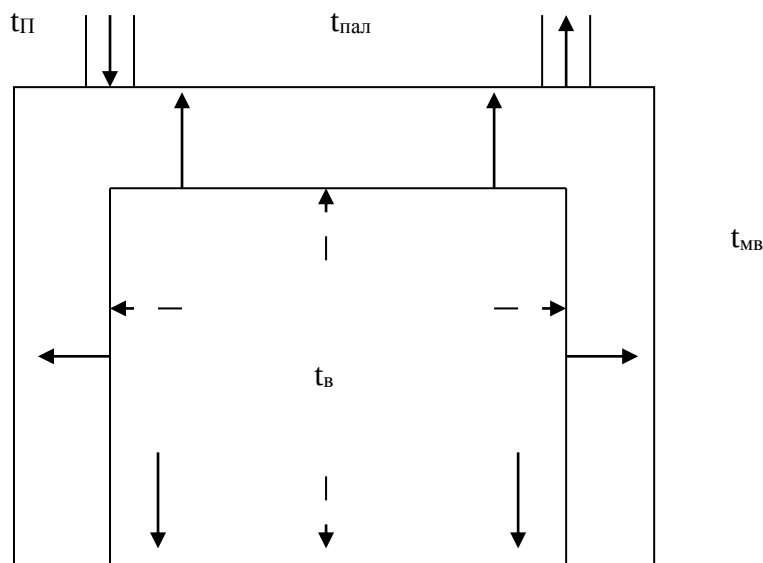


$$t_{\Pi} > t_{\text{пал}} > t_B > t_{MB}, \quad t_B < t_{MB} < t_{\Pi} < t_{\text{пал}}$$

Рис. 10.3. Перенос тепла та вологи при плаванні судна в одній кліматичній зоні літом

Плавання судна «Південь - Північ»

При виконанні судном плавання з південних широт у північні температура вантажу в трюмах вище температури зовнішнього повітря і заборотної води. Теплові потоки, що йдуть від вантажу до трюмного огородження, переносять вологу від центра до країв штабеля вантажу, а потім до холодного огородження трюму. Це викликає конденсацію вологи на обшивці корпусу судна і підволоку палуби. Частина вологи мігрує від центральної частини штабеля вантажу до пайолу і викликає зволоження нижньої частини вантажу (рис.10.4).



$$t_B > t_{MB} > t_{\text{пал}} > t_{\Pi}$$

Рис. 10.4. Перенос тепла та вологи при плаванні судна «Південь – Північ»

Конденсація вологи в підпалубному просторі може привести до підмочки верхнього шару вантажу в результаті падіння крапель з підволока на вантаж.

Залежно від параметрів зовнішнього повітря вентилявання трюмів дає різні результати:

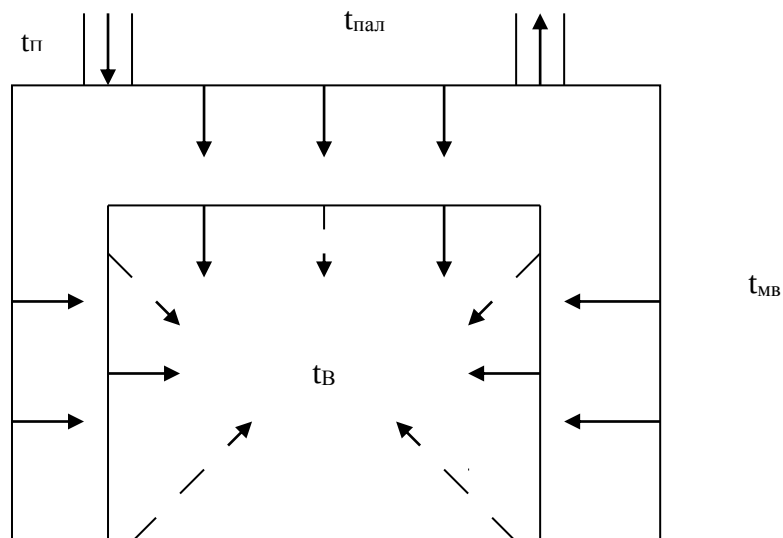
- якщо зовнішнє повітря сухе, то в результаті вентилявання інтенсифікується процес переміщення вологи з маси вантажу, відбувається усушка вантажу;
- якщо зовнішнє повітря вологе, то воно може загальмувати або повністю призупинити процес конденсації вологи на трюмному огороженні, але при цьому може відволожуватися сам вантаж. При різкому зниженні температури зовнішнього повітря вентилявання трюмів холодним повітрям приводить до значного відсирівання вантажу або навіть до його підмочки.

Відпрівання і підмочка вантажу при переході судна з теплої зони в холодну можуть бути відвернені, якщо виконувати поступове вирівнювання температури вантажу з температурою зовнішнього середовища.

Плавання «Північ - Південь»

У тих випадках, коли судно здійснює перевезення вантажів з північних широт у південні, тобто з холодних кліматичних умов у теплі, холодна маса вантажу сприймає тепло від трюмного огороження. У цьому випадку можна виділити три теплових потоки, які рівними по силі (рис. 10.5):

- найбільший - від підігрітої сонцем палуби і надводних бортів;
- нормальний - від бортів підводної частини судна;
- найменший - від пайола.



$$t_B < t_{MB} < t_{II} < t_{\text{пал}}$$

Рис. 10.5. Перенос тепла та вологи при плаванні судна “Північ – Південь”

Волога переноситься цими потоками і воложить частину вантажу, розташованого ближче до пайола. Якщо в трюм подавати тепле вологе повітря, то воно, стикаючись із холодним вантажем, прохолоджується і викликає конденсацію на штабелі холодного вантажу. При цьому абсолютна

вологість трюмного повітря збільшується у взаємозв'язку з ростом вологовмісту зовнішнього повітря, інтенсивністю вентилявання і вологовіддачі вантажу.

У наслідок нагрівання поверхні вантажу під час вентилявання трюмів, перенос вологи з периферії до середини штабеля вантажу буде більш інтенсивним, що приводить до відсирівання вантажу.

Плавання судна уздовж меридіана

Якщо перехід судно здійснює уздовж меридіана, то через 3 - 4 доби температура крапки роси зовнішнього повітря буде вище температури вантажу. У цих умовах вентилявання трюмів приводить до конденсації вологи на вантажі.

У випадку перевезення вантажів в режимі герметизації, в порту вивантаження тепле і вологе повітря, яке попадає в трюм через розкриті люки, викликає конденсацію вологи на вантажі.

Запобігти цим небажаним процесам можна тільки такою схемою вентилявання трюмів, яка б дозволяла здійснювати поступове вирівнювання температури вантажу з температурою зовнішнього повітря на всій трасі переходу.

На універсальних суднах, трюми яких обладнані примусовою механічною системою вентилявання, це не завжди можливо зробити. Тому, під час перевезення особливо коштовних гігроскопічних вантажів, необхідно використовувати судна, трюми яких обладнані системою кондиціонування повітря.

10.3. Регулювання температури і вологості повітря в трюмах

Протягом усього процесу перевезення вантажів морем судноводій зобов'язаний забезпечити оптимальний стан мікроклімату вантажних приміщень. Це необхідно для того, щоб запобігти конденсації вологи на штабелі вантажу або обгороджуваних поверхнях вантажного приміщення.

Зараз існує кілька методичних рекомендацій з визначення необхідності вентилявання вантажних приміщень залежно від температурно-вологового стану системи «зовнішнє середовище - трюмне повітря - вантаж».

Наприклад, відповідно до рекомендацій, які були розроблені Л.П.Андроновим:

а) вентилявання трюмів зовнішнім повітрям недоцільно, якщо:

– температура точки роси зовнішнього (вентиляційного) повітря дорівнює або вище температури вантажу

$$\tau_{\Pi}^0 \geq t_B \quad (10.8)$$

– температура вентиляційного повітря нижче температури точки роси, яка відповідає вологості вантажу, а температурний запас вентиляційного повітря нижче температурного запасу вантажу;

$$\tau_B^0 \geq t_{\Pi} \text{ і } \theta_{\Pi} \leq \theta_B \quad (10.9)$$

б) не рекомендується вентилювати вантажні приміщення зовнішнім повітрям у тих випадках, коли:

$$\tau_{II}^0 > t_B - \theta_{\min}; \quad \theta_{II} < \theta_{\min}, \quad (10.10)$$

або

$$\tau_{II} > \tau_B^0 - \theta_{\min}; \quad \theta_{II} < \theta_B + \theta_{\min}, \quad (10.11)$$

тут $\theta_{\min}$ – мінімальний температурний запас зовнішнього повітря, що запобігає ризику випадання конденсату у вантажних приміщеннях (на вантажі або судовому наборі) при різких зниженнях температури повітря, у практиці морських перевезень рекомендується приймати $\theta_{\min} = 3^\circ \text{C}$.

в) вентилювання трюмів сухим повітрям необхідно, якщо:

– температура точки роси трюмного повітря дорівнює або вище температури вантажу

$$\tau_T^0 \geq t_B \quad (10.12)$$

– температура точки роси трюмного повітря дорівнює або вище температури трюмних огорожень

$$\tau_T^0 \geq t_{OG} \quad (10.13)$$

– температура точки роси трюмного повітря більше критичної температури точки роси, що відповідає гігроскопічній точці вантажу, що містить водорозчинні речовини (солі)

$$\tau_T^0 \geq \tau_{KP}^0 \quad (10.14)$$

д) рекомендується вентилювати вантажні приміщення зовнішнім повітрям, якщо:

$$t_B - \theta_{in} < \tau_T^0 > t_H - \theta_{in}, \quad (10.15)$$

$$\tau_T^0 > \tau_{KP}^0 - \theta_{\min}; \quad \theta_T < \theta_{\Gamma \min} \quad (10.16)$$

е) вентилювання вантажних приміщень зовнішнім повітрям можливо, якщо:

– температура точки роси вентиляційного повітря нижче температури вантажу, зменшеної на величину мінімального температурного запасу повітря

$$\tau_{II}^0 < t_B - \theta_{\min} \quad (10.17)$$

– температурний запас вентиляційного повітря більше мінімального і менше максимального температурного запасу вантажу, розрахованих з умов максимальної і мінімальної припустимої вологості вантажу

$$\theta_{\Gamma \max} > \theta_{II} > \theta_{\Gamma \min} \quad (10.18)$$

– температурний запас вентиляційного повітря, що має температуру нижче температури точки роси вантажу, більше температурного запасу вантажу, збільшеного на значення мінімального температурного запасу повітря

$$\theta_{II} > \theta_B + \theta_{\min} \text{ при } t_{II} < \tau_B^0 \quad (10.19)$$

Можливість вентилявання трюмів зовнішнім повітрям у конкретному місці траси переходу можна визначити, якщо побудувати графік зміни температур зовнішнього повітря, забортної води, вантажу і точки роси. Такий графік представлений на рис.10.6.

Капітаном далекого плавання, к.т.н. А.В. Ковалем була запропонована методика з розрахунку оптимальних режимів вентилявання трюмів сухогрузних суден, суть її в наступному.

Як вихідні дані для розрахунку необхідно приймати значення: температури вантажу, трюмного і вентиляційного повітря; вологовміст і температуру точки роси трюмного і вентиляційного повітря.

При рішенні питання про необхідність або доцільність вентилявання трюмів варто керуватися наступними основними положеннями:

– якщо необхідно знизити вологовміст трюмного повітря або незначно підсушити вантаж, то це можливо лише в тому випадку, коли вологовміст вентиляційного повітря менше вологовмісту трюмного повітря, тобто порівнюються

$$d_{II} \leq d_T \quad (10.20)$$

– видаляти із трюму шкідливі або небезпечні пари або гази, вирівнювати температуру трюмного повітря із зовнішнім, впливати на температуру вантажу без зміни його вологості треба в тому випадку, коли вологовміст трюмного і вентиляційного повітря практично рівні, тобто

$$d_{II} = d_T \quad (10.21)$$

– якщо потрібне деяке зволоження вантажу, то вентилявати трюм можливо, коли вологовміст вентиляційного повітря більше вологовмісту трюмного повітря, тобто

$$d_{II} > d_T \quad (10.22)$$

– при переході з теплих зон у холодні температуру точки роси трюмного повітря необхідно підтримувати не менш чим на 5°C нижче температури вентиляційного повітря, тобто

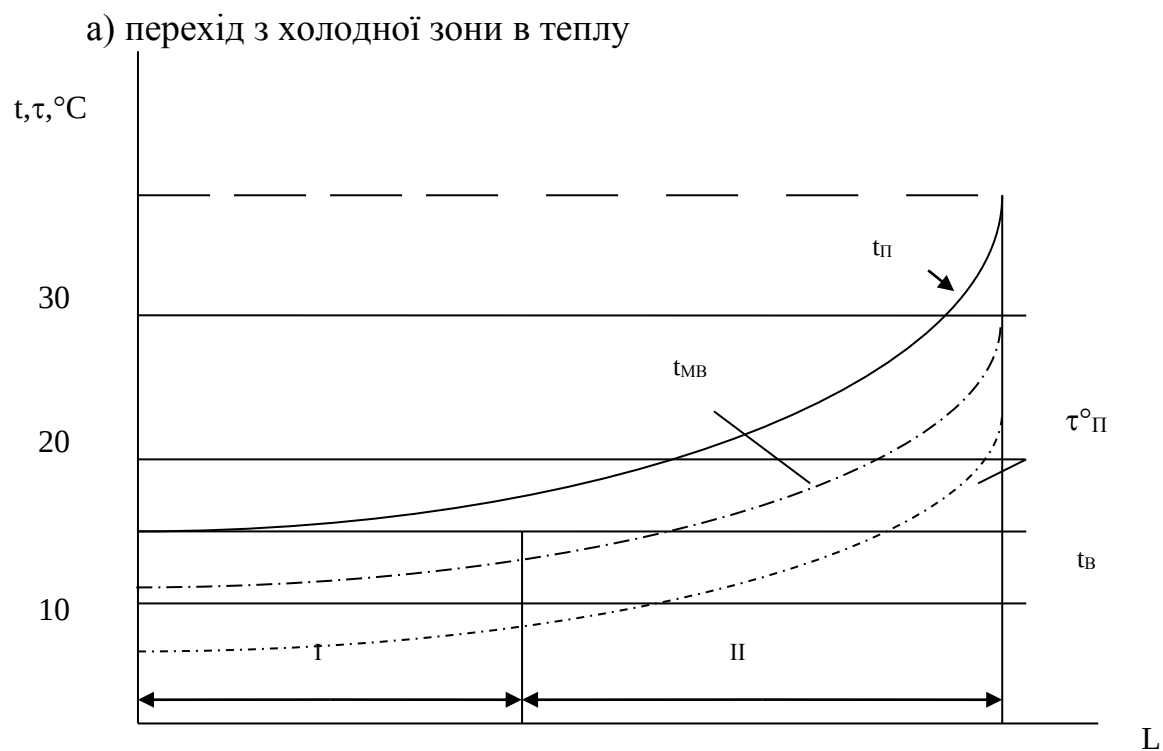
$$t_{II} > \tau_T^0 + 5^{\circ}\text{C} \quad (10.23)$$

– при переході з холодних зон у теплі необхідно підтримувати температуру трюмного повітря і вантажу так, щоб значення цих температур не менш чим на 5°C були вище температури крапки роси вентиляційного повітря, тобто

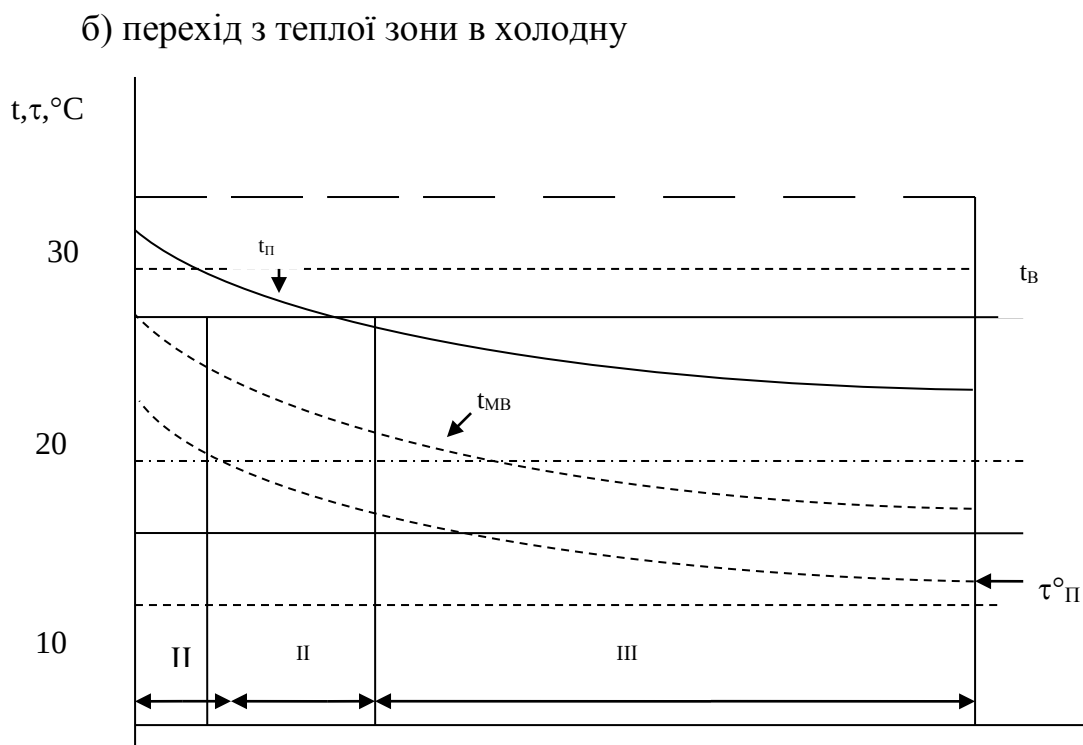
$$t_B > \tau_{II}^0 + 5^{\circ}\text{C}, \quad (10.24)$$

$$t_T > \tau_{II}^0 + 5^{\circ}\text{C} \quad (10.25)$$

На рис. 10.6 представлені зміни параметрів зовнішнього середовища при плаванні судна з холодної зони в теплу (і навпаки) і дані загальні рекомендації з вентилявання вантажних приміщень.



I – вентилявання можливо ($\tau_{HB}^0 < t_u^0$); II – вентилявання приведе до відсирання вантажу $\tau_{HB}^0 > t_u^0$



I – вентилявання можливе ($\tau_\Pi^0 < t_u^0$); II – вентилявання обов'язкове, відсутність вентилявання приведе до конденсації вологи в трюмах; III відсутність вентилявання приведе до конденсації вологи в твіндеках.

Рис.10.6. Зміна параметрів температури зовнішнього повітря, його точки роси і морської води при переході судна морем

10.4. Параметрична модель формування мікроклімату трюмів

Одне із завдань, яке необхідно вирішувати судноводію в рейсі, – це забезпечення збереженого перевезення вантажів. Для досягнення цієї мети, у вантажних приміщеннях судна необхідно створювати такий мікроклімат, який дозволив би прийнятий до перевезення вантаж доставити в порт призначення без псування і втрат.

Питанням забезпечення збереженого перевезення різних вантажів на морських судах приділяли увагу багато дослідників: Б.М. Репкін розробляв технологію перевезення деяких тропічних плодів, В.Е. Стецюк - перевезення цукру-сирцю, Я.Г. Корхов - перевезення швидкопсувних вантажів. Можливості вентиляційних систем суховантажних суден представлені в роботах В.Д. Савчука, а Г.С. Хордас запропонував розрахунки загальносуднових систем.

Для дослідження процесів активного вентилявання трюмів універсальних суден з метою формування оптимального мікроклімату у вантажних приміщеннях, представимо розглянуту систему *"зовнішнє середовище — трюмне повітря — вантаж"* у вигляді структурно-параметричної схеми з характерними для неї параметрами стану u_i , спостереження f_i , керування x_i і збурювання z_i . (Рис.10.7)

Параметри стану — $y_1 \dots y_m$, — повною мірою залежать від протікання процесу формування температурно-вологого стану мікроклімату вантажного приміщення і вантажу ($МК \text{ і } В$), характеризують режим перевезення і використовуються як критерії обмеження. У розглянутому завданні до них можна віднести: кінцеві значення температури трюмного повітря t_m^k , його вологовміст d_m^k , температуру t_z^k і вологості W_z^k вантажів, їхньої маси σ_z^k і ін.

Параметри спостереження — $f_1 \dots f_p$ являють собою поточні змінні параметри як $МК \text{ і } В$, так і вентиляційного повітря. До них можна віднести, наприклад, тиск P_v і швидкість v_v вентиляційного повітря в міжвантажному просторі, тривалість циклів роботи трюмної вентиляції τ , поточні значення температури t_m і вологовмісту d_m трюмного повітря, вантажу t_z , W_z і ін..

Керуючі параметри — $x_1 \dots x_n$ — являють собою сукупність факторів, що впливають на процес формування раціонального стану $МК \text{ і } В$. До таких відносяться: витрата вентиляційного повітря V_v , його температура t_v^H і вологовміст d_v^H , швидкість руху вентиляційного потоку v_v^H й ін..

Збурюючі параметри, - $z_1 \dots z_k$ — це такі впливи на процес, які не залежать від стану об'єкта ($МК \text{ і } В$), керувати ними, тобто змінювати їх практично не можливо. До них відносяться, у першу чергу, параметри зовнішнього середовища траси переходу, такі як t_e^H , d_e^H , ϕ_e^H , ρ_e^H і ін.

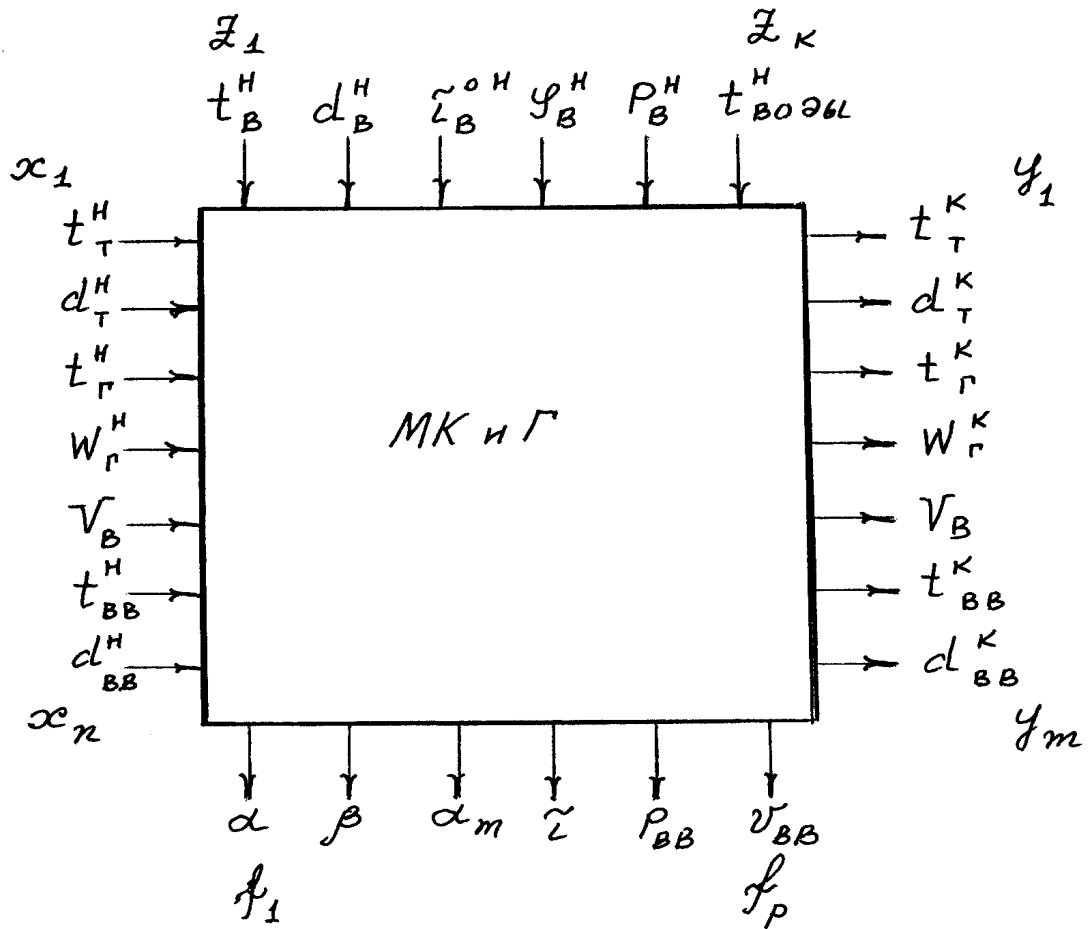


Рис.10.7. Параметрична схема процесу формування раціонального температурно-вологового стану мікроклімату трюмів і вантажів

Із вище викладеного витікає, що параметри стану і спостереження можна назвати вихідними, тому що вони з однієї сторони характеризують протікаючий процес формування МК трюму, а з іншого боку - дозволяють оцінювати термовологий стан перевезеного вантажу. Вхідними ж є керуючі і збуджуючі параметри, тому що вони змінюються в просторі і часі в процесі руху судна з вантажем через різні кліматичні зони.

Виконані експериментально-теоретичні дослідження дозволяють встановити функціональний зв'язок між вхідними параметрами, що впливають на протікання процесу формування раціонального МК трюмів у результаті їхнього вентиляювання і вихідними параметрами, які дозволяють оцінити термовологий стан масиву вантажу для виробітку раціональних режимів його збережного перевезення.

Збуджуючі параметри z_i і управляючі x_i є незалежними змінними і можуть приймати значення в широкому інтервалі

$$z = f_i(\tau), \quad i = 1 \div k \quad (10.26)$$

$$x = f_i(\tau), \quad i = 1 \div n \quad (10.27)$$

Параметри спостереження f_i і стану y_i — залежні, тому що їхні значення визначаються конструктивними особливостями і технічними можливостями вентиляційної системи судна, зміною незалежних змінних, наприклад, параметрів зовнішнього середовища на трасі переходу.

Залежність y_s від x_i носить стохастический характер, тому що кожному значенню x_i відповідає деяка сукупність значень y_s .

Дослідження підтверджують, що в технології збереженого перевезення вантажів морем визначальну роль грають масообмінні процеси, які протікають у штабелі вантажу у взаємозв'язку з параметрами МК. Особливо вони яскраво проявляються під час перевезення гігроскопічних режимних вантажів.

Масообмінний процес у штабелі характеризується наявністю двох фаз вологопереносу. Спочатку вологоперенос здійснюється в межах однієї фази (внутрішній перенос), потім волога пересікає поверхню розділу фаз (зовнішній перенос) і поширюється в межах другої фази, тобто в міжвантажному повітряному просторі.

В середині кожної фази волога переноситься, головним чином, молекулярною дифузією і конвективним переносом, рушійною силою є різниця температур, тисків, концентрацій, а швидкість протікання процесів масопереносу пропорційна рушійній силі. Кількість речовини M , яка переходить в межах однієї фази до границь їх розділення через поверхню F визначається законом Фика

$$M = k_d \cdot F \cdot \Delta C \cdot \tau. \quad (10.28)$$

Сумарний масоперенос до границі (або від неї) визначається рівнянням масопереносу

$$M = \beta_m \cdot F \cdot (C_z - C_\theta) \cdot \tau, \quad (10.29)$$

де k_d — коефіцієнт дифузії; F - площа поверхні розділення фаз; ΔC — рушійна сила (градієнт температури, вологості, концентрацій і т.д.); β_m — коефіцієнт масопередачі; C_z, C_θ — концентрація потоку на границі розділу фаз і усередині масиву вантажу; τ - час протікання процесу масопереносу.

Через те що основною технологічною метою процесу вентилявання трюмів суден є забезпечення необхідного раціонального режиму перевезення вантажів (що перебувають на борту), то вибір керуючих впливів і керованих параметрів є однією з основних завдань, що має бути вирішуватися судноводієм в рейсі.

Перевізникові варто пам'ятати, що всі теплофізичні і термодинамічні характеристики вантажів є функціями температури t і вологовмісту W і, для рішення завдання раціонального режиму їхнього перевезення, йому необхідно знати значення температури і полів вологовмістів у початковий момент часу (початкові умови), геометричну форму штабеля вантажу і закон, за яким відбувається взаємозв'язок між навколишнім середовищем і поверхнею

вантажу (граничні умови). Сукупність початкових і граничних умов становить крайові умови.

Граничні умови в розглянутому завданні відповідають теплообміну штабеля вантажу з навколишнім середовищем за законом теплопровідності або випадку теплопровідності і теплообміну дотичних твердих тіл, коли їхні поверхні мають однакове значення температури (ідеальний тепловий контакт).

Температурне поле усередині штабеля вантажу в початковий момент часу задається початковими умовами

$$t_B^H = (x, y, z, 0) = f(x, y, z) \quad (10.30)$$

При інтенсивному проведенні завантаження судна в трюмах можливе формування рівномірно розподіленого температурного поля, тоді початкові умови приймуть вид

$$t_B^H = (x, y, z, 0) = t_{zo} = \text{const} \quad (10.31)$$

Відповідно до теореми про єдність рішень, якщо деяка функція $f(x, y, z, \tau)$ задовольняє деякому диференціальному рівнянню, початковим і граничним умовам, то вона є єдиним рішенням задачі. Наявність при цьому заданих крайових умов дозволяє одержати аналітичні рішення задачі теплопровідності, тобто знайти функцію

$$t_{nz} = f(x, y, z, \tau) \quad (10.32)$$

Взаємодія поверхні штабеля вантажу з навколишнім середовищем, трюмними огороженнями, окремих вантажних місць один з одним і трюмним мікрокліматом при масообміні під час вентилявання для одномірного потоку має вигляд

$$-\lambda \left[\frac{\partial t}{\partial x} \right] = +q_n(\tau) - r(1 - \varepsilon)q_n(\tau) = 0 \quad (10.33)$$

$$a_m \rho_o \left[\frac{\partial W}{\partial x} \right] + a_m \rho_o \delta \left[\frac{\partial t}{\partial x} \right] + q_m(\tau) = 0, \quad (10.34)$$

де q_n — питомий потік тепла на поверхні; q_m — питомий потік вологи на поверхні.

При $\tau = 0$ початкові умови мають вигляд

$$m = f(x) \text{ і } t_m = f_1(x) \quad (10.35)$$

Система рівнянь і граничні умови становлять математичний опис тепло- і масообміну у вологих, гігроскопічних режимних вантажах у бінарному парогазовому середовищі (вентиляційному повітрі).

При побудові математичних моделей вентилявання трюмів з метою підвищення або зниження температури вантажу, підсушування або незначного зволоження трюмного повітря, якщо таке необхідно, вище наведені залежності можна спростити введенням ряду допущень, які хоча і знижують точність математичної моделі, але дозволяють при цьому

представити складні процеси формування раціонального мікроклімату вантажних приміщень судна, з метою досягнення збереження перевозимого вантажу, простими і доступними для рішення на ЕОМ.

Такими допущеннями, наприклад, можуть бути: заміна складних багатомірних тіл і просторів одномірними, поділ їх на прості елементи, прийняття умови незмінності (режиму постійності) теплофізичних і термодинамічних характеристик вантажів у розглянутому змінному полі температур і вологовмістів зовнішнього середовища і трюмного МК, виключення з рівнянь членів, що незначно впливають на кінцеві результати, перетворення системи координат з метою спрощення форми запису і ін.

У практиці морського перевезення гігроскопічних вантажів найчастіше виникають ситуації, коли судноводію необхідно видалити надлишкову вологу, що перебуває в об'ємі вантажних приміщень, тим самим підсушити вантаж.

Кінетику видалення вологи можна представити у вигляді

$$W = W_p - (W_n - W_p) \exp(-a + b/2\tau) \cdot \tau, \quad (10.36)$$

де W, W_p, W_n — поточна, рівноважна і початкова вологість вантажу;

a, b — коефіцієнти характеризуючи зв'язок вологи у вантажі;

τ - тривалість вентилявання.

Оскільки рівноважна вологість вантажу є функцією температури t_n і відносної вологості φ_n зовнішнього повітря, то використовуючи позначення

$$W_{yn} = W_n - W_p \quad (10.37)$$

$$W_y = W - W_p \quad (10.38)$$

кінетику видалення надлишкової вологи представимо у вигляді

$$W_y = W_{yn} \exp - \{k(t, \varphi)(a + b/2\tau) \cdot \tau\}, \quad (10.39)$$

де $k(t, \varphi)$ — коефіцієнт, що характеризує режим, видалення вологи, є функцією температури і вологості вентиляційного повітря;

$(a + b/2\tau) \cdot \tau$ - зв'язок вологи з вантажними місцями.

Обидві ці характеристики для кожного конкретного вантажу встановлюються експериментальним шляхом, вважаючи, що нам відомі криві сорбції і десорбції. Представляючи рівняння в диференціальній формі, одержуємо математичну модель кінетики видалення вологи із трюму при транспортуванні гігроскопічних вантажів,

Рішення вище наведених рівнянь дозволить розробити рекомендації перевізникові по раціональному застосуванню вентиляційної системи (ВС) вантажних приміщень судна.

Ефективність застосування ВС пропонується оцінювати запропонованим В.А. Голіковим коефіцієнтом ефективності системи повітря розподілення, який, наприклад, для рішення задачі охолодження вантажу визначається по формулі

$$\eta_{ПП} = \frac{t_{П2} - t_{П1}}{t_{П3} - t_{П1}}, \quad (10.40)$$

де $t_{П1}$ — температура приточного в трюм повітря, °С; $t_{П2}$ — температура вихідного із трюму повітря, °С; $t_{П3}$ — середня температура повітря в трюмі, °С;

10.5. Тепловий баланс вантажного приміщення судна під час перевезення вантажів у режимах герметизації і вентилявання

Теоретичні і лабораторні дослідження, а також натурні спостереження, виконані на т/х «Джузеппе ді Вітторіо» у рейсі Чорне море - порти СРВ (липень- жовтень 1976 року), т/х «Микола Огарьов» - рейс Чорне море - порти Республіка Куба (серпень - вересень 1978 року) дозволяють виділити у вантажних приміщеннях кілька характерних зон (Рис. 10.7,10.8).

Зона «а» – у цій зоні масиву вантажу відбувається накопичення тепла і вологи внаслідок біологічних, біохімічних процесів, що проходять у результаті життєдіяльності мікроорганізмів, якщо перевозяться вантажі рослинного походження, або як результат прояву фізико-хімічних властивостей вантажів, які транспортуються, і термодинамічних закономірностей. Волога асимілюється повітрям, що перебуває в міжвантажному просторі, а при досягненні його насичення осідає на поверхні вантажу або його тари і упаковки у вигляді тонкої плівки. Після досягнення повного насичення повітря, перенос вологи з поверхні вантажних місць практично припиняється.

Зона «б» – це поверхневий шар масиву вантажу, як підтверджують натурні заміри, приблизно 0,6 – 0,9 м, в окремих випадках він досягає 1,3 м, у якому вологовиділення і тепломасоперенос відбувається постійно, у результаті контактного повітрообміну з повітряним середовищем підпалубного простору.

Верхня зона - це повітряний простір вантажного приміщення, що перебуває між палубою і поверхнею штабеля вантажу. Тут тепломасоперенос відбувається внаслідок взаємодії параметрів вантажу і температурно-вологих полів, які формуються біля поверхонь огороження трюмів (палуба, борти, перегородки і т.д.)

Для того, щоб попередити або звести до мінімуму псування вантажів від подмочки і відпрівання, судноводій повинен мати уяву про тепловологий баланс вантажних приміщень при транспортуванні цих вантажів у режимах вентилявання і без вентилявання.

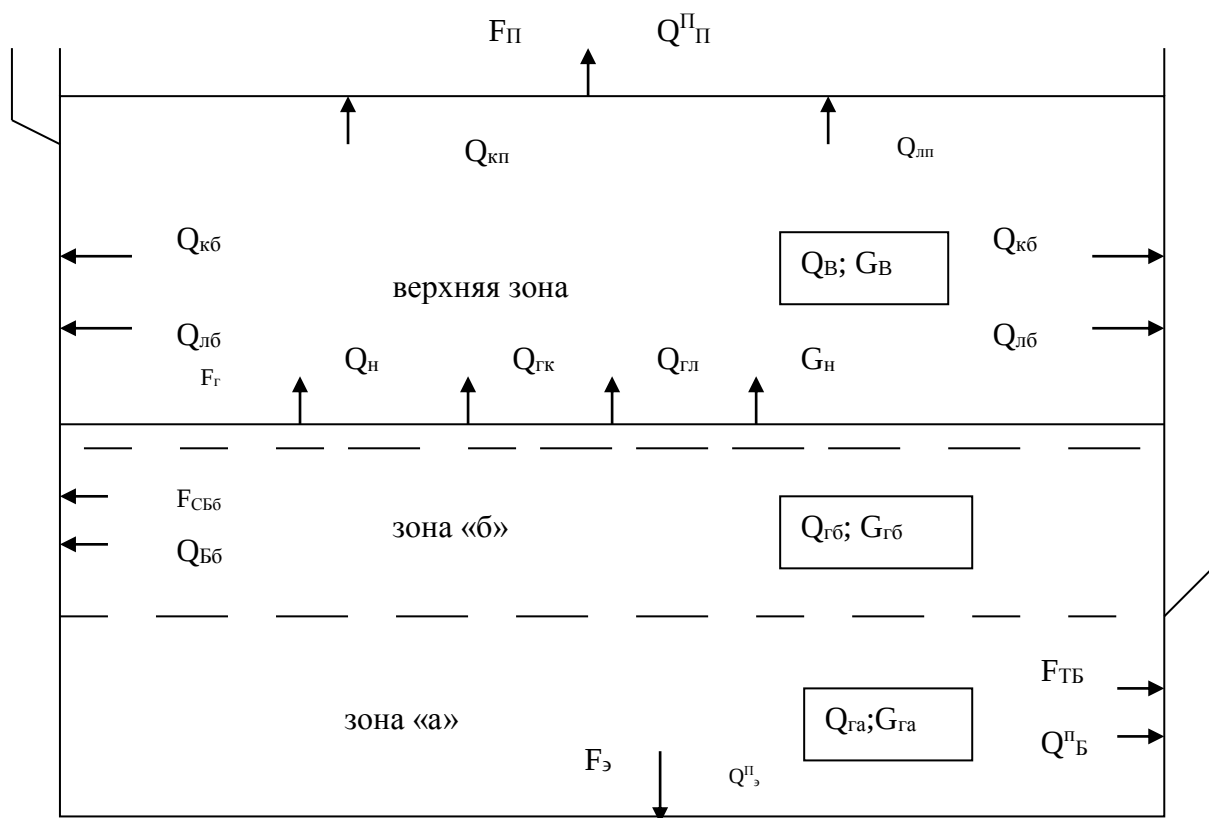


Рис 10.7. Термовологісні зони трюму під час перевезення без вентилявання

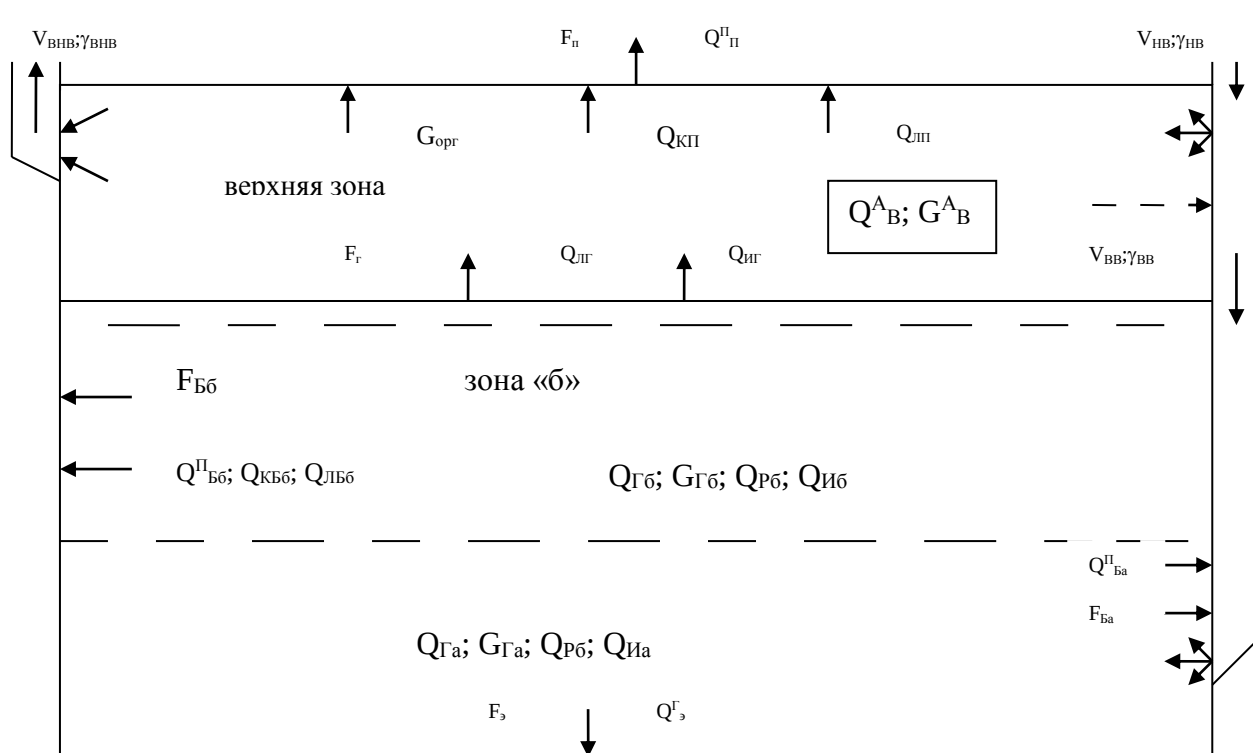


Рис. 10.8 . Термовологісні зони трюму під час перевезення в режимі з вентиляванням

А. Режим вентилявання

Для розглянутого випадку (рис.10.8) система рівнянь має вигляд:

– рівняння теплового балансу всього вантажного приміщення

$$Q_{ИГ} + Q_{Ga,б} + Q_{Pa,б} + Q_{II,Ба,б,Д}^{II} + Q_{A,B} + Q_{BH} + Q_{ЭЛ} + Q_{Иa,б} = 0 \quad (10.41)$$

– об'єм «а» масиву вантажу

$$Q_{Ga} + Q_{Pa} + Q_{Ba}^{II} + Q_{Д}^{II} + Q_{ИГ} + Q_{Иa} = 0 \quad (10.42)$$

– об'єм «б» масиву вантажу

$$Q_{Gb} + Q_{Pb} + Q_{ЛГ} + Q_{Иб} + Q_{ИГб} = 0 \quad (10.43)$$

– поверхні огороження вантажного приміщення

$$Q_{КП} + Q_{КБб} + Q_{ЛП} + Q_{ЛБб} + Q_{II}^{II} + Q_{Бб}^{II} = 0 \quad (10.44)$$

– верхня зона

$$Q_{ИГ} + Q_{BB} + Q_{КП} + Q_{КБб} = 0 \quad (10.45)$$

– рівняння вологового балансу вантажного приміщення

$$G_{Ga} + G_{Gb} + G_{BG} + G_{огр} + G_{BB} = 0 \quad (10.46)$$

– штабеля вантажу

$$G_{Ga} + G_{Gb} + G_{BG} = 0 \quad (10.47)$$

– верхньої зони

$$G_{BG} + G_{BB} + G_{огр} = 0 \quad (10.48)$$

– рівняння збереження маси по повітрю

$$V_{BB}\gamma_{BB} = V_{HB}\gamma_{HB} + V_{BHB}\gamma_{BHB} \quad (10.49)$$

де $Q_{ЭЛ}$ – теплопритоки від вентиляторів ВС; Q_{BH} – витрата тепла на нагрівання зовнішнього повітря до температури верхньої зони; $Q_{Pa,б}$ – витрата тепла на нагрівання повітрям вантажу в об'ємах зон «а» і «б»; $Q_{Ga,б}$ – витрата тепла на нагрівання повітря в міжвантажному просторі зон «а» і «б»; $Q_{A,B}$ – тепло, внесене у верхню зону вихідним з штабеля вантажу повітрям; $Q_{Иa,б}$ – тепло, що витрачається на випар вологи з вантажу в зонах «а» і «б»; $Q_{КБб}, Q_{КП}$ – конвективні теплові потоки; $Q_{ЛГ}, Q_{ЛП}, Q_{ЛБб}$ – променисті теплові потоки; $Q_{II}^{II}, Q_{Ba}^{II}, Q_{Бб}^{II}, Q_{Д}^{II}$ – теплові потоки через поверхні, що обгороджують (палубу, борти, перегородки, днище і ін.); $Q_{ИП}$ – тепловий потік від джерела тепла у верхній зоні, якщо такий є; $Q_{ИГ}$ – тепло, що витрачається на випар вологи з

поверхні вантажу; Q_{Ga}, Q_{Gb} – тепло, виділюване вантажем в об'ємах зон «а» і «б»; $Q_{Ha,b}$ – витрата тепла на нагрівання вантажу в зонах «а» і «б»; Q_{AB}, G_{AB} – тепло і волога, акумульоване повітрям верхньої зони; $G_{огр}$ – волога сконденсована на поверхнях, що обгороджують; $G_{Ga,b}$ – вологовміст у зонах «а» і «б» G_{BF} ; - волога, що надходить у верхню зону з вентиляційним повітрям, яке пройшло через вантаж; G_{BB} – волога, що надходить із вентиляційним повітрям у верхню зону; V_{HB}, V_{BB} – об'єм зовнішнього (забортного) і внутрішнього (рециркуляційного) повітря, що надходить у систему вентиляції; V_{CM} – об'єм змішаного повітря; V_{BHB} – об'єм вихідного повітря; $\gamma_{HB}, \gamma_{BB}, \gamma_{CM}, \gamma_{BHB}$ – об'ємна маса зовнішнього, внутрішнього змішаного і вихідного повітря; F – площа поверхні масиву вантажу; $F_{II}, F_{Bb}, F_{Ba}, F_{D}$ – площа поверхонь, що обгороджують трюм.

Розглядаючи енергетичний баланс вантажних приміщень судна при транспортуванні гігроскопічних тарноупакованих вантажів у режимі вентиляювання перевізникові необхідно пам'ятати:

- при наявності на поверхні вантажу краплинно-рідкої вологи (конденсату) і незначному вологовмісті вентиляційного повітря, останнє, проходячи через вантаж, воложитьься майже до повного насичення і подальший процес вентиляювання проходить при постійному значенні його відносної вологості, рівному приблизно 100%;
- після видалення з поверхні вантажу краплинно-рідкої вологи, вентиляційне повітря воложитьься тільки за рахунок вологи, виділюваної вантажем. При цьому, воно воложитьься на порядок менше, чим в першому випадку, внаслідок чого вентиляційне повітря може і не досягати стану, близького до насичення.

Б. Режим герметизації

На рис.10.7 наведена схема вантажного приміщення судна під час перевезення вантажів у режимі без вентиляювання. Цій схемі відповідає система рівнянь тепловологового балансу, у яку входять рівняння балансу для всіх об'ємів і поверхонь, що беруть участь у процесі тепломасопереносу.

Система рівнянь запишеться у вигляді:

- рівняння теплового балансу об'єму «а» масиву вантажу

$$Q_{Ga} + Q_{B}^{II} + Q_{D}^{II} + Q_{Pa} = 0 \quad (10.50)$$

- об'єму «б»

$$Q_{Gb} + Q_{Gk} + Q_{KII} + Q_{KB} + Q_{Pb} = 0 \quad (10.51)$$

- верхньої зони

$$Q_{IG} + Q_{GK} + Q_{KII} + Q_{KB} + Q_{Pb} = 0 \quad (10.52)$$

- на внутрішній поверхні верхньої зони

$$Q_{KP} + Q_{KB} + Q_{LP} + Q_{LB} + Q_{PP} + Q_{B\bar{B}} = 0 \quad (10.53)$$

- рівняння вологого балансу

$$G_H + G_B = 0 \quad (10.54)$$

тут F_T – площа поверхні вантажу в трюмі, твіндеку; F_P – площа палуби; F_{CB}, F_{TB}, F_D – площа сонячного і тіньового бортів, подвійного дна; Q_P^P, Q_B^P, Q_D^P – теплові потоки через палубу, борти, подвійне дно; $Q_{KP}, Q_{KB}, Q_{LP}, Q_{LB}, Q_{LP}$ – конвективні потоки, променисті потоки від палуби, бортів, вантажу; Q_H – тепло, затрачене на випар вологи з поверхні вантажу; $Q_{Ga}, Q_{G\bar{B}}$ – тепло, виділене вантажем в об'ємах «а» і «б»; $Q_{Pa}, Q_{P\bar{B}}$ – тепло, що витрачається на нагрівання вантажу в об'ємах зон «а» і «б» (у випадку охолодження вантажу в розрахункові формули підставляються зі знаком «-»); Q_B – тепло, акумульоване повітрям верхньої зони; G_H – кількість вологи, що випаровується з поверхні вантажу; G_B – волога, яка асимілювалась повітрям верхньої зони.

Для розрахунку теплопритоків або тепловідтоків, вологовиділення або виділень тепла вантажем при його транспортуванні в розділі 10.9 приводяться формули розрахунку необхідних величин на програмнокерованих ПЕОМ.

10.6. Розрахунок температурного поля штабеля вантажу під час перевезення в режимі герметизації

Для того, щоб визначити температуру вантажу в кожному наперед заданому об'ємі вантажного приміщення з метою прогнозування можливих вогнищ відпівання, зволоження або підмочки вантажу, застосуємо метод кінцевих різниць або метод сіток.

Область безперервної зміни аргументів x, y, z, τ замінюється сіткою, тобто дискретною, кінцевою безліччю точок, які називаються вузлами. Різниця тих самих аргументів для двох суміжних вузлів $\Delta x, \Delta y, \Delta z, \Delta \tau$ називається кроком зміни цих аргументів. Кроки можуть бути як постійні, так і змінні. Заміняючи диференціальне рівняння теплопровідності рівнянням у кінцевих різницях, а крайові умови – різницевиими схемами, одержимо систему рівнянь у кінцевих різницях із числом невідомих значень температур вантажу t_{Bi} , що дорівнюють числу вузлів сітки. При цьому дотримуються найважливіші властивості різницевих схем – апроксимованість, стійкість, збіжність.

Апроксимованість – при прямуванні кроків аргументів до нуля рішення системи алгебраїчних рівнянь прямує до рішення при заданих крайових умовах.

Збіжність – при згущенні сітки рішення системи алгебраїчних рівнянь наближається до рішення диференціальних рівнянь при заданих крайових умовах.

Стійкість – при зменшенні кроків, тобто згущенні сітки, не відбувається великих перекичувань рішень.

Рівняння температурного поля штабеля вантажу, що перебуває в трюмі, у випадку відсутності внутрішнього джерела тепла для випадку двовірної стаціонарної теплопровідності має вигляд:

$$\frac{\partial^2 t_B}{\partial x^2} + \frac{\partial^2 t_B}{\partial y^2} = 0 \quad (10.55)$$

Введемо відповідні йому рівняння в кінцевих різницях. Позначимо при цьому температури вантажу в точці 0 і вузлах сітки 1,2,3,4 відповідно $t_{B0}, t_{B1}, t_{B2}, t_{B3}, t_{B4}$ (Рис 10.9). Тоді градієнт температури вантажу в напрямку осі x для точки 0 запишеться

$$\left(\frac{\partial t_B}{\partial x} \right)_x + \frac{\Delta x}{2}; y = (t_{B3} - t_{B0}) / \Delta x \quad (10.56)$$

Аналогічно градієнт температури для т. 0'':

$$\left(\frac{\partial t_B}{\partial x} \right)_x - \frac{\Delta x}{2}; y = (t_{B0} - t_{B1}) / \Delta x \quad (10.57)$$

Визначаємо другу похідну в напрямку осі x для т. 0:

$$\frac{\partial^2 t_B}{\partial x^2} x, y \cong \frac{1}{\Delta x} \left[\left(\frac{\partial t_B}{\partial x} \right)_x + \frac{\Delta x}{2}; y - \left(\frac{\partial t_B}{\partial x} \right)_x - \frac{\Delta x}{2}; y \right] = \frac{1}{(\Delta x)^2} (t_{B1} + t_{B3} - 2t_{B0}) \quad (10.58)$$

У такий же спосіб знаходимо другу похідну в напрямку осі y для т.0.

$$\frac{\partial^2 t_B}{\partial y^2} x, y \cong \frac{1}{(\Delta y)^2} (t_{B2} + t_{B4} - 2t_{B0}) \quad (10.59)$$

Підставивши значення цих похідних з (10.40) і (10.41) у (10.57) за умови $\Delta x = \Delta y = \Delta$ одержимо різницеву схему.

$$\frac{\partial^2 t_B}{\partial x^2} + \frac{\partial^2 t_B}{\partial y^2} \cong \frac{1}{\Delta} (t_{B1} + t_{B2} + t_{B3} + t_{B4} - 4t_{B0}) = 0 \quad (10.60)$$

або

$$t_{B1} + t_{B2} + t_{B3} + t_{B4} - 4t_{B0} = 0 \quad (10.61)$$

З рівняння (10.42) витікає, що температура в будь-якому вузлі сітки є середньо арифметичною температур у сусідніх чотирьох вузлах сітки. Цю

фундаментальну властивість рівнянь Лапласа покладено в основу рішення завдань теплопровідності - релаксаційного методу.

Застосовуючи цей метод, запишемо у вузлах сітки очікувані, але довільно вибрані, температури вантажу t_B . В загальному вигляді вони будуть задовольняти умови (10.42). Якщо t_{B_0} виявиться більше середнього арифметичного температур $t_{B1}, t_{B2}, t_{B3}, t_{B4}$, то це означає, що в т. 0 перебуває джерело тепла, якщо менше – стік теплоти.

Різницева схема прийме вид:

$$t_{B1} + t_{B2} + t_{B3} + t_{B4} - 4t_{B0} = R_0 \quad (10.62)$$

Величину R_0 називаємо залишком для т. 0 і запишемо у вигляді

$$R_0 = \frac{q_v}{\lambda} \Delta \quad (10.63)$$

де q_v – об'ємна щільність теплового потоку у т. 0, Вт/м³.

Використовуючи рівняння (10.43), знаходимо залишок для всіх вузлів сітки. Там, де залишок R_0 виявляється найбільшим по абсолютній величині, значення температури обрані найменш вдало. Припустимо, що в т. 0 величина R_0 найбільша, тоді найбільший R ділимо на 4 і додаємо $\frac{1}{4}R_0$ до залишків сусідніх чотирьох точок, а температуру вузла, де перебував найбільший залишок, збільшуємо на $\frac{1}{4}$ первісного залишку, тоді очевидно, що залишок у вузлі 0 стає рівним нулю.

$$t_{B1} + t_{B2} + t_{B3} + t_{B4} - 4t'_{B0} = 0 \quad (10.64)$$

тут

$$t'_{B0} = t_{B0} + \frac{1}{4}R_0 \quad (10.65)$$

Залишок у точках 1,2,3,4 збільшуємо на величину $\frac{1}{4} R_0$, наприклад, у т. 1.

$$R'_1 = R_1 + \frac{1}{4}R_0 \quad (10.66)$$

Далі всі операції повторюємо для наступного вузла з найбільшим залишком і завершується розрахунок у тому випадку, коли залишки внутрішніх вузлів сітки досягнуть нуля або будуть дуже малими.

Умову для тривимірного температурного поля запишемо у вигляді:

$$t_{B1} + t_{B2} + t_{B3} + t_{B4} + t_{B5} + t_{B6} - 6t_{B0} = 0 \quad (10.67)$$

Тут слід зазначити, що релаксаційний метод рішень системи різницевих рівнянь застосуємо у випадку визначення температурного поля вантажу з малим числом вузлів, не більше 20. Якщо необхідно розрахувати велике температурне поле (число вузлів > 20), то для рішення системи різницевих рівнянь прийнятно використати ітераційні методи Зейделя.

Для рішення цієї задачі при нестационарному режимі диференціальне рівняння теплопровідності

$$\frac{\partial^2 t_B}{\partial x^2} + \frac{\partial^2 t_B}{\partial y^2} + \frac{\partial^2 t_B}{\partial z^2} = \frac{1}{\alpha} \frac{\partial t_B}{\partial \tau}, \quad (10.68)$$

варто записати для кожного вузла сітки в кінцевих разностях, а перша похідна по τ має вигляд

$$\frac{\partial t_B}{\partial \tau} \cong \Delta t_B / \Delta \tau = (t'_{B0} - t_{B0}) / \Delta \tau \quad (10.69)$$

де t_{B0} – температура вантажу у т. 0 в момент часу τ ; t'_{B0} – температура вантажу в цій же точці через інтервал часу $\Delta \tau$; $\alpha = \lambda / \rho G_v$ – коефіцієнт температуропровідності.

З огляду на те, що

$$\frac{\partial^2 t_C}{\partial x^2} x, y \cong \frac{1}{\Delta x} \left[\left(\frac{\partial t_B}{\partial x} \right) x + \frac{\Delta x}{2}; y - \left(\frac{\partial t_B}{\partial x} \right) x - \frac{\Delta x}{2}; y \right] \cong \left(\frac{1}{\Delta x^2} \right) (t_{B1} + t_{B3} - 2t_{B0}) \quad (10.70)$$

запишемо другу похідну по y для т.0:

$$\frac{\partial^2 t_B}{\partial y^2} x, y \cong \left(\frac{1}{\Delta y^2} \right) (t_{B2} + t_{B4} - 2t_{B0}) \quad (10.71)$$

У кінцевих різницях для т.0 запишемо

$$\frac{t_{B1} + t_{B3} - 2t_{B0}}{(\Delta x^2)} + \frac{t_{B2} + t_{B4} - 2t_{B0}}{(\Delta y^2)} + \frac{t_{B5} + t_{B6} - 2t_{B0}}{(\Delta z^2)} = \frac{t'_{B0} - t_{B0}}{\alpha \Delta \tau} \quad (10.72)$$

поклавши $\Delta x = \Delta y = \Delta z = \Delta$ одержимо:

$$t_{B1} + t_{B2} + t_{B3} + t_{B4} + t_{B5} + t_{B6} = \frac{\Delta(t'_{B0} - t_{B0})}{\alpha \Delta \tau} \quad (10.73)$$

Звідси

$$t'_{B0} = \frac{\alpha \Delta \tau}{\Delta} \left[(t_{B1} + t_{B2} + t_{B3} + t_{B4} + t_{B5} + t_{B6}) + \left(\frac{\Delta}{\alpha \Delta \tau} - 6 \right) t_{B0} \right] \quad (10.74)$$

Вираження дозволяє по відомій початковій температурі вантажу у точці 0, що дорівнює t_{B_0} в момент часу τ_0 і температурами $t_{B_1}, t_{B_2}, t_{B_3}, t_{B_4}, t_{B_5}, t_{B_6}$ на границі області визначення знайти невідому температуру t'_{B_0} в розглянутій точці 0 в момент часу $\tau + \Delta\tau$. Таким чином визначається температура у всіх крапках сітки (елементарних об'ємах вантажу) у момент часу $\tau + \Delta\tau$. Для відшукування значень температури вантажу в цій же точці трюму в момент часу $\tau + 2\Delta\tau$ знайдену раніше $t'_{B_0}(\tau + \Delta\tau)$ приймаємо за відому і знаходимо $t''_{B_0}(\tau + 2\Delta\tau)$.

Виконавши такі розрахунки багаторазово, визначаємо зміну температури вантажу в розглянутій точці 0 масиву вантажу. Аналогічно вона визначається і для всіх інших, що цікавлять судноводія, елементарних об'ємах вантажного приміщення.

10.7. Технічні засоби вентилявання і регулювання мікроклімату вантажних приміщень

За ступенем устаткування технічними засобами вентилявання трюмів морські судна діляться на три групи:

- які мають природно-примусову систему вентилявання;
- обладнані механічною системою вентилявання;
- обладнані системою кондиціонування повітря у вантажних приміщеннях.

На судах, обладнаних природно-примусовою вентиляційною системою, повітря в трюми і твіндеки подається через систему дефлекторів і повітряводів. Останні виконані у вигляді системи телескопічних труб, а дефлектори - у формі розтруба, витяжної іжекційної головки, кульової незаливаємої головки і інших різних конструкцій.

Самий продуктивний дефлектор - типу розтруба, але він дуже чутливий до зміни напрямку вітру. Продуктивність інших конструкцій розтрубів менша, але вони менш чутливі до напрямку вітру, і це вигідно відрізняє їх, оскільки немає необхідності розвертати головки вентиляторів при зміні напрямку вітру або курсу руху судна.

Залежно від сили і швидкості вітру, а також від курсу руху судна, на палубі виникають різні аеродинамічні зони. При зустрічному вітрі на передній палубі в районі бака виникає зона розрідження, біля лобової надбудови - зона підпору. На кормовій палубі зона розрідження виникає безпосередньо за надбудовою судна, а підпір повітря біля вентиляторів, розташованих ближче до корми. Дефлектори вентиляторів носових трюмів встановлюють: носові - на вітер; кормові - проти вітру. На кормових трюмах вентилятори біля надбудови встановлюють на вітер, а вентилятори, розташовані біля кормової перегородки трюмів, проти вітру. Під впливом

градієнта тисків у трюмі повітря природно рухається від кормової перегородки до носової і виходить через «витяжний» вентилятор.

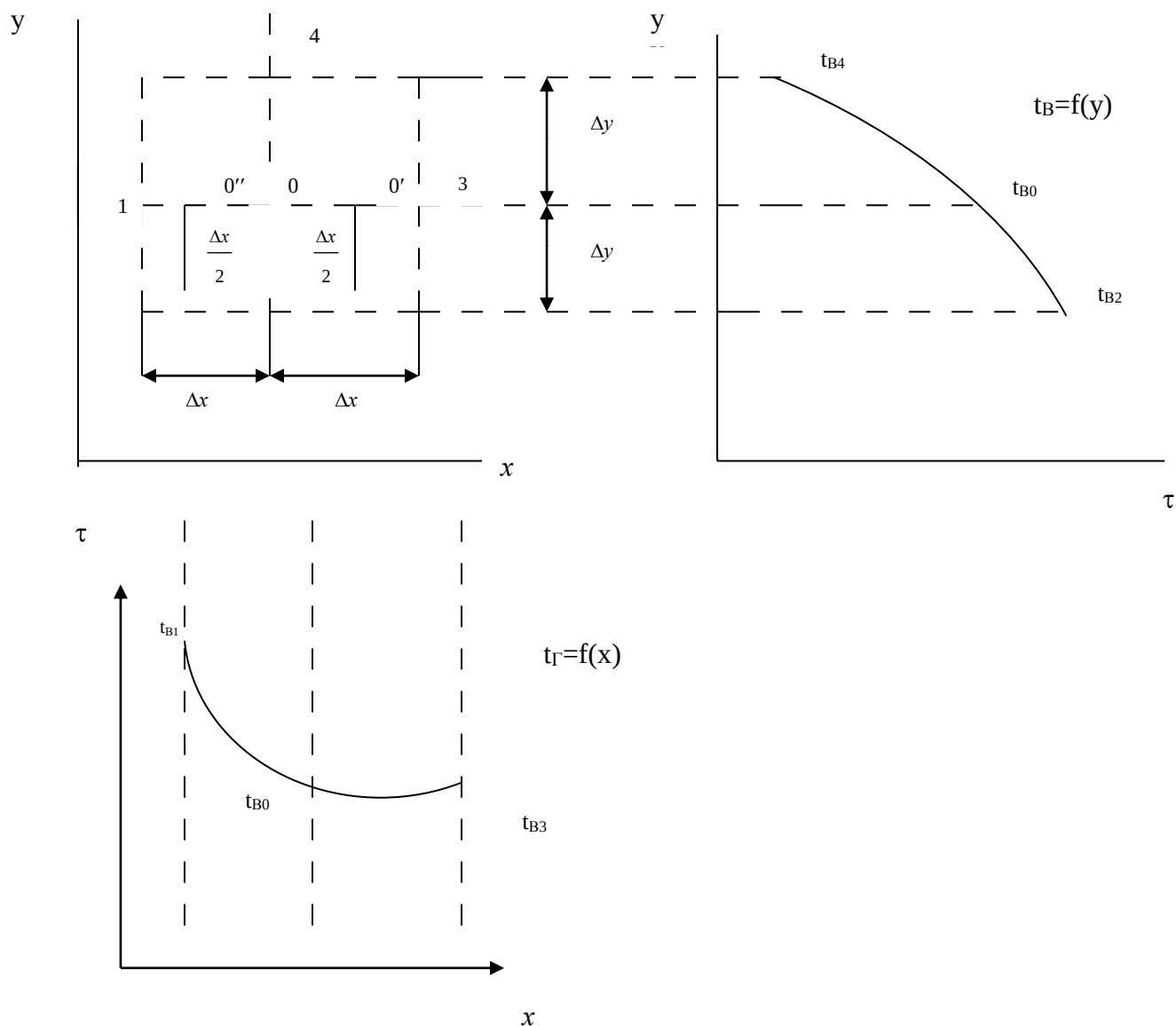


Рис. 10.9 Схема для розрахунку двухмірного температурного поля з використанням різницевої сітки

При нагонному вітрі, коли потік повітряних мас збігається з напрямком руху судна, структура аеродинамічних зон не міняється, тому положення розтрубів вентиляторів залишається без зміни.

Природно-примусова вентиляційна система забезпечує від 0,3 до 3 обмінів повітря за годину, причому вентилявання носових трюмів більш ефективно, оскільки швидкість руху потоку повітря в носових трюмах приблизно в 2 рази більше, ніж у кормових. Цю обставину необхідно враховувати при складанні вантажного плану.

Об'єм поступаючого в трюм повітря може бути обчислений по формулі

$$V = S \cdot g, \quad (10.75)$$

де S – площа пересіку вентиляційного каналу, м^2 ;

g – швидкість потоку повітря, м/с .

Судна з механічною вентиляційною системою обладнуються системою повітря розподілення і електромоторами. Повітророзподілення забезпечується системою повітряних каналів (повітроводів), по яких повітря може подаватися в різні місця вантажних приміщень і відводитися з них. Система повітророзподілення має велике значення, оскільки вона повинна забезпечувати аерацію всіх елементарних об'ємів трюму.

Конструктивно система повітроводів може бути виконана таким чином (рис.10.11, 10.12, 10.13, 10.14):

- повітроводи, через які подається повітря в трюм, розташовані на одній перегородці, а відвідні - на протилежній, при цьому вони можуть бути простими або мати розгалуження;
- повітроводи, що подають повітря в трюм, розташовуються під палубою уздовж одного борта, а відвідні - під палубою протилежного борта;
- повітроводи, через які подається вентиляційне повітря, розташовані під палубою уздовж бортів, а відвідні - на перегородках і ін.

Як показали дослідження, які були виконані на кафедрі «Морські перевезення» ОНМА, конструктивне виконання системи вентиляювання трюмів впливає на якісну сторону аерації трюмів.

Подача повітря в трюм судна забезпечується вентиляторами, продуктивність яких залежить від заданої кратності обміну повітря. Для звичайних універсальних суховантажних суден вентиляційна система трюмів проектується на 5 - 7 обмінів повітря за годину, а на суднах, які перевозять фрукти, овочі і інші специфічні вантажі, вона проектується, виходячи з розрахунку забезпечення 15 - 20-кратного обміну повітря за годину.

Вентилятори, залежно від їхньої конструкції, працюють у витяжному або нагнітальному режимах. Іноді встановлюють реверсивні вентилятори, які можуть працювати як у витяжному, так і у нагнітальному режимах.

Механічна вентиляційна система спеціалізованих суден може мати свої конструктивні особливості.

Система кондиціонування повітря (*СКП*) дозволяє робити обробку подаваного в трюм повітря - сушіння, зволоження, підігрів або його охолодження. *СКП* можуть робити обробку зовнішнього і трюмного повітря. Вони підрозділяються: за видом тепловологої обробки повітря (охолодження, охолодження з підсушенням, підігрів, зволоження); за способом тепловологої обробки повітря (осушення сорбентами або за допомогою холодильних машин); за конструкцією обладнання для тепловологої обробки повітря (тверді або рідкі сорбенти й охолоджувачі з безпосереднім випаром вологи); за складом оброблюваного повітря на прямооточну, обробку тільки зовнішнього повітря, замкнуту, працюючу без введення зовнішнього повітря, з'єднану, яка обробляє суміш зовнішнього повітря, взятого з вантажних приміщень.

Крім того, СКП можуть бути центральними (підсушене повітря розподіляється по декількох вантажних приміщеннях) і автономними (окрема установка для кожного вантажного приміщення).

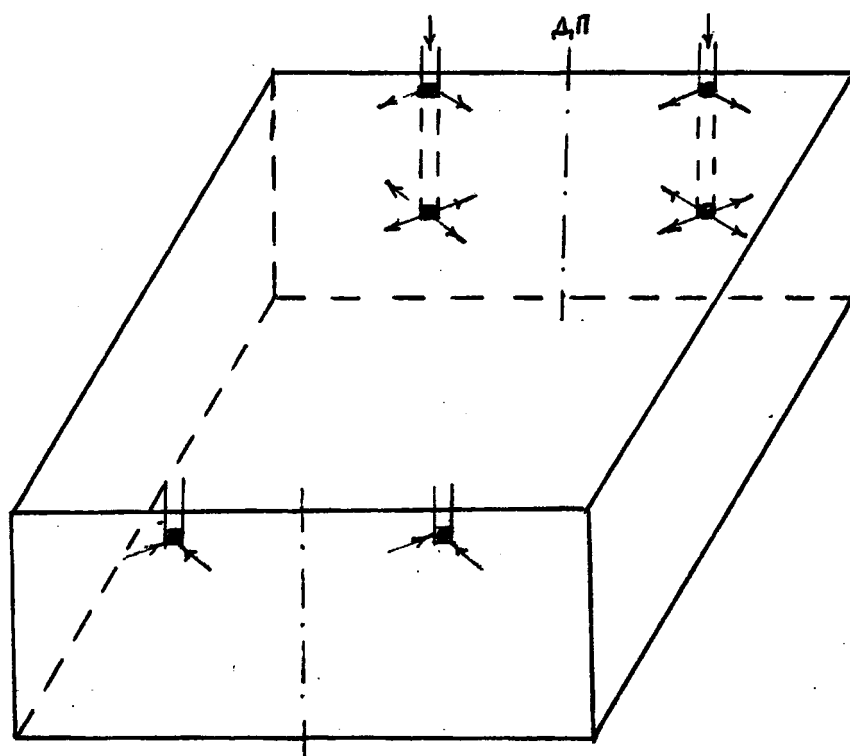


Рис.10.11. Схема розташування повітроводів суден типу «Ленінгорськ»

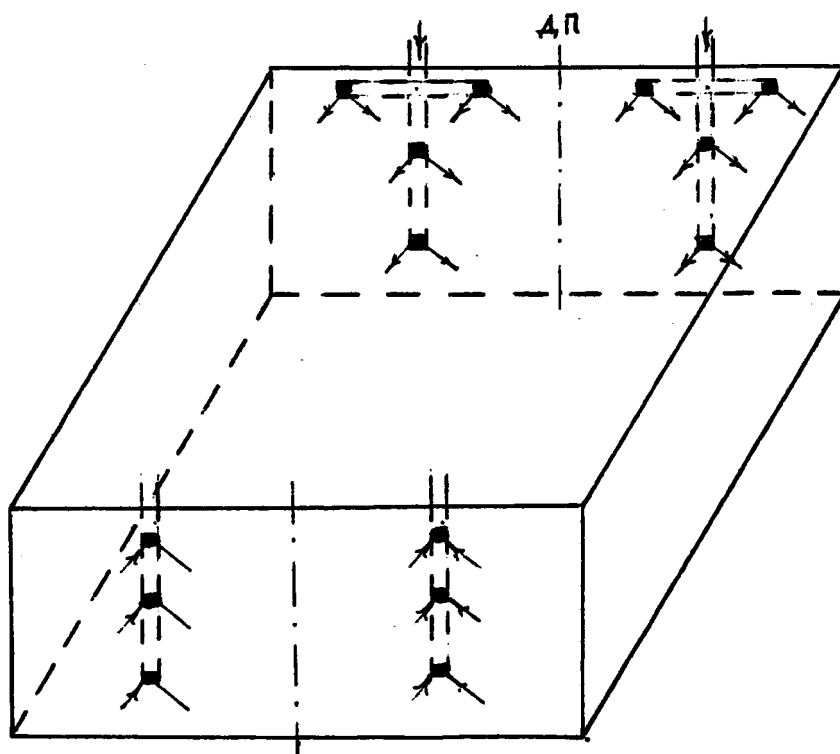


Рис.10.12. Схема розташування повітроводів суден типу «Капітан Кушнарєнко»

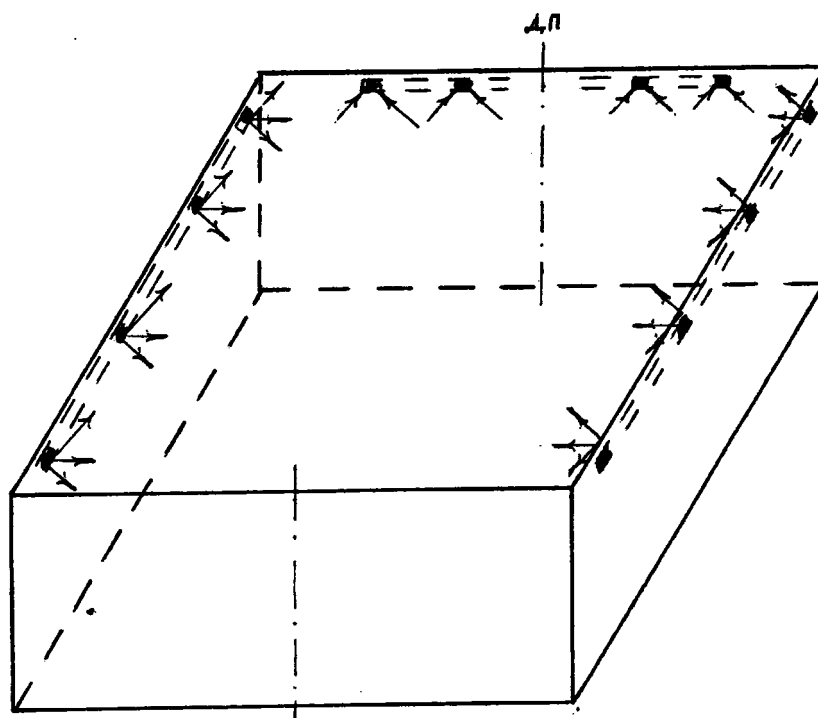


Рис.10.13. Схема розташування повітроводів суден типу «Герої Панфіловці»

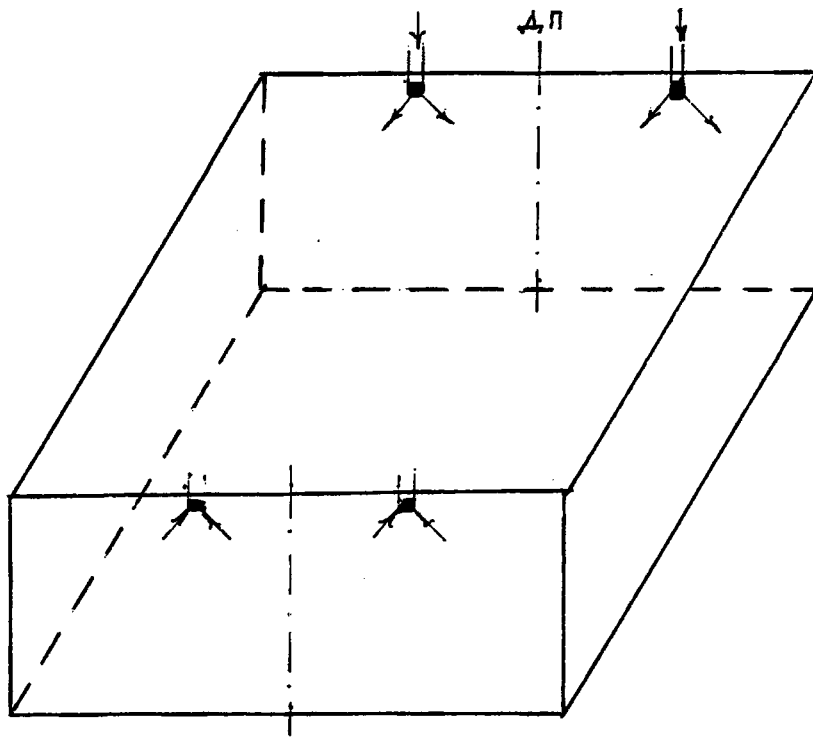


Рис.10.14. Схема розташування повітроводів суден типу «Пула»

10.8. Карти даних про повітророзподілення у вантажних приміщеннях судна

Як раніше було відзначено, велика кількість різноманітних по номенклатурі товарів вимагають від перевізника підтримки у вантажних приміщеннях судна певних температурно-вологових режимів, які регламентуються МОПНВ, КТР, ТУ, ТТУ і іншими нормативними документами.

А через те що основним засобом регулювання температури і відносної вологості трюмного повітря є суднова вентиляційна система, то судноводій повинен враховувати її потенційні можливості, які залежать від її технічних характеристик і конструктивних особливостей.

На практиці виконання вимог перерахованих вище нормативних документів викликає в судноводія деякі затруднення, які пов'язані з відсутністю даних про динаміку повітророзподілення в завантажених вантажних приміщеннях.

Як наслідок, при складанні вантажного плану на рейс ще висока ймовірність розміщення режимних вантажів у не підходящих для них місцях трюму або твіндека, тобто розміщення цих вантажів у зонах з недостатнім або підвищеним повітрообміном, або в застійних зонах. В свою чергу підсумку це негативно проявляється на якості і товарному виді вантажів.

Виконані на кафедрі «Морські перевезення» ОНМА дослідження дозволяють усунути відзначений пробіл в інформаційному забезпеченні перевезень режимних вантажів на універсальних судах, допомогти судновій адміністрації обґрунтовано розміщати ці вантажі в тих місцях трюмів або твіндеків, де формуються необхідні зони з достатнім і необхідним повітрообміном.

Результати досліджень дають можливість вирішувати наступні практичні завдання:

- на етапі планування завантаження судна оцінити пристосованість вантажних приміщень і їхніх елементарних об'ємів (зон) до перевезення конкретних режимних вантажів;
- виходячи з оцінки пристосованості вантажних приміщень, раціонально розмістити окремі партії режимних вантажів - за критерієм максимальної відповідності фактичної аерації нормативним вимогам;
- під час рейсу встановлювати необхідний для збережної доставки вантажів режим вентилявання трюмів.

Пристосованість вантажного приміщення в цілому, або його частини, до перевезення певного вантажу встановлюється шляхом зіставлення фактичної інтенсивності повітрообміну, що забезпечується вентиляційною системою судна, з нормативними її значеннями, які рекомендуються Правилами.

Для рішення таких завдань пропонується використати «*Карти даних про повітророзподілення у вантажних приміщеннях судна*» (КДП).

КДП розроблені на основі експериментально – теоретичних досліджень систем вентилявання вантажних приміщень, їхнього конструктивного виконання, характеру повітророзподілення і технічних параметрів. Складається КДП із двох частин: відомостей про судно й заходів щодо забезпечення збереженого перевезення вантажів.

У першій частині наведені дані про систему вентилявання (СВ) вантажних приміщень, конструктивному розташуванні приточних і витяжних повітроводів, технічні характеристики СВ: нормативна продуктивність V – м³/година, створюваний напір h – мм. вод. ст., середній повітрообмін у кожному трюмі і твіндеці N об/годину, схеми вантажних приміщень із вказівкою конфігурації і розташування в них зон: застійної (ЗЗ), у якій значення повітрообміну не перевищує 1 об/годину; зони помірної аерації (ПА), у якій N = від 2 до 6 об/годину; зони підвищеної аерації (ЗПА), де значення повітрообміну більше 6 об/годину.

У другій частині КДП дані рекомендації про зони розміщення режимних вантажів і вентиляванні вантажних приміщень.

Для кожної із цих зон розраховані:

- орієнтовний об'єм, займаний у вантажному приміщенні даною зоною, м³ та %;
- приблизна висота, м.;
- коефіцієнти питомої подачі $k_{y\partial}$ і питомої швидкості руху k_v вентиляційного повітря.

Фізичний зміст $k_{y\partial}$ полягає в тім, що він дозволяє реально оцінити потенційні можливості СВ у кожному вантажному приміщенні, а також визначити значення фактичної питомої продуктивності вентиляційної системи в зазначених вище зонах

$$k_{y\partial} = V_{П. y\partial}^{\Phi} / V_{П. y\partial}^H \quad (10.76)$$

$$V_{\Pi, y\partial}^H = V_B / \sum m_B, \quad (10.77)$$

де $V_{\Pi, y\partial}^{\Phi}, V_{\Pi, y\partial}^H$ - фактичне і нормативне значення питомої подачі вентиляційного повітря в розглянутому елементарному об'ємі вантажного трюмі, $(\text{м}^3/\text{ч}) / \text{т}$; V_{Π} - загальна витрата вентиляційного повітря в розглянутому вантажному приміщенні, $\text{м}^3/\text{ч}$; $\sum m_B$ - маса вантажу в цьому приміщенні, т.

Величина $V_{\Pi, y\partial}^{\Phi}$ характеризує рівномірність вентилявання всієї маси вантажу в трюмі або твіндеці і що досягається при цьому, повітророзподілення, тобто технологічний ефект від застосування системи вентилявання трюмів. Зниження або підвищення температури вантажу (t_B), зменшення або збільшення його вологовмісту (W_B) перебувають у прямої залежності від $V_{\Pi, y\partial}^{\Phi}$.

У тих елементарних об'ємах трюмів, де $k_{y\partial} < 1,0$ виникають зони зниженої інтенсивності вентилявання або застійні зони (33).

Допустимо, що в розглянутому об'ємі вантажного приміщення $k_{y\partial} = 0,5$.

Це означає, що в цьому об'ємі трюму (твіндека) фактичне значення питомої подачі вентиляційного повітря становить половину його нормативної величини $V_{\Pi, y\partial}^H$.

Під коефіцієнтом питомої швидкості k_v розуміємо відношення фактичної швидкості руху вентиляційного повітря ϑ_{Π}^{Φ} в розглянутому елементарному об'ємі штабеля вантажу до швидкості ϑ_{Π}^H , що мав би вентиляційний потік у випадку його рівномірного руху

$$k_g = \vartheta_{\Pi}^{\Phi} / \vartheta_{\Pi}^H \quad (10.78)$$

Нормативна швидкість ϑ_{Π}^H визначається

$$\vartheta_{\Pi}^H = V_{\Pi} / F_u, \quad (10.79)$$

де F_u - площа поперечного перерізу штабеля вантажу, м^2 .

Знаючи величину k_g в кожному наперед заданому елементарному об'ємі вентиляваної маси вантажу, а також ϑ_{Π}^H для кожного вантажного приміщення, можна визначити фактичне значення швидкості руху вентиляційного повітря в розглянутому об'ємі, використовуючи формулу

$$\vartheta_{\Pi}^{\Phi} = k_g \vartheta_{\Pi}^H \quad (10.80)$$

Таким чином, коефіцієнт k_g дає поняття про характер розподілу вентиляційного потоку в масиві вантажу по швидкості його руху. У цьому випадку весь штабель вантажу умовно можна розділити на дві зони:

- рівномірного руху повітря, де $k_g = 1,0$;
- нерівномірного руху повітря, де $k_g \geq 1,0$.

Наприклад, якщо в якому-небудь елементарному об'ємі трюму судна коефіцієнт $k_g = 0,6$, то це означає, що фактична швидкість повітряного потоку $\mathcal{G}_H^\Phi$ в даному об'ємі на 40 % менше його нормативного значення.

З викладеного витікає, що при прийманні вантажів на судно, для забезпечення збереженого перевезення яких необхідно подавати на кожну тонну певна кількість зовнішнього повітря в одиницю часу і при цьому витримувати рекомендовану швидкість його руху при використанні зазначених коефіцієнтів $k_{y\partial}$ і k_g можна визначити, чи має судно такі технічні можливості.

Наприклад, для кожного виду плодів і овочів встановлені значення нормативної питомої подачі свіжого повітря на 1 т. вантажу ($V_{H,y\partial}^H$), а також і його швидкість ($\mathcal{G}_B^H$), при яких забезпечується мінімум втрат, а саме:

- картопля	$V_{H,y\partial}^H = 80 - 100 \text{ м}^3/\text{годину}$	$\mathcal{G}_H^H = 0,12 \text{ м/с};$
- буряк	$V_{H,y\partial}^H = 70 - 90 \text{ м}^3/\text{годину}$	$\mathcal{G}_H^H = 0,13 \text{ м/с};$
- морква	$V_{H,y\partial}^H = 70 - 80 \text{ м}^3/\text{годину}$	$\mathcal{G}_H^H = 0,13 \text{ м/с};$
- лук ріпчастий	$V_{H,y\partial}^H = 90 - 120 \text{ м}^3/\text{годину}$	$\mathcal{G}_H^H = 0,15 \text{ м/с};$
- цитрусові	$V_{H,y\partial}^H = 70 - 80 \text{ м}^3/\text{годину}$	$\mathcal{G}_H^H = 0,25 \text{ м/с}.$

Порівнюючи $V_{H,y\partial}^\Phi$ з $V_{H,y\partial}^H$, визначимо відповідність фактичного значення повітроподачі з нормативним значенням для даного вантажу, розміщеного в розглянутій зоні вантажного приміщення. Якщо $V_{H,y\partial}^\Phi = V_{H,y\partial}^H$, то можна вважати, що вантаж розташований у зоні, що забезпечить йому оптимальний режим перевезення, у випадку, коли $V_{H,y\partial}^\Phi < V_{H,y\partial}^H < V_{H,y\partial}^\Phi$, то в судноводія повинні виникнути побоювання, що при такому розміщенні розглянутих вантажів суднова СВ не дозволить забезпечити раціональний мікроклімат для їхнього збереженого перевезення.

Аналогічно порівнюються значення $\mathcal{G}_H^\Phi$ з $\mathcal{G}_H^H$, тому що зменшення швидкості руху вентиляційного повітря може привести до зів'янення вантажу, а надмірне її збільшення – до невиправданого росту природної втрати маси вантажу через його підсушування.

Розглянемо використання КДВ на прикладі.

На судні типу “Пула” з портів Індії на порти Чорного моря передбачається перевезти: тютюн і тютюнові вироби, каву, чай, вироби легкої промисловості. Розглянувши транспортні характеристики цих вантажів, установили, що всі вантажі відносяться до класу не швидкопсувних (Н), при цьому тютюн і тютюнові вироби, кава і чай - це вантажі, що вимагають постійного повітрообміну (підклас НВ) і допускаючи відсутність твердого температурного режиму (категорія НВО), а вироби легкої промисловості не

вимагають постійного повітрообміну (категорія НОО). За допомогою КДП (частина 2) визначимо зони можливого розміщення вантажів: тютюн і його вироби, каву, чай необхідно розміщати в зонах підвищеної (ЗПА) або помірної (ЗПА) аерації, а вироби легкої промисловості допускається розташувати в застійній зоні (ЗЗ), тому що вони не вимагають постійного повітрообміну. По частині 1 КДП встановлюємо місця кращого розміщення цих вантажів у трюмах судна.

10.9. Розрахунок раціонального повітрообміну вантажних приміщень судна

Для забезпечення збереженої доставки режимних вантажів судноводію необхідно створювати у вантажних приміщеннях, і підтримувати протягом рейсу раціональний мікроклімат. Ця проблема є актуальною і на сучасному етапі розвитку технології морського перевезення різних видів вантажів.

Багато вантажів у процесі зберігання і транспортування виділяють займисті пари, гази, наприклад, вантажі класів 4,3; 6,1; 6,2, автотехніка із залишками бензину в баках і ін. При їхньому перевезенні необхідно виконувати вентилявання вантажних приміщень з метою зниження вмісту шкідливих небезпечних речовин у трюмах до гранично припустимих концентрацій (ГПК). При цьому перевізник повинен пам'ятати, що пари, які відводяться, або гази не повинні попадати в службові і житлові приміщення, тому що вони становлять небезпеку для здоров'я і життя членів екіпажа.

Дослідження, які були виконані Алямовським І.Г. і Жадан В.З., дозволили встановити, що на тривалість якісного зберігання плодів і овочів істотно впливає стан повітряного середовища в сховищах, а також частота і якість їхнього вентилявання.

Забезпеченню збереженого перевезення вантажів на універсальних судах з використанням вентиляційної системи трюмів приділялася увага в дослідженнях, які були виконані Савчуком В.Д. і Стецюком В.Е.

В умовах морського перевезення одним з активних засобів захисту вантажів від псування є система вентилявання вантажних приміщень. Власне кажучи, це єдиний засіб, за допомогою якого судноводій може впливати на формування мікроклімату трюмів, завантажених режимними вантажами.

Процес зміни стану трюмного мікроклімату (*МК*) можна зобразити графіком, що представлений на рис.10.17. З нього видно, що під час перевезення вантажів у трюмах можна спостерігати два періоди:

- перевезення вантажів у режимі герметизації (система вентилявання трюмів виключена) при одночасному виділенні у вантажному приміщенні вологи, тепла, парів або газів (періоди τ_1 і τ_3);
- подача в трюм вентиляційного повітря, що приводить до зміни концентрації парів або газів, викликає зменшення або збільшення вологовмісту трюмного повітря, знижує або підвищує температуру

трюмного повітря і вантажу, приводить до зміни значення вологості вантажу і т.д. (періоди τ_2 і τ_4).

Кінетика процесу формування раціонального стану мікроклімату трюмів і вантажів ($МК$ і $В$) для конкретного типу судна, при незмінних параметрах конструктивного виконання вентиляційної системи, залежить від швидкості зміни параметрів зовнішнього середовища, таких як температура повітря t_n , відносна вологість W_n , температура точки роси τ^0 , початкової температури t_B^n і вологості W_B^n вантажу, продуктивності системи вентилявання трюмів V і ін. Схема для розрахунку повітряобміну представлена на рис. 10.20.

Зниження або підвищення температури трюмного повітря, деяке його підсушування або зволоження, видалення продуктів дихання або шкідливих виділень із міжвантажного простору можна представити як граничний випадок дискретного многостадійного процесу, якщо за окремі стадії прийняти досить малий проміжок часу. У загальному виді такий процес можна проілюструвати схемою, представленою на рис 10.19.

Кожна стадія, що представляє протікання процесу за відносно малий проміжок часу Δt , характеризується певними значеннями параметрів стану $МК$ і $В$ на вході і виході $W_{Г_0}, W_k, t_{Г_0}, t_k$ і т.д.

Керуючі параметри на кожній окремій стадії можуть приймати ряд значень, що змінюються в незначних інтервалах, характерних для зовнішнього середовища в розглянутий момент часу, якими можна зневажити для даного відрізка часу.

Судноводію при цьому варто враховувати той факт, що багато універсальних суховантажних суден обладнано системою вентиляції, що може працювати в режимі рециркуляції. У зв'язку із цим, необхідно в процесі виконання рейса постійно контролювати значення параметрів мікроклімату вантажних приміщень, враховувати їхній взаємозв'язок з змінними параметрами зовнішнього середовища, визначати їхні величини, розраховувати раціональне значення витрати вентиляційного повітря $V_B^{РАЦ}$ і тривалість циклів роботи системи трюмної вентиляції τ для всіх можливих випадків і режимів роботи системи вентиляції трюмів.

Для розрахунку раціонального повітрообміну трюмів з метою видалення зайвого тепла, вологи, зменшення концентрації шкідливих парів або газів і розробки програмного забезпечення судових комп'ютерів по розрахунках раціонального повітрообміну трюмів пропонуються наступні формули.

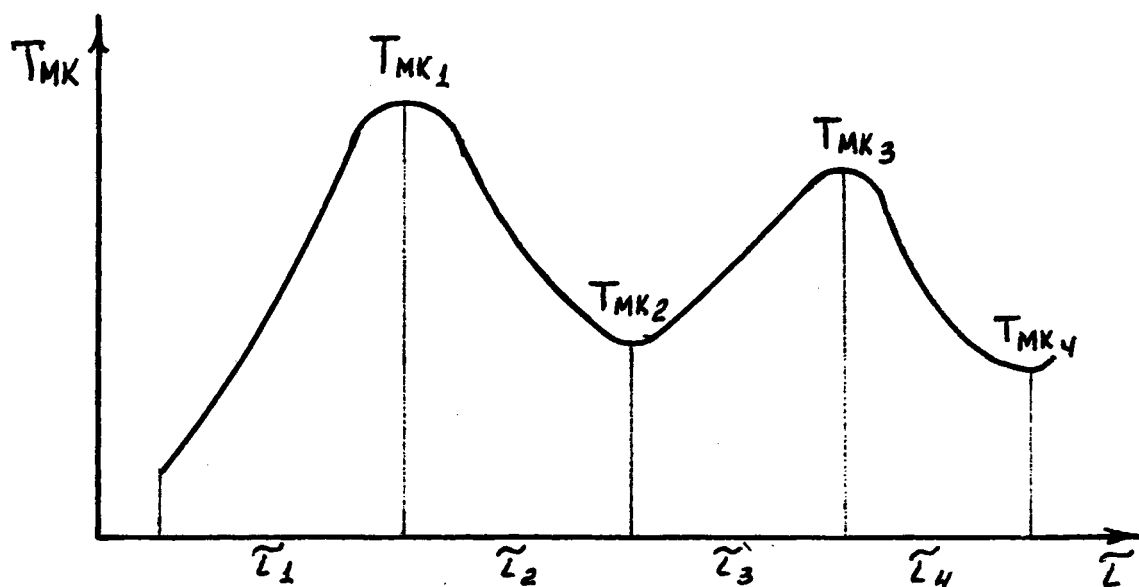


Рис.10.17. Графік зміни стану трюмного мікроклімату

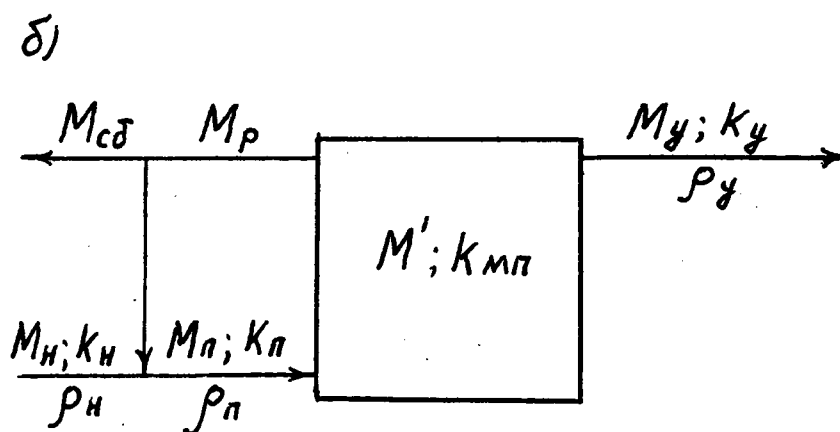
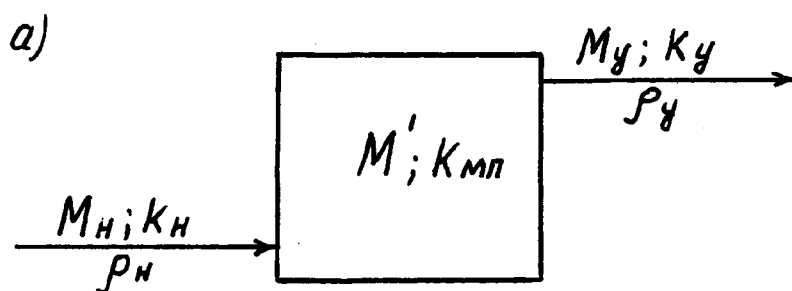


Рис. 10.18. Схема для розрахунку повітрообміну

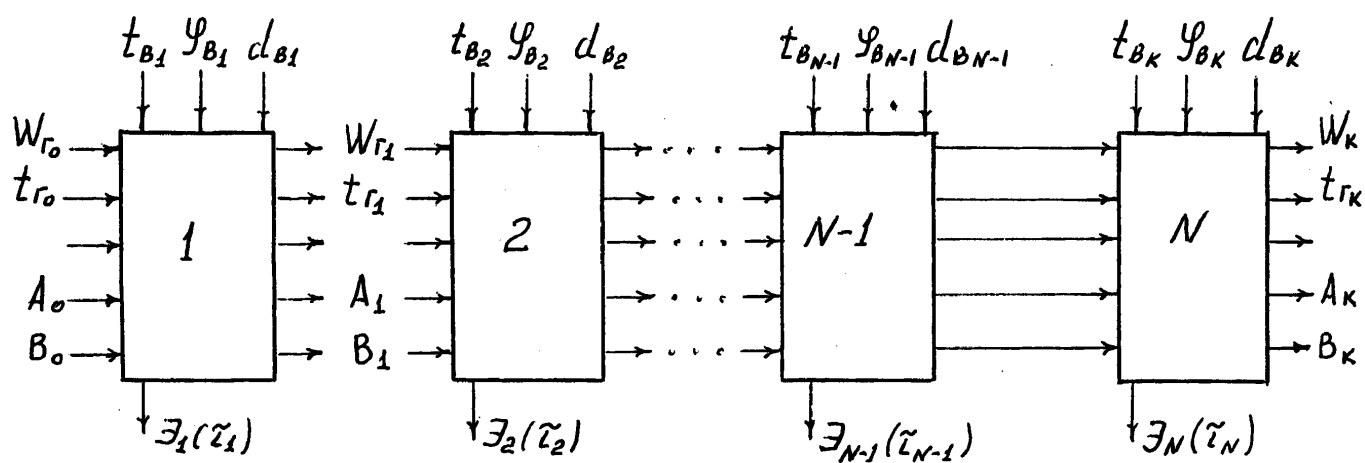


Рис.10.19. Схема багатостадійного процесу формування раціонального термовологого стану мікроклімату трюмів і вантажів (МК і В)

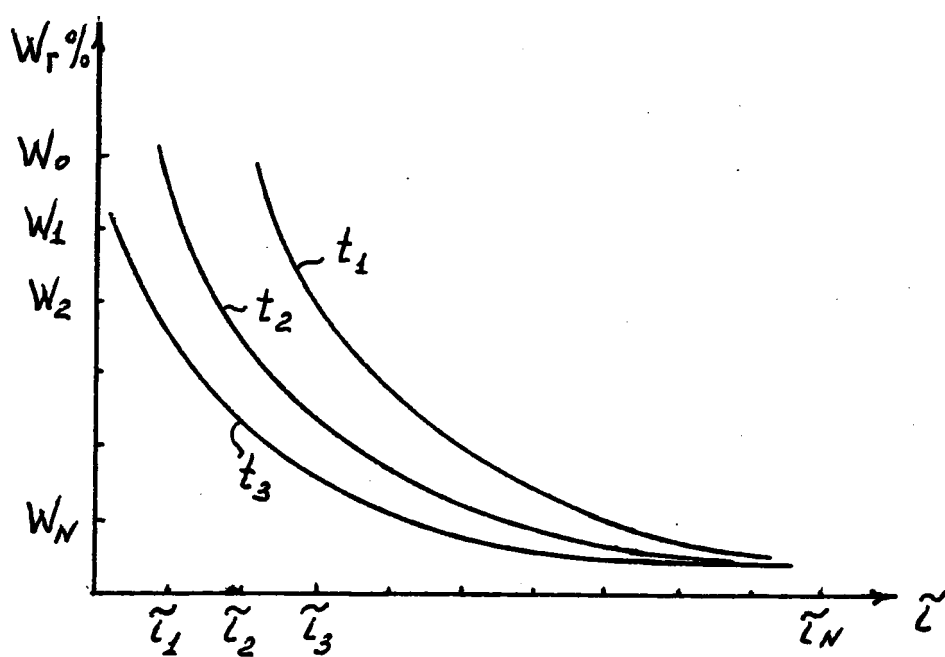


Рис.10.20. Криві видалення вологи з масиву вантажу

1. Розрахунок раціонального повітрообміну для видалення зайвого тепла

1.а - вентилявання без рециркуляції

$$V_B^{РАЦ} = \frac{\Sigma Q_{ЯВН}}{C_B \cdot \rho_B \cdot \Delta t_{TP}} \quad (10.81)$$

1.б - вентилявання з рециркуляцією

$$V_B^{РАЦ} = \frac{B \cdot (8,34 \cdot Q_{ЯВН} + M_{П} \cdot \Delta t_1)}{2 \cdot C_B \cdot (\Delta t_2 + B \cdot \Delta t_1)}, \quad (10.82)$$

де: $\Sigma Q_{ЯВН}$ - кількість явної теплоти, як асимілюється або віддається повітрям, що надходить у вантажне приміщення, Вт;

C_B - питома теплоємність вентиляційного повітря, для сухого повітря $C_B = 10^3$ Дж/кг;

ρ_B - щільність вентиляційного повітря, кг/м³; визначається по таблицях або за формулою

$$\rho_B = \frac{P \cdot (1 + d_3)}{287 \cdot t_3 \cdot (1 + 1,61 \cdot d_3)}, \quad (10.83)$$

$$\Delta t_{TP} = t_{TP} - t_3; \quad \Delta t_1 = t_{П} - t_3; \quad \Delta t_2 = t_{МП} - t_{П},$$

де: t_{TP} ; t_3 ; $t_{П}$; $t_{МП}$ - температура повітря: трюмного, зовнішнього, поступаючого, міжвантажного простору відповідно, °С;

P - барометричний тиск, Па;

d_3 - вологовміст зовнішнього повітря, кг/м³;

B - коефіцієнт, що враховує частку виділень (парів, газів, води і т.п.), що перебувають у міжвантажному просторі, $B = 0,75 \div 0,85$;

$M_{П}$ - маса поступаючого повітря, кг/годину.

Кількість явної теплоти $\Sigma Q_{ЯВН}$, яка асимілюється або віддається повітрям, що надходить у вантажне приміщення складається з

$$\Sigma Q_{ЯВН} = \Sigma Q_{ОГР} + \Sigma Q_C + \Sigma Q_D + \Sigma Q_B, \quad (10.84)$$

де: $\Sigma Q_{ОГР}$ - теплопритоки або теплові втрати через поверхні, що обгороджують, Вт;

ΣQ_C - кількість теплоти, що надходить від сонячної радіації, Вт;

ΣQ_D - кількість теплоти, виділеної в процесі аеробного подиху вантажів рослинного походження, Вт;

ΣQ_B - кількість теплоти, яка асимілюється або віддається вантажем, Вт.

Примітка: Значення ΣQ_B у формулу (10.84) підставляється зі знаком мінус при проходженні судна з холодних районів у теплі, з теплих у холодні - зі знаком плюс.

Теплопритоки (тепловтрати) через поверхні, що обгороджують трюм, визначаються по формулі

$$\Sigma Q_{OGR} = \sum_{i=1}^n k_{OGRi} \cdot F_{OGRi} \cdot (t_{CM(H)} - t_{TP}), \quad (10.85)$$

де: k_{OGRi} - коефіцієнт теплопередачі i -ої поверхні, що обгороджує, для неізолюваних суднових поверхонь $K_{opr} = 4, 65 \text{ Вт/м}^2\text{°C}$; F_{OGRi} - площа i -ої поверхні огороження (палуби, бортів, перегородок), м^2 ; $t_{CM(B)}$ - температура повітря в суміжному приміщенні, або зовнішнього, $^{\circ}\text{C}$.

Кількість теплоти, що надходить від сонячної радіації, розраховується по формулі

$$\Sigma Q_C = (k_{OGR} / \alpha_H) \cdot q_H \cdot \varepsilon_P \cdot F_P, \quad (10.86)$$

де: $\alpha_H = 2,3 + 11,6\sqrt{\omega_C}$ - коефіцієнт теплопередачі від зовнішнього повітря до зовнішньої поверхні огороження трюму, Вт/м^2 ; ω_C - швидкість руху повітря щодо судна, у розрахунках приймається рівною експлуатаційній швидкості судна, м/с ; q_H - напруженість сонячної радіації, Вт/м^2 (див. таблицю 10.1); ε_P - коефіцієнт поглинання сонячної радіації, залежить від характеру суднової поверхні. При фарбуванні: білим кольором $\varepsilon_P = 0,4$, сірим $\varepsilon_P = 0,7$, чорним $\varepsilon_P = 0,9$, сріблястим $\varepsilon_P = 0,45$;

F_P - площа суднової поверхні, підданої впливу сонячної радіації, м^2 .

Кількість теплоти, яка виділяється вантажем у процесі аеробного дихання під час перевезення зернових вантажів використаємо формулу В.А. Загоруйко

$$\Sigma Q_D = 10^{-4} \cdot G_B \cdot \rho_B \cdot (2,24 \cdot t_B^3 - 74,4 \cdot t_B^2 + 1708 \cdot t_B - 7140) \cdot \left(\frac{U_B}{1 - U_B} - 0,1525 \right), \quad (10.87)$$

де: G_B - маса вантажу, кг ;

ρ_B - щільність вантажу, кг/м^3 ;

U_B - вологовміст вантажу, $\text{кг води / кг сухої маси}$.

Таблиця 10.1 Розрахункові напруги сонячної радіації на вертикальну і горизонтальну поверхні.

Район плавання судна	Значення q_H на поверхню, Вт/м^2 (Ккал/ $\text{м}^2 \cdot \text{година}$)		Район плавання судна	Значення q_H на поверхню, Вт/м^2 (Ккал/ $\text{м}^2 \cdot \text{година}$)	
	вертикальну	горизонтальну		вертикальну	горизонтальну
Необмежений	720(620)	1050(900)	Чорне і Азовське моря без виходу в тропічні моря	700 (600)	930 (800)
Чорне море з виходом у тропічні моря	720 (620)	1050(900)			
Каспійське море	710(610)	990 (850)	Японське, Охотське моря і Тихий океан без виходу в тропічні моря	700(600)	870 (750)

Розрахунок тепла, що виділяють плодоовочеві вантажі, які перебувають у трюмі судна, можна виконувати за формулою, запропонованою В. 3. Жаданом, відповідно до якої загальна кількість фізіологічного тепла, виділеного при зниженні температури вантажу від $t_{ГН}$ до $t_{ГК}$ за час τ при постійній температурі вентиляційного повітря, визначається

$$\Sigma Q_D = \frac{G_B \cdot \tau \cdot q_0 \cdot [0,93 - 0,13 \cdot b \cdot (t_{ГН} - t_{ГК})] \cdot (e^{b \cdot t_{ГН}} - e^{b \cdot t_{ГК}})}{b \cdot (t_{ГН} - t_{ГК})}, \quad (10.88)$$

де: G_B - маса вантажу в приміщенні, кг;

τ - тривалість вентилявання, с;

q_0 - питома тепловиділення вантажу при 0°C , Вт/кг;

b - температурний коефіцієнт швидкості дихання, $^\circ\text{C}^{-1}$ (див. Табл. 10.2).

Таблиця 10.2 Питоме тепловиділення q_0 і питома маса виділюваного плодами і овочами вуглекислого газу q_{CO_2} при 0°C і температурний коефіцієнт b швидкості їхнього дихання.

Плоди і овочі	q_0 Вт/кг	q_{CO_2} г/т(г)	b $^\circ\text{C}^{-1}$
1	2	3	4
Апельсини	0,0106	3,96	0,0733
Банани спілі	0,0212	7,90	0,0782
зелені	0,0180	6,75	0,0805
Грейпфрути	0,0078	2,77	0,0724
Груші «Бартлетт»	0,0095	3,55	0,1675
«Рояль»	0,0560	5,84	0,0597
Лимони	0,0112	4,14	0,0718
Яблука	0,0121	4,48	0,0932
Картопля	0,0100	3,74	0,0617
Цибуля ріпчаста	0,0110	4,12	0,0668
зелена	0,0554	15,3	0,1000
Морква	0,0135	3,74	0,1319
Помідори молочні	0,0068	2,57	0,1531
червоні	0,0158	4,11	0,1144
Бурак червоний	0,0195	7,27	0,0717

Кількість теплоти, яка асимілюється або віддається вантажем

$$\Sigma Q_B = 8,64 \cdot 10^{-4} \cdot G_B \cdot C_B \cdot \Delta t_B, \quad (10.89)$$

де: C_B - питома теплоємність вантажу, Дж/кг $^\circ\text{C}$;

- для зерна $C_B = (1250 \div 3000 \cdot U) \cdot (1+U)$, при $0 \leq U \leq 0,18$;

- для овочів і фруктів $C_B = 3,76 \cdot 10^3$ Дж/кг $^\circ\text{C}$.

2. Розрахунок раціонального повітрообміну для видалення зайвої вологи

2.а - вентилявання без рециркуляції

$$V_B^{PAЦ} = \frac{D}{d_{TP} - d_H} \quad (10.90)$$

2.б - вентилявання з рециркуляцією

$$V_B^{PAЦ} = \frac{B \cdot (2 \cdot D - M_{II} \cdot \Delta d_1)}{2 \cdot (\Delta d_2 + B \cdot \Delta d_1)}, \quad (10.91)$$

$$\Delta d_1 = d_{II} - d_3; \quad \Delta d_2 = d_{MPI} - d_{II},$$

де: D – вологовиділення у вантажному приміщенні, г/годину;

$d_{TP}; d_3; d_{II}; d_{MPI}$ – вологовміст трюмного, зовнішнього, поступаючого приточного, рециркуляційного міжвантажного простору, г/кг.

Вологовиділення D у вантажних приміщеннях можуть виникати при охолодженні трюмного повітря в результаті віддачі вологи гігроскопічними вантажами, наприклад, такими як цукор-сирець, мінеральні добрива, вантажі рослинного походження. Рівноважний вологовміст, наприклад, вантажу тапіоки представлено в таблиці 10.3.

Таблиця 10.3 Рівноважний вологовміст тапіокового борошна і тапіоки слабкої грануляції.

Відносна вологість повітря, %	Рівноважна вологість тапіокового борошна, %		Рівноважна вологість тапіоки слабкої грануляції, %	
	$t = 20\text{ }^{\circ}\text{C}$	$t = 40\text{ }^{\circ}\text{C}$	$t = 20\text{ }^{\circ}\text{C}$	$t = 40\text{ }^{\circ}\text{C}$
40	10,8	9,7	9,3	8,5
50	11,6	10,6	10,2	9,4
60	12,2	11,0	10,7	9,8
70	12,8	11,7	11,5	10,6
80	13,7	12,8	12,7	11,8
90	15,2	14,7	15,2	14,4

Плодоовочеві вантажі виділяють вологу при диханні, а також внаслідок випару з міжклітинної тканини. Експериментально встановлено, що виділення вологи в результаті дихання залежить тільки від температури зберігання і перевезення. Зміни інтенсивності вологовиділення від дихання підкоряється залежності

$$q_t = q_0 \cdot \exp b \cdot t_{TP}, \quad (10.92)$$

де: q_0 - питоме вологовиділення при 0°C , г/кг·с;

b - температурний коефіцієнт, $^{\circ}\text{C}^{-1}$ (див. таблицю 10.2);

t_{TP} - температура повітря, $^{\circ}\text{C}$.

Значення тепловиділень для деяких овочевих вантажів наведені в табл. 10.4.

Визначення параметрів вентиляційного і трюмного повітря зручно робити по діаграмі $I-d$ вологого повітря, яка графічно показує взаємну залежність різних параметрів повітря (при певному барометричному тиску).

Таблиця 10.4 Втрати вологи в грамах і тепла в джоулях за годину при зберіганні 1 тонни.

Період зберігання	Картопля		Морква		Цибуля		Капуста	
	Вода, м	Тепло, 10 Дж	Вода, г	Тепло, 10 Дж	Вода, г	Тепло, 10 Дж	Вода, г	Тепло, 10 Дж
Осінній	24,4	115,2	34,1	210,7	30,5	91,3	48,7	103,1
Зимовий	Е,9	27,2	5,6	39,1	6,2	15,9	34,2	59,5
Весняний	12,8	52,4	16,6	128,2	14,2	76,3	13,2	90,1

Для зниження відносної вологості повітря, його необхідно підігріти. Величина підігріву вентиляційного повітря для зниження його відносної вологості наведена в таблиці 10.5.

Таблиця 10.5 Величина підігріву вентиляційного повітря, для зниження його відносної вологості.

Початкова відносна вологість, %	Вологість, яку потрібно одержати, %				
	50	55	60	65	70
	Необхідна величина підігріву повітря, град.				
60	3,0	1,5	-	-	-
70	5,5	4,0	2,5	1,0	-
80	7,5	6,0	4,5	3,0	2,0
90	8,5	7,0	6,5	5,0	4,0
100	11,5	10,0	8,5	7,0	6,0

При рішенні питання про доцільність вентилявання і розрахунку раціонального повітрообміну вантажних приміщень судноводію варто пам'ятати, що:

– при необхідності знизити вологість трюмного повітря або підсушити вантаж, вологовміст вентиляційного повітря d_B повинен бути менше вологовмісту повітря в трюмі d_{TP} , тобто

$$d_B < d_{TP} \quad (10.93)$$

– видаляти із трюму шкідливі і небезпечні гази, продукти дихання, вирівнювати температуру трюмного повітря із зовнішнім і впливати на температурний стан вантажу, без зміни його вологості, треба при однаковому вологовмісті трюмного і вентиляційного повітря, тобто

$$d_B = d_{TP} \quad (10.94)$$

– якщо в процесі перевезення виникла необхідність зволоження вантажу, то вентилявати трюми необхідно в тому випадку, якщо вологовміст зовнішнього повітря більше вологовмісту трюмного, тобто

$$d_B > d_{TP} \quad (10.95)$$

При цьому необхідно мати на увазі, що

а) при переході судна з теплих зон у холодні точка роси трюмного повітря τ_{TP} повинна підтримуватися не менш чим на 5°C нижче температури зовнішнього повітря t_{Π} , тобто

$$t_{\Pi} > \tau_{TP} + 5^{\circ}\text{C} \quad (10.96)$$

б) при переході з холодних зон у теплі температура вантажу t_B і температура трюмного повітря t_{TP} повинні бути не менш чим на 5°C вище температури точки роси зовнішнього повітря τ_{Π} , тобто

$$t_B > \tau_{\Pi} + 5^{\circ}\text{C} \quad (10.97)$$

$$t_{TP} > \tau_{\Pi} + 5^{\circ}\text{C} \quad (10.98)$$

У тих випадках, коли судноводію необхідно розрахувати кількість вологи, яка подається ΔD_{Π} або видаляється ΔD_{γ} із трюму, можна використати формули

$$\Delta D_{\Pi} = D_B - D_T; \quad \Delta D_{\gamma} = D_T - D_B, \quad (10.99)$$

де: D_T - кількість вологи в повітрі, що видаляється із трюму, г/год;

D_B - кількість вологи в повітрі, що подається в трюм, г/год.

Величини D_T і D_B знаходяться по формулам

$$D_T = d_{TP} \cdot \rho_{TP} \cdot V_B; \quad D_B = d_H \cdot \rho_H \cdot V_B, \quad (10.100)$$

де: ρ_{TP} , ρ_B - щільність трюмного і зовнішнього вентиляційного повітря, $\text{кг}/\text{м}^3$, визначається по таблиці;

d_{TP} , d_B - значення вологовмісту трюмного і вентиляційного повітря, визначається по діаграмі $I-d$ г/кг;

V_B - продуктивність системи вентиляції, $\text{м}^3/\text{год}$.

Під час перевезення гігроскопічних вантажів, зернових, цукру-сирцю, добрив, руд і концентратів масу вилученої з вантажу вологи Δm в результаті вентилявання трюмів в рейсі можна розрахувати за формулою:

$$\Delta m = \sum_{i=1}^N 10^{-6} \cdot \Delta d_B \cdot V_B \cdot \rho_B \cdot \tau_i, \quad (10.101)$$

де: Δd_B - влагопоглинальна здатність вентиляційного повітря, г/кг;

τ_i - тривалість i -го циклу вентилявання трюмів, год.

Для наближеного розрахунку необхідної тривалості вентилявання $\sum \tau_i$ вологих гігроскопічних вантажів з метою зниження їхньої вологості в поверхневих шарах на величину ΔW , % пропонується формула

$$\sum \tau_i = \frac{1,8 \cdot 10^4 \cdot \Delta W \cdot \rho_B \cdot L \cdot B}{V_B}, \quad (10.102)$$

де: L , B - довжина і ширина трюму, м;

ρ_B - щільність вантажу, $\text{т}/\text{м}^3$.

3. Розрахунок раціонального повітрообміну для видалення або зменшення концентрації шкідливих парів або газів

У числі вантажів, перевозимих морем, є такі, які становлять безпосередню небезпеку для життя і здоров'я людей. Щоб визначити можливість безпечної роботи екіпажу під час перевезення таких вантажів, необхідно знати два параметри: концентрацію отруйних речовин у повітрі і гранично допустимую концентрацію (ГПК), тобто максимальну концентрацію газу, парів або пилу в повітрі, що при тривалому впливі переноситься людиною без яких-небудь наслідків. Значення ГПК для небезпечних речовин наведені в Правилах МОПНВ, санітарних правилах, а для небезпечних речовин, що найбільш часто перевозяться, дані приведені в таблиці 10.6.

Таблиця 10.6 Значення ГПК для деяких отруйних речовин.

Речовина	ГПК, мг/м ³	Речовина	ГПК, мг/м ³
Альдрин	0,01	Ртуть металева	0,01
Аміак	2,0	Окис вуглецю	20,0
Анолін	3,0	Свинець хромовокислий	0,01
Ацетальдегід	5,0	Сірководень	10,0
Ацетилен 4-хлористий	5,0	Сірковуглець	10,0
Ацетон	200,0	Синильна кислота	0,3
Барій, з'єднання	0,5	Спирт метиловий	50,0
Бензин хлористий	1,0	Толуол	50,0
Бензин-розчинник ЗСО	300,0	Триметиламін	25,0
Діметиламін	7,0	Трихлоретилен	50,0
Рідина етилова	0,005	Уайт-спірит	300,0
Метанол	50,0	Формальдегід	1,0
Миш'як і його з'єднання	0,3	Фосген	0,5
Нафталін	20,0	Фосфор білий, сухий	0,03
Нітрахлорбензоли	1,0	Цинк фосфористий	0,1

Для визначення маси шкідливих речовин M_B , виділених у вантажному приміщенні в процесі транспортування, необхідно використати дані по фізико-хімічних властивостях вантажу, його транспортним характеристикам.

3.а - вентилування без рециркуляції

$$V_B^{РАЦ} = \frac{M_B \cdot B \cdot \rho_Y}{ГПК \cdot \rho_H} \quad (10. 103)$$

3.б - вентилування з рециркуляцією

$$V_B^{РАЦ} = \frac{B \cdot \rho_Y \cdot (2 \cdot M_B + V_{ВП} \cdot k_{II})}{2 \cdot \rho_H \cdot (k_{МП} - k_{II}) + B \cdot (2 \cdot k_{II} \cdot \rho_H - k_3 \cdot \rho_3)}, \quad (10. 104)$$

де: ρ_3 , ρ_B - щільність зовнішнього і видаляемого вентиляційного повітря, кг/м³;

M_B – маса шкідливих речовин, які виділись у вантажному приміщенні, кг/годину;

$k_3, k_{\Pi}, k_B, k_{МП}$ – об'ємна концентрація шкідливих речовин (виділень) у зовнішньому, поступаю чому, видаляемого повітря і міжгрузового простору, кг/м³;

$V_{ВП}$ – об'єм вентиляційного поступаючого повітря, м³.

Запропоновані формули можуть успішно використовуватися при розробці програмного забезпечення судових комп'ютерів для виконання розрахунків повітрообміну трюмів з метою видалення зайвого тепла, вологи, зменшення концентрації шкідливих парів або газів.

З а п и т а н н я д л я с а м о к о н т р о л ю

1. Чому дорівнює барометричний тиск атмосферного повітря?
2. Що називається вологовмістом повітря?
3. Що називається температурою точки роси?
4. Що називається мікрокліматом вантажного приміщення?
5. Як формується мікроклімат трюма при плаванні судна в одній кліматичній зоні?
6. Які процеси відбуваються в трюмі судна при його плаванні “Південь – Північ”?
7. Які процеси відбуваються в трюмі судна при його плаванні “Північ – Південь”?
8. Які існують рекомендації по визначенню необхідності вентилявання вантажних приміщень судна?
9. Якими положеннями необхідно керуватись при рішенні задачі доцільності вентилявання трюмів?
10. Що таке параметрична схема процесу формування раціонального стану мікроклімату трюмів?
11. Як розраховується коефіцієнт ефективності системи повітророзподілення для розв'язання задачі охолодження вантажу?
12. Які характерні зони формуються в трюмі судна при його плаванні в різних кліматичних умовах?
13. Як можна записати рівняння енергетичного балансу вантажного приміщення судна?
14. Як розраховується температурне поле штабеля вантажу, який знаходиться в трюмі при перевезенні в режимі герметизації?
15. Які існують системи вентилявання трюмів?
16. Як конструктивно розміщуються вентиляційні канали в трюмі судна?
17. Що таке “Карта даних про повітророзподілення в вантажних приміщеннях судна”, який її зміст?
18. Як можна відобразити багатостадійний процес формування раціонального термовологового стану мікроклімату трюмів та вантажів?
19. Як розрахувати раціональний обмін повітря для видалення з трюмів надлишків тепла?
20. Як можна розрахувати раціональний обмін повітря для видалення з трюмів надлишків вологи?

Розділ 11 **ВАНТАЖНИЙ ПЛАН СУДНА**

11.1. Техніко - експлуатаційні характеристики судна

Вантажні марки

Для забезпечення безпеки плавання в різних умовах і у той же час максимального використання вантажопідйомності морського транспортного судна встановлюється найменш припустима висота його надводного борту, і як наслідок, його максимальна осадка.

Найменша припустима висота надводного борту визначає достатній запас плавучості. Відповідно до встановленої висоти надводного борту наноситься *вантажна марка*.

Від висоти надводного борту залежить також остійність судна при великих кутах крену. Якщо висота надводного борту мала, то навіть при порівняно невеликих кутах крену палуба судна входить у воду, зменшується площа діючої ватерлінії і, отже, відновлюючий момент. При зануренні палуби у воду збільшується можливість проникнення води усередину судна.

В 1966 році в Лондоні була підписана Міжнародна конвенція про вантажну марку. Конвенція поклала кінець довільному завантаженню судна.

Сучасні правила про висоту надводного борту містять два види положень:

1. Регламентуючі умови, що забезпечують достатню морехідність судна.
2. Регламентуючу висоту надводного борту залежно від гідрометеорологічних умов плавання в різних районах Світового океану.

Це означає, що побудувавши судно, не можна встановити висоту надводного борту стосовно до прийнятих правил і розрахункових норм міцності і морехідності незалежно від району плавання, наявності сприятливих і несприятливих гідрометеорологічних умов.

Для обліку цих умов Правилами про вантажну марку передбачений розподіл Світового океану на зони і сезонні райони (залежно від характеристик вітрового і хвильового режимів, і в першу чергу від повторюваності штормових вітрів - 8 балів і більше і сильного хвилювання - 5 балів і більше).

Для диференціації висоти надводного борту по зонам і сезонним районам Світового океану розроблена сітка (гребінка) вантажних марок. Для кожної зони і сезонного району діє своя вантажна марка, що передбачає збільшення або зменшення базової висоти надводного борту.

Марки являють собою горизонтальні лінії: довжина 230 мм, товщина 25 мм. Застосовуються наступні вантажні марки:

Л - літня, визначає мінімальний літній надводний борт у солоній воді;

Т - тропічна, визначає мінімальний тропічний надводний борт, одержуваний як

$$H_T = H_{\wedge} + \frac{1}{48} \cdot T_{\wedge}, \quad (11.1)$$

З - зимова, визначає мінімальний надводний борт, одержуваний як

$$H_Z = H_{\wedge} - \frac{1}{48} \cdot T_{\wedge} \quad (11.2)$$

П - для прісної води влітку, вантажна марка визначається

$$H_P = H_{\wedge} - \frac{\Delta}{40g}, \quad (11.3)$$

де Δ – водотоннажність судна по літню вантажну марку в морській воді, т;
 $T_{\wedge}$ – осадка судна по літню вантажну марку, м; g - число тонн на 1 см осадки в солоній воді.

ТП - тропічна прісна, визначається як

$$H_{TP} = H_T - \frac{\Delta}{40g} \quad (11.4)$$

Лісова міжнародна вантажна марка

Якщо судну призначається лісовий надводний борт, то на додаток до звичайних вантажних марок наносять лісові вантажні марки. Лісові марки мають назви, аналогічні розглянутій вище міжнародній вантажній марці, але з додаванням «лісова»:

ЛЛ - лісова літня;

ЛЗ - лісова зимова;

ЛЗПА - лісова зимова Північної Атлантики;

ЛТ - лісова тропічна;

ЛП - лісова для прісної води;

ЛТП - лісова тропічна для прісної води.

Висота лісового зимового надводного борту визначається як

$$H_{\wedge Z} = H_{\wedge} - \frac{1}{36} T_{\wedge}, \quad (11.5)$$

$H_{\wedge}$ – лісовий літній надводний борт, м;

$T_{\wedge}$ – лісова літня осадка, м.

Лісовий зимовий надводний борт $H_{\wedge ZCA}$ для Північної Атлантики збігається з висотою зимового надводного борту. Лісовий тропічний надводний борт і надводний борт у прісній воді розраховується від величини лісового літнього надводного борту в тім же порядку, як і для звичайної міжнародної вантажної марки.

На пасажирському судні наносять додаткову вантажну марку, позначувану знаком «С».

Водотоннажність

Говорячи про судно, необхідно розрізняти:

об'ємна водотоннажність - об'єм зануреної у воду частини судна, м³;

масова (вагова) водотоннажність - дорівнює масі (вазі) витиснутої судном води, т.

Водотоннажність у повному завантаженні (Δ) – це масова (вагова) водотоннажність судна при завантаженні його по літню вантажну марку в морській воді.

Водотоннажність порожнього (Δ_0) – маса судна з повним спорядженням, водою в котлах і конденсаторах, але без вантажу, екіпажу, пасажирів, без запасів палива, води і інших рейсових запасів, Δ_0 для певного відрізка часу є величиною постійною (під час ремонту або переустаткування може змінювати своє значення).

Повна вантажопідйомність (дедвейт)

$$DW = \Delta - \Delta_0, \quad (11.6)$$

У повну вантажопідйомність, крім палива, води і інших необхідних запасів, входить маса марного вантажу (залишки в льялах і баластових танках, непотрібні деталі, запасні частини і інше майно)

Чиста вантажопідйомність судна

$$\Delta_4 = DW - \sum P_{зАП}, \quad (11.7)$$

Вантажна шкала

У практиці експлуатації судна часто доводиться визначати:

- масу прийнятого (або знятого) із судна вантажу по осадці;
- масу вантажу, яку можна завантажити на судно до заданої осадки;
- осадку судна в результаті прийому або здачі відомої маси вантажу;
- осадку судна на прихід у порт призначення;
- висоту надводного борту при тій або іншій осадці і інш.

Всі ці питання зручно вирішувати за допомогою вантажної шкали, що містить наступні колонки: осадку, водотоннажність, повну вантажопідйомність, число тонн на 1 см осадки, висоту надводного борту.

Перераховані величини даються як для морської, так і для прісної води.

Марки поглиблення наносяться на обох бортах судна на форштевні і ахтерштевні, а на довгих суднах і на бортах поблизу міделя. Арабські цифри (метрична система виміру осадки) і відстань між ними по вертикалі дорівнюють 1 дм = 10 см. Нижня крайка кожної цифри відповідає позначеному даною цифрою числу дециметрів, а верхня крайка – наступному цілому числу дециметрів.

При англійській системі виміру висота цифр становить 0,5 фута, відстань по вертикалі між цифрами – 0,5 фута.

Об'ємні характеристики судна

Вантажомісткість судна (W_c) – виражена в одиницях об'єму кількість вантажу, що можуть умістити вантажні приміщення судна, розмірність – куб. метри або куб. фути.

Вантажомісткість у зерні (W_z) практично збігається з дійсним об'ємом вантажних приміщень і служить критерієм для визначення їхньої місткості під час перевезення навалочних або насипних вантажів (зерна, руди, вугілля, добрив і т.д.), оскільки ці вантажі здатні цілком заповнити об'єм вантажних приміщень.

Вантажомісткість у кіпах (W_K) служить критерієм для визначення місткості вантажних приміщень під час перевезення штучних вантажів, коли їхній об'єм не може бути використаний повністю через неминучі втрати простору при укладанні вантажу біля пілерсів, між шпангоутами, бімсами і т.д., а також через криволінійні обриси трюмів, особливо в носовій і кормовій частині судна.

$$W_K \text{ на } 5 \div 10 \% < W_3$$

Регістрова місткість

Регістрова місткість (або реєстровий тоннаж) є умовним показником об'єму приміщень судна, захищених від морської стихії.

Одиниця виміру: 1 реєстрова тонна = 100 куб.футів = 2,83 куб. метрів

Розрізняють два види реєстрової місткості:

- валова (брутто - реєстрова) - *BRT*;
- чиста (нетто - реєстрова) - *NRT*;

BRT - характеризує розміри судна і являє собою виражений у реєстрових тоннах і обумовлений обмірюванням об'єм всіх судових приміщень під верхньою палубою і у надбудовах за винятком об'єму:

- приміщень для водяного баласту, розташованих у міждонному просторі, за умови використання їх тільки по призначенню;
- приміщень на палубі, які служать для якихось допоміжних механізмів, а також кормової рубки;
- критих приміщень, не захищених від непогоди;
- приміщень для камбуза і опріснювальних апаратів;
- туалетів на верхній палубі;
- всіх світлових люків і східних дрібних рубок;
- просторів у люках, що перебувають під верхньою палубою, якщо вони не перевищують 0,5% валової реєстрової місткості.

NRT - умовно характеризує в реєстрових тоннах об'єм приміщень, що служать для перевезення вантажів і пасажирів, тобто використовуваний у комерційних цілях, застосовується в основному для нарахування портових зборів і плат за послуги.

Він виходить у результаті виключення з *BRT* об'єму приміщень:

- займаних капітаном, судовою командою, лазаретів і кают медичного персоналу;
- критих обгороджених, у яких перебувають механізми, що служать для керування кермом, підйому якорів, якщо вони не на верхній палубі;
- для зберігання карт, сигнальних і навігаційних приладів і шкіперських запасів;
- для водяного баласту, розташованого в міждонному просторі;
- призначених для допоміжних механізмів і котлів, якщо вони не є частиною машинного або котельного відділення і не перебувають на верхній палубі.

На підставі обмірювання судна Російський морський реєстр судноплавства (колишній Регістр СРСР), Регістр судноплавства України,

Регістр Ллойда, Бюро Верітас або інша класифікаційна організація видає судну документ – *обмірне свідоцтво*.

Це свідоцтво користується взаємним визнанням в усіх країнах, які підписали Міжнародну конвенцію про взаємне визнання обмірних свідоцтв.

Визначення реєстрового тоннажу за правилами Панамського і Суецького каналів

Національні обмірні свідоцтва приймаються як основа для нарахування портових зборів і податків в усьому світі, але вони не дійсні для адміністрацій Панамського і Суецького каналів.

Збори, що стягують із транзитних суден при проходженні через ці канали, тут розраховують за своїми власними своєрідними формулами. Збільшення тоннажу, обчислювального за правилами каналів, у порівнянні з тоннажем, обумовленим національними класифікаційними організаціями, мають місце головним чином за того, що ні Суецький, ні Панамський канали не виключають об'єми *шельтердеків* (*Shelter* - навіс, *deck* - палуба).

Під навісною палубою мається на увазі безперервна, палуба яка доходить до бортів і має один або більше не закритих отворів, тобто є можливість для проникнення води.

Згідно з національними правилами обмірювання ці приміщення не входять в *NRT*, однак вони можуть успішно використовуватися для перевезення вантажів (на ризик фрахтувальника).

З ініціативи *ІМКО* (зараз *ІМО*) в 1969 р. у Лондоні була скликана Міжнародна конференція по обмірюванню суден, у якій було представлено 48 країн (у тому числі СРСР). Конференція підготувала нову *Міжнародну конвенцію по обмірюванню суден 1969 р.*

У конвенції введені нові терміни і їхні позначення:

- валова місткість (*gross tonnage* - *GT*), куб. метр - замість *BRT* у реєстрових тоннах;
- чиста місткість (*net tonnage* - *NT*), куб.метр - замість *NRT* у реєстрових тоннах.

За правилами нової Конвенції валова місткість *GT* повинна визначатися за формулою:

$$GT = K_1 V, \quad (11.8)$$

де *V* – загальний об'єм всіх закритих приміщень на судні (м^3), якими вважаються всі простори, обмежені корпусом судна, а також всі палубні закриті надбудови;

*K*₁ – емпіричний коефіцієнт, визначається зі спеціальних таблиць або за формулою, за якою ці таблиці побудовані

$$K_1 = 0,2 + 0,2 \log_{10} V_c \quad (11.9)$$

Чисту місткість *NT* повинні визначати за формулою:

$$NT = K_2 V_c \left(\frac{4 T}{3 H} \right)^2 + K_3 \left(N_1 + \frac{N_2}{10} \right), \quad (11.10)$$

де V_c – загальний об'єм вантажних приміщень, до яких відносяться всі закриті приміщення із числа врахованих у валовій місткості; T – осадка судна, м; H – висота борту, м; N_1 – загальне число пасажирських місць у каютах, із числом місць менше восьми; N_2 – те ж саме, але із числом місць більше восьми;

K_2 і K_3 – емпіричні коефіцієнти.

$$K_2 = 0,2 + 0,2 \log_{10} V_c; \quad K_3 = 1,25 \frac{GT + 10000}{10000} \quad (11.11)$$

GT і NT відрізняються від BRT і NRT не більше ніж на 7 - 8%.

Швидкість судна

Це одна з найважливіших характеристик судна, яка визначає його провізну спроможність і строки доставки вантажів. Швидкість залежить в основному від потужності силової енергетичної установки (CEU) і обводів корпусу.

На практиці користуються наступними поняттями швидкості морських суден:

- *здавальна швидкість* – це швидкість, що розвиває судно при здавальних випробуваннях (море до 3 балів, глибина під кілем більше 6 м, повне завантаження судна і ін.). Судно робить кілька пробігів по мірній лінії, і досягнуті швидкості виводять як середню;
- *технічна (паспортна) швидкість* – це швидкість, яку повинне розвивати судно, перебуваючи в нормальному технічному стані при досить тривалих переходах на спокійній воді (при силі вітру не вище 3 балів), при роботі CEU в нормальному режимі на звичайному паливі, установленій його нормативній витраті для даного судна. При такому режимі роботи потужність CEU використовується на 90% від максимальної потужності, що була розвинута на здавальних випробуваннях;
- *економічна швидкість* – це швидкість судна, при якій витрата палива на одиницю пройденої відстані мінімальна. Така швидкість становить 60 - 70% від технічної швидкості і використовується в тих випадках, коли судну не вигідно припливати в порт на повній швидкості (наприклад, судно може прибути в порт у неробочі дні і змушено буде за дні очікування початку вантажних робіт оплачувати портові збори і т.д.);
- *планова експлуатаційна швидкість*, розраховується шляхом введення в технічну швидкість поправки на гідрометеорологічні умови плавання. Ця поправка розраховується в % і має знак (-). Тому експлуатаційна швидкість менша технічної, можуть бути винятки, коли судно пливе на попутних течії і вітрі, тоді експлуатаційна швидкість може бути більшою або такою, що дорівнює технічній;
- *фактична середня експлуатаційна швидкість*, виходить як частка від розподілу пройденої судном відстані на увесь час, витрачений на перехід між портами, включаючи затримку судна на шляху і маневри в портах, тобто від відшвартовки в порту відходу до закінчення швартування в порту прибуття.

Фактори, що впливають на швидкість судна

1. Швидкість знижується при обростанні підводної частини корпусу судна.
2. При осадці судна меншій, чим у повному завантаженні, буде мати місце збільшення його швидкості за рахунок зменшення площі змоченої поверхні корпусу судна.
3. Морські транспортні судна розвивають максимальну швидкість при плаванні на рівному килі, тому в процесі плавання, при витраті змінних запасів, необхідно підтримувати оптимальний дифферент (він дорівнює 0,2 - 0,5 м на корму).
4. Мілководдя знижує швидкість судна, це добре помітно при глибині моря під кілем менш трьох осадок судна.
5. При зустрічному вітрі, хвилі і течії швидкість судна знижується, при попутному - трохи збільшується.

Скорочення, які найбільш часто зустрічаються в судовій документації та конструктивних кресленнях, наведені в таблиці 11.1

Таблиця 11.1

Характеристики судна		Ship's Data	
Водовміщення масове	D или	Weigh displacement	or W
Дедвейт або повна вантажопідйомність	DW	Deadweight	DW or DWT
Довжина судна	L	Length	L
Довжина між перпендикулярами	L _{пп}	Length between perpendiculars	LBP
Довжина найбільша	L _{нб}	Length overall	LOA
Ширина судна	B	Breadth	B
Висота борта судна	H	Depth	D
Борт лівий	ЛБ	Port side	P
Борт правий	ПрБ	Starboard	S
Палуба	П	Deck	DK
Палуба верхня	ВП	Upper deck	U.D or U.Dk
Палуба головна	Гл.П	Main deck	M.Dk
Палуба бака	П. бака	Forecastle deck	
Палуба юта	П. юта	Poot deck	
Друге дно	2 дно	Inner bottom	I.B.
Форпик	ф/п	Forepeak	F.P.
Ахтерпик	а/п	Afterpeak	A.P.
Цистерна	Цист.	Tank	T
Міждона цистерна	Цист.мжд.	Double-bottom tank	D.B.T
Бортова цистерна		Side tank/Wing tank	S.T./W.T.
Цистерна важкого палива	Цист.ВП	Fuel oil tank	F.O.T.
Цистерна дизельного палива	Цист.ДП	Diesel oil tank	D.O.T.
Цистерна змащувального мастила	Цист.ЗМ	Lubricating oil tank	L.O.T.
Цистерна прісної води		Fresh water tank	F.W.T.

продовження таблиці 11.1

Цистерна прісної води		Fresh water tank	F.W.T.
Цистерна питної води		Drinking water tank	D.W.T.
Цистерна води для миття		Wash water tank	W.W.T.
Цистерна водяного баласту		Water ballast tank	W.B.T.
Осадка судна	T	Draft	d
Осадка носом	T_n	Forward draft	F.d.
Осадка кормою	T_k	Aft draft	A.d.
Осадка на міделі (середня)	T_m	Mean draft	M.d.
Апліката центра ваги судна	z_g	Height of the center of above the keel	KG or VCG
Абсциса центра ваги судна	x_g	Longitudinal center of gravity	LCG
Ордината центра ваги судна	y_g	Transverse center of gravity	TCG
Центр величини	С или ЦВ	Centre of buoyancy	B or CB
Апліката центра величини	z_c	Height of the center of buoyancy above the keel	KB or VCB
Абсциса центра величини	x_c	Longitudinal center of buoyancy	LCB
Число тонн на сантиметр осадки	q	Tonnes per centimetre immersion	TPC
Поперечний метацентр	m	Transverse metacentre	M or TM
Апліката поперечного метацентру	z_m	Height of the transverse metacentre above the keel	KM
Поперечний метацентричний радіус	r	Height of the transverse metacentre above the centre of buoyancy	BM of BMT
Момент диферентуючий на один сантиметр	M_{cm}	Height to change the trim by centimetre	MCTC
Момент диферентуючий	$M_{диф}$	Trimming moment	
Момент кренящий	$M_{кр}$	Heeling moment	
Момент відновлюючий	M_v	Righting moment	
Момент перекидуючий	$M_{п}$	Capsizing moment	
Площа парусності	A_v	Projected lateral area of the portion of the ship and deck cargo above the waterline	A_v
Начальна метацентрична висота без поправки на вільну поверхню	h_0	Initial metacentric height	GM_0
Поправка до коефіцієнту остійності на вплив рідких вантажів	Δm_h	Free surface moment	Mf.s.
Поправка на вільну поверхню	Δh	Virtual loss of GM to the free surface	GG_v
Виправлена начальна метацентрична висота	h	Metacentric height corrected for free surface effect	GM
Плече статичної остійності	l или l_s	Length of the righting lever about center of gravity	GZ
Максимальне плече статичної остійності	l_{max}	Maximum righting lever	GZ_m
Кут максимуму діаграми	θ_m	Angle of maximum righting arm	θ_m
Кут заходу діаграми	θ_v	Angle of vanishing stability	θ_v
Плече динамічної остійності	l или l_d	Dynamical stability arm (lever)	l_{dyn}

продовження таблиці 11.1

Кут крену	θ	Angle of list or heel	θ
Кут динамічного крену	$\theta_{\text{дин}}$ або θ_d	Dynamic angle	θ_{dyn}
Перерізуюча сила	$N_{\text{пер}}$	Shear force	SF
Згинаючий момент	$M_{\text{изг}}$	Bending moment	BM
Крутящий момент	$M_{\text{кр}}$	Torsional moment	TM
Прогиб		Hogging	Hog
Перегиб		Sagging	Sag
Диферент		Trim	t
Кут диферента	ψ	Angle of trim	ψ
Кут перекидання	θ_c	Capsizing angle	θ_c
Кут заливання	θ_f	Down-flooding angle	θ_f
Кут входу палуби в воду	θ_d	Angle of deck edge immersion	θ_d
Площа ватерлінії	S	Area of a water-plane	A_v
Центр ваги площі ватерлінії	F	Centre of floatation	F or CF
Абсциса центру ваги площі ватерлінії	x_f	Longitudinal center of floatation	LCF
Площа змоченої поверхні	Ω	Wetted surface	S
Коефіцієнт повноти ватерлінії	α	Water-plane coefficient	C_w
Коефіцієнт повноти мідель-шпангоута	β	Coefficient of midship area	C_m
Коефіцієнт загальної повноти	δ	Block coefficient	C_b
Надстройка	Надстр.	Superstructure	supst
Палуба рубки	П. руб.	House deck	
Кіль		Keel	K
Шпангоут	Шп	Frame	fr
Завнішня обшивка	ЗО	Shell plating	S.P.
Фундамент		Foundation	fnd
Прісна вода		Fresh water	FW
Морська вода		Salt water	SW

11.2. Загальні вимоги до вантажного плану

Вантажним планом називається графічне зображення на кресленні судна розташування кожної партії вантажу в суднових вантажних приміщеннях на даний рейс. Вантажний план складається на основі загальних вимог до оптимального розміщення вантажів з урахуванням умов майбутнього рейсу. Для виконання цих вимог необхідно забезпечити:

- найбільш вигідне використання вантажопідйомності і вантажомісткості судна;
- можливість проведення завантаження-вивантаження вантажу в портах в мінімальний термін;
- дотримання черговості завантаження вантажів з врахуванням їхнього вільного вивантаження в проміжних портах без додаткових перевалок;
- збереження необхідної остійності, диференту і міцності корпусу;
- безпечне плавання судна;

- збережену і своєчасну доставку вантажів;
- дотримання норм техніки безпеки і охорони праці екіпажу та працівників портів.

Крім технічних і організаційних вимог, при складанні вантажного плану враховують необхідність досягнення найбільш високої економічної ефективності роботи судна. Особливо це має значення під час перевезення вантажів, коли номенклатуру і масу цих вантажів варто вибирати (якщо надається така можливість) виходячи з максимального фрахтового прибутку.

Для складання вантажного плану потрібно знати докладні дані про судно, вантаж і умови майбутнього плавання.

Вантажний план тільки тоді може бути прийнятий до виконання, коли він забезпечує безпеку плавання, тобто судно має достатню остійність, поздовжню міцність, припустимий крен і дифферент. Цих цілей можна досягти при нормальному розподілі вагових навантажень по довжині, ширині і висоті судна.

11.3. Розрахунок вантажного плану універсального судна

Найбільш важливий етап складання вантажного плану полягає в розподілі вантажів між вантажними приміщеннями судна, для чого вивчають і надалі враховують всі фізико-хімічні, механічні та інші властивості вантажу і його тари. Правильний розподіл вантажів по трюмах впливає не тільки на їхню збережену доставку, але і у багатьох випадках на безпеку судна під час рейсу.

При складанні вантажного плану варто вирішити задачу максимального використання вантажомісткості і вантажопідйомності судна. Це досягається методом підбору відповідних комбінацій «*легких*» і «*важких*» вантажів. Маса вантажів, що може прийняти судно до перевезення, визначається їх питомим навантажувальним об'ємом (ПНО).

Часто трапляється так, що на судах лінійного плавання наявність суворої регламентації вантажів унеможливує вибір оптимального варіанту завантаження по вантажопідйомності і вантажомісткості. У цьому випадку підбір вантажів найчастіше визначається встановленими строками їхньої доставки одержувачеві, трудомісткістю вантажних робіт і часом стоянки судна в порту.

У каботажному плаванні є більш широкі можливості зміни складу і маси вантажів. Тут можна домогтися такого співвідношення «*легких*» і «*важких*» вантажів, коли будуть повністю використані вантажопідйомність і вантажомісткість судна.

Після визначення маси і об'єму вантажів варто переходити до рішення задачі розподілу вантажів по окремим вантажним приміщенням.

Розподіл вантажів по судовим вантажним приміщенням значно ускладнюється, якщо судно приймає вантажі на кілька портів вивантаження. Основна вимога в цьому випадку полягає в тім, щоб вантаж, що підлягає вивантаженню в першому порту, знаходився зверху інших вантажів,

вивантаження яких передбачається в наступних портах. Це дозволить вивантажити вантаж у першому порту без затримки.

При складанні вантажного плану, коли передбачається завантаження і вивантаження в декількох проміжних портах, необхідно враховувати ротацію портів заходу.

Перераховані умови розробки вантажного плану показують, що це складне завдання, рішення якого обумовлене безліччю факторів. Правильність його рішення забезпечує безпеку плавання судна, збереження перевозимих вантажів і ефективність використання транспортних засобів. Досвід морського перевезення вантажів і наукові дослідження дозволили виробити ряд загальних принципів, виконання яких забезпечує дотримання основних вимог оптимального завантаження судна.

По установленій практиці вантажний план складає порт завантаження за кілька діб до приходу судна в порт під завантаження. Такий план називається *попереднім вантажним планом*. Складання попереднього вантажного плану дозволяє завчасно підготувати вантаж і розробити найбільш раціональну технологічну схему завантаження судна, що сприяє проведенню вантажних операцій у мінімальний термін.

В процесі виконання завантаження можуть виникнути зміни в подачі вантажів, що, у свою чергу, викликає необхідність коректування попереднього вантажного плану і перекомпановки вантажів як по найменуванню, так і по масі. В результаті таких змін до кінця завантаження формується остаточний або *виконавчий вантажний план*, у якому відбите фактичне розміщення вантажів у судових вантажних приміщеннях.

Досить часто попередній вантажний план складає агент, який обслуговує вітчизняні судна в даному іноземному порту. Цей план перевіряє вантажний помічник капітана і підписує капітан. Всі зміни у вантажний план після його підписання вносять тільки з дозволу капітана.

Для складання вантажного плану необхідно вирішити ряд задач по найкращому розміщенню вантажів на судні, Їхнє рішення можна робити в наступній послідовності:

- визначити масу вантажів, яка може бути прийнята на судно в даному рейсі;
- підібрати вантажі, виходячи з необхідності забезпечення найбільш повного використання вантажопідйомності і вантажомісткості судна або досягнення максимального прибутку;
- розрахувати розподіл вагових навантажень по вантажним відсікам судна;
- розподілити вантажі по окремим вантажним приміщенням з урахуванням їх сумісності;
- визначити дифферент судна на момент відходу і виправити його при необхідності;
- розрахувати остійність на момент відходу судна з порту завантаження і на прихід у порт вивантаження.

Розрахунок вантажопідйомності і вантажомісткості судна на рейс

Міжнародною Конвенцією про вантажну марку для транспортних суден установлюють мінімальну висоту надводного борту залежно від типу судна, району і сезону плавання. Вихід в море суден з висотою надводного борту меншою припустимої забороняється. Відповідальність за перевантаження судна несе капітан і особа, що дозволила вихід судна в море.

У зв'язку з викладеним, розрахунок вантажопідйомності судна на рейс необхідно починати з встановлення вантажної марки, яка лімітує в районі плавання. Наприклад, якщо судно буде завантажене в порту Одеса по літню вантажну марку 28 жовтня і прибуде в порт Лондон після 1 листопада з притопленою зимовою вантажною маркою, то це може викликати досить великий штраф, тому що в порту Лондон з 1 листопада діє зимова вантажна марка.

Для того, щоб повністю використати вантажопідйомність судна, визначається вантажна марка, що лімітує, яка відповідає значенню мінімальної висоти надводного борту, а потім визначається відповідне їй значення дедвейту судна, тобто судно може бути завантажене по тропічну, літню, зимову або іншу вантажну марку. Для визначення розрахункового дедвейту можна успішно використати вантажну шкалу (*Cargo Scale*).

Далі необхідно визначити масу змінних запасів, які потрібно мати на борту для виконання рейса.

Масу рейсових запасів палива, води і мастильних матеріалів визначають за такими формулами:

$$P_{зан} = P_{зан}^x + P_{зан}^{CT}, \quad (11.11)$$

$$P_{зан}^x = P_{П}^x + P_{В}^x + P_{ЗМ}^x, \quad (11.12)$$

$$P_{зан}^{CT} = P_{П}^{CT} + P_{В}^{CT} + P_{ЗМ}^{CT}, \quad (11.13)$$

де $P_{П}^x, P_{В}^x, P_{ЗМ}^x, P_{П}^{CT}, P_{В}^{CT}, P_{ЗМ}^{CT}$ – маса палива, води і мастильних матеріалів, необхідних для переходу від порту завантаження в порт вивантаження і забезпечення стояночних операцій, т.

Ходовий час визначають за формулою:

$$t_x = \frac{L}{24V} + t_3, \quad (11.14)$$

де L – відстань між портами, милі;

V – планова швидкість судна, вуз;

t_3 – час затримок судна на шляху, сут.

При визначенні маси змінних запасів, які повинні забезпечувати перехід судна, необхідно враховувати коефіцієнт штормового запасу, величину якого визначають із розрахунку часу переходу судна з порту в порт, а також сезону, зони плавання і економічної доцільності закупівлі палива в портах заходу.

Єдиної методики визначення величини штормового запасу $k_{шт}$ немає, при плаванні в різних зонах Світового океану штормовий запас можна визначити, виходячи з наступного розрахунку:

влітку – для всіх районів, за винятком нижчевказаних, 3 – 5 %, Атлантика на північ від 30° N – 10 %, Бенгальська затока – 15 %, в Аравійське море – 30 % (у період південно-західних мусонів);

взимку – Балтійське і Японське моря – 20 %, Чорне – 10 %, Середземне (північніше 40° N) – 20 %;

Атлантичний океан до півдня від 30° N – 5 %, від 30° до 40° N – 30 %, від 40° до 50° N – 35 %, від 50° N і вище – 40 %;

Тихий океан: до півдня від 15° N – 15 %, від 15° до 30° N – 10 %, до півночі від 30° N – 35 %.

Літній і зимовий сезони визначають відповідно до Міжнародної Конвенції про вантажну марку.

Маса ходових запасів

$$P_{II}^x = q_{II}^x \cdot t_x \cdot k_{III}, \quad (11.15)$$

$$P_B^x = q_B^x \cdot t_x \cdot k_{III}, \quad (11.16)$$

$$P_{3M}^x = 0,05 P_{II}^x, \quad (11.17)$$

де q_{II}^x, q_B^x – добова норма витрати палива і води на ходу, т/сут.

Стояночний час розраховується за формулою:

$$t_{CT} = \sum_{i=1}^n \frac{Q}{M} + t_{3CP} + \sum_{i=1}^n \frac{Q}{M'} + t'_{3CP}, \quad (11.18)$$

де Q – маса вантажу одного найменування, т; M, M' – судно-добова норма вантажних робіт в порту завантаження і вивантаження, т/добу; t_{3cp}, t'_{3cp} – час, затрачуваний на допоміжні операції в порту завантаження і вивантаження, доба.

Маса стояночних запасів

$$P_{II}^{CT} = q_{II}^{CT} \cdot t_{CT}; \quad P_B^{CT} = q_B^{CT} \cdot t_{CT}; \quad P_{3M}^{CT} = 0,05 P_{II}^{CT} \quad (11.19)$$

Необхідно пам'ятати, що при визначенні загальної маси палива на майбутній рейс на судні повинне бути паливо різних марок. Правилами технічної експлуатації (ПТЕ) судових дизелів пропонується, що в маневровому режимі головний двигун (дизельна енергетична установка) повинен працювати на дизельному паливі, на цьому ж паливі працюють всі судові допоміжні механізми (дизель-генератори). При переході морем суднова енергетична установка (СЕУ) працює на більш важких сортах палива. Із цього витікає, що на судні повинен бути запас як важкого палива, так і дизельного в кількості, достатньому для роботи СЕУ протягом не менше 2 діб.

Таким чином, загальна кількість необхідного палива на майбутній рейс у даному районі плавання може бути визначена по формулі

$$P_{II} = P_{II}^x + P_{II}^{CT} = q_{II}^x \cdot t_x (1 + k_{III}) + q_{II}^{CT} t_{CT} \quad (11.20)$$

Масу продовольства і постачання приймають не тільки на майбутній перехід. Якщо судно після закінчення вивантаження вантажу по даному рейсу

не буде запливати в порт, у якому можна вільно одержати провізію і постачання, то запаси продуктів повинні бути прийняті в кількості, яку дозволяють розмістити об'єми провізійних камер, а також строки зберігання продуктів.

Виходячи з цього, в практиці перевезень, при складанні вантажного плану, запаси продовольства і постачання враховують по фактичній наявності.

Розрахувавши загальну масу рейсових запасів, визначають чисту вантажопідйомність судна (Δ_4) на рейс

$$\Delta_4 = \Delta_\omega - P_{ЗАП} \quad (11.21)$$

Сумарна маса вантажів, яку можна прийняти на борт судна для подальшого перевезення, залежить від: чистої вантажопідйомності – Δ_4 , вантажної місткості вантажних приміщень – W_c , питомої вантажомісткості судна – ω , питомого навантажувального об'єму (ПНО) вантажу μ , а також сумісності окремих партій вантажів один з одним.

Якщо судно перевозить «важкий» вантаж, тобто $\mu_B < \omega$, то маса вантажу, що може прийняти судно, буде дорівнювати його чистій вантажопідйомності, але буде не повністю використана вантажна місткість

$$\sum Q = \Delta_4 \quad (11.22)$$

$$\sum V < W_c \quad (11.23)$$

Якщо на судно завантажено «легкий» вантаж, тобто $\mu_\wedge > \omega$, то маса вантажу, що може прийняти судно, буде менше його вантажопідйомності, а вантажна місткість трюмів використається повністю.

У тому випадку, коли до перевезення пред'являються «важкі» і «легкі» вантажі і можна взяти будь-яку кількість кожного з них, задача повного використання вантажопідйомності і вантажної місткості зводиться до рішення системи рівнянь

$$\begin{cases} Q_B + Q_\wedge = \Delta_4 \\ \mu_B Q_B + \mu_\wedge \cdot Q_\wedge = W_c \end{cases} \quad (11.24)$$

звідси

$$Q_\wedge = \frac{W_c - \mu_B \Delta_4}{\mu_\wedge - \mu_B}, \quad (11.25)$$

$$Q_B = \Delta_4 - Q_\wedge \quad (11.26)$$

При великій кількості найменувань вантажів, їх групують на «важкі» і «легкі», тобто задачу знову таки зводять до рішення рівнянь з двома невідомими.

При розподілі вантажів по трюмам і твіндекам необхідно стежити, щоб не виникало перевантаження окремих вантажних приміщень у запобіганні порушенню місцевої і поздовжньої міцності корпусу судна.

Комплектація вантажів по вантажним приміщенням - це творчий процес, не існує єдиної методики рішення цього завдання. Комплектація вантажів по трюмам і твіндекам виконується з урахуванням фізико-хімічних властивостей

вантажів, їхньої тари і упаковки, ротації портів завантаження і вивантаження, а також конструктивних особливостей суднових вантажних приміщень. Вона повинна враховувати всі фактори раціонального завантаження, забезпечення збереженої доставки вантажів і безпеки судна. При рішенні задачі комплектації вантажів по вантажним приміщенням необхідно дотримуватися наступних рекомендацій:

- в одному вантажному приміщенні розміщаються тільки сумісні вантажі, а також вантажі, для перевезення яких необхідно створювати однаковий мікроклімат;
- у нижню частину вантажного приміщення укладаються такі вантажі, які мають тверду і міцну тару;
- вантажі необхідно розташовувати чітко по коносаментним партіям з метою запобігання пересортиці;
- вантажі, під час перевезення яких необхідно підтримувати певний температурний режим, необхідно розміщати на деякому віддаленні від перегородок, що нагріваються, бортів і палуби.

Перевізник відповідає за неправильне розміщення вантажів на судні, їхню сепарацію і кріплення. Перевантаження окремих вантажних приміщень або відсіків може привести до виникнення надмірних напруг у корпусі судна. Тому судно повинне бути завантажене так, щоб воно мало рекомендований диферент, не мало крену, не порушувалися умови дотримання місцевої і загальної (поздовжньої) міцності корпусу.

Цього можна досягти при відповідному розподілі вагового навантаження по вантажним приміщенням судна.

В практиці для досягнення цих цілей використовується принцип розподілу вагового навантаження по довжині судна пропорційно кубатурі вантажних приміщень із використанням коефіцієнта порівняння вантажомісткості кожного вантажного приміщення (k_i)

$$k_i = \frac{W_i}{W_c}, (i = 1, 2, \dots, n), \quad (11.27)$$

де W_i – вантажомісткість i –го вантажного приміщення, м^3 ;

W_c – вантажомісткість судна, м^3 .

Значення розподіленої маси для i –го вантажного приміщення (Q_i) визначається як добуток коефіцієнта порівняння вантажомісткості i –го вантажного приміщення на загальну масу вантажів, що буде прийнята на судно (ΣQ)

$$Q_i = k_i \Sigma Q, \quad (11.28)$$

Розрахунок диференту судна

Для розрахунку диференту судна на момент закінчення завантаження необхідно:

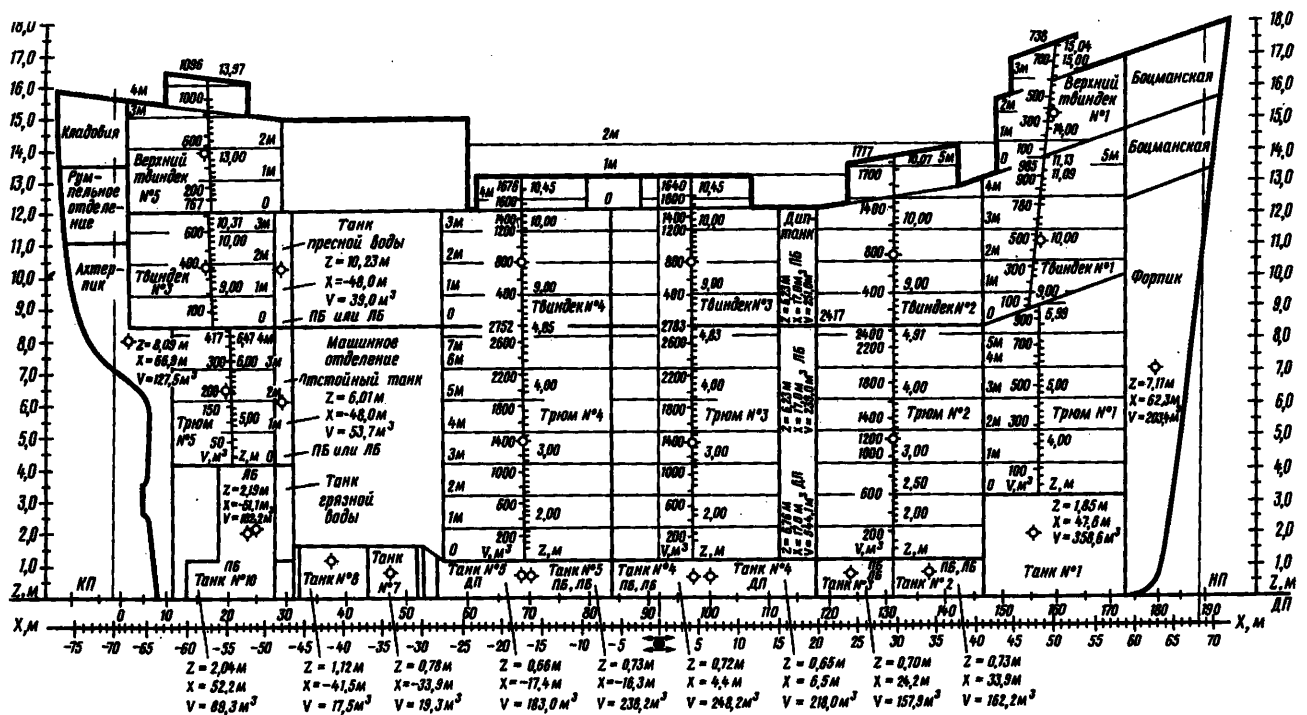


Рис 11.1. Схема розміщення вантажу на судні

1. Визначити значення статичного моменту водотоннажності відносно міделя (M_x) від сумарного впливу всіх вагових навантажень

$$M_x = \sum Q_i x_i + \Delta_0 x_0 + \sum P_i x_i, \quad (11.29)$$

де Q_i – маса i – ої партії вантажу, т; x_i – абсциса ЦВ i – ої партії вантажу, м; визначається за схемою розміщення вантажу на судні (рис.11.1); $\Delta_0 x_0$, $\sum P_i x_i$ – момент відносно міделя, створюваний порожнім судном, змінними запасами, відповідно, тм.

2. Визначити абсцису центра ваги (ЦВ) завантаженого судна

$$x_q = \frac{M_x}{\Delta_p}, \quad (11.30)$$

де Δ_p – розрахункова водотоннажність судна, т.

$$\Delta_p = \sum Q_i + \Delta_0 + P_{зан}$$

3. Використовуючи криві елементів теоретичного креслення (*Hydrostatic Curves*), за значенням розрахункової водотоннажності (Δ_p) визначити абсцису центра величини (ЦВ) зантаженого судна (x_c).

4. Обчислити диферентуючий момент

$$M_{\text{диф}} = \Delta_p (x_q - x_c), \quad (11.31)$$

5. Розрахувати диферент судна

$$d = \frac{M_{\text{диф}}}{M_{\text{нм}}}, \quad (11.32)$$

де $M_{\text{нм}}$ – питомий диферентующий момент, тм/см.

Розрахунок остійності судна при складанні вантажного плану

Остійність, тобто здатність судна, відхиленого яким-небудь зовнішнім моментом від положення рівноваги, повертатися у вихідне рівноважне положення після припинення дії цього моменту, є найважливішою морехідною якістю судна, що забезпечує безпеку його плавання.

У теорії остійності розрізняють початкову остійність (тобто остійність на малих кутах крену) і остійність на великих кутах крену.

Остійність на малих кутах крену характеризується початковою метацентричною висотою судна (h), остійність на великих кутах крену – залежністю плеча остійності (l) від кута крену (θ).

Графічне зображення цієї залежності зветься діаграмою статичної остійності судна (рис. 11.2).

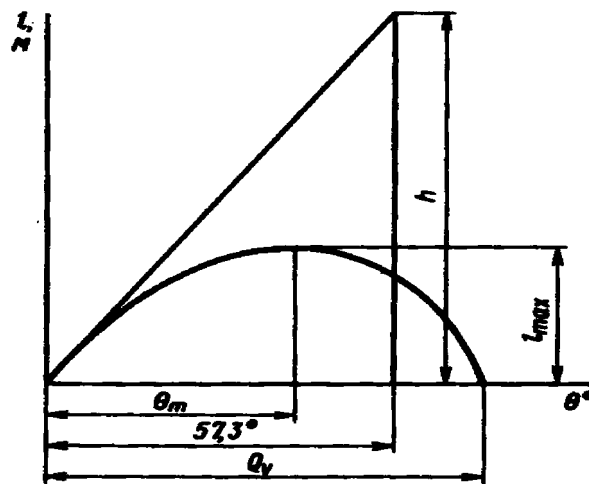


Рис.11.2. Діаграма статичної остійності

Регістр судноплавства України висуває певні вимоги до остійності транспортних суден, перевірка виконання яких є обов'язковою при складанні вантажного плану судна перед його виходом у рейс.

Необхідно також забезпечити виконання цих вимог при переході судна морем, тобто при витраті змінних запасів (палива, води і ін.).

Вимоги, які висунуті Регістром судноплавства України до остійності, докладно викладені в *Правилах класифікації і побудови морських суден Російського морського реєстра судноплавства* і зводяться до наступного.

Для всіх транспортних суден довжиною 20 м і більше повинні бути задоволені критерії остійності:

а) динамічно прикладений момент, що кренить, від тиску вітру (M_v) повинен дорівнювати або бути меншим перекидаючого моменту (M_c) розрахованого з урахуванням умов амплітуди хитамиці, тобто повинна бути дотримана умова

$$K = M_c / M_v \geq 1, \quad (11.33)$$

де K - так званий «критерій погоди»;

б) максимальне плече діаграми статичної остійності ($l_{\max}$) повинне бути не менш 0,25 м для суден довжиною $L < 80$ м і не менш 0,25 м для суден довжиною $L > 105$ м;

в) кут крену, при якому плече остійності досягає максимуму (θ_m) повинен бути не менш 30° , тобто $\theta_m \geq 30^\circ$;

г) кут заходу діаграми статичної остійності (θ_v) повинен бути не менш 60° , тобто $\theta_v \geq 60^\circ$;

д) початкова метацентрична висота при всіх варіантах завантаження, за винятком судна порожнім, повинна бути позитивною ($h > 0$).

Всі зазначені вище критерії повинні бути задоволені з урахуванням виправлень на вплив вільних поверхонь рідких вантажів і запасів. Деяке зниження вимог до елементів діаграми статичної остійності допускається для суден, що мають відношення ширини до висоти борта о міделю більше двох ($B/H > 2$).

Відповідно до Правил Регістра судноплавства на кожне судно повинна бути видана «Інформація капітана про остійність судна» (*Stability Booklet, Trim and Stability Book*), яка містить наступні матеріали:

- дані про остійність судна для типових, заздалегідь розрахованих варіантів завантаження;
- вказівки щодо експлуатаційних обмежень, які необхідні для вживання заходів проти перекидання судна;
- допоміжні графіки, таблиці і інші матеріали для розрахунків остійності, посадки судна при нетипових варіантах завантаження судна;
- рекомендації по вживанню заходів для поліпшення остійності судна.

Інформацію видає завод-будівник на підставі матеріалів експериментального кренування судна.

Інформація є керівним документом і її рекомендаціям необхідно уважно дотримуватися капітанові судна в процесі його експлуатації.

Інформація на перших сторінках містить назву і тип судна, його основні характеристики, розміри і відомості про типові випадки завантаження. Розрахунок типових випадків завантаження виконаний у вигляді таблиць, у яких для розглянутого випадку завантаження зведені маси, координати центрів мас по висоті і довжині і їхні моменти щодо основної площини і міделя для всіх змінних мас, що входять у дедвейт – вантаж, змінні запаси, баласт. Вага екіпажу, провізії, постачання, видаткових матеріалів у цю розрахункову таблицю не включаються. У результаті підсумовування мас і моментів одержують так званий «умовний дедвейт» (Δ_ω^0), його моменти (M_x^0 , M_z^0) і координати центра маси (X, Z). Ці величини служать надалі вихідними параметрами для визначення посадки судна, характеристик його остійності і загальної міцності.

Для кожного типового випадку завантаження на розрахунковому бланку вказуються величини критеріїв остійності, загальної міцності і їхня відповідність вимогам Регістра судноплавства. Визначається осадка судна

носом, кормою і на міделі. На цьому ж бланку поміщають схему поздовжнього перетину судна з умовною позначкою завантаження трюмів і відсіків, а також будують діаграму статичної остійності.

Ця частина Інформації дозволяє капітанові оцінити остійність судна у випадку завантаження його, близько до розрахункових варіантів, зазначеним в Інформації. За критерій такої порівняльної оцінки приймається, насамперед, піднесення центра маси судна над основною площиною. Якщо дедвейт судна дорівнює або трохи менше дедвейту одного з розрахункових варіантів Інформації, а центр його маси набагато нижче, то це, як правило, гарантує виконання вимог до остійності. Якщо ж піднесення центра маси прийнятого дедвейту вище, ніж у розрахунковому варіанті завантаження судна, необхідно зробити перевірку остійності. Для цієї мети в Інформації поміщені чисті розрахункові бланки і допоміжні матеріали. Послідовність виконання розрахунку наступна.

На розрахунковому бланку, аналогічному за формою зазначеному раніше бланку типового випадку завантаження, заповнюють таблицю мас, координат центра маси і моментів прийнятого на судно вантажу. Розраховується величина умовного дедвейту. Спочатку розрахунок роблять без обліку баласту, але з прийнятими судовими запасами. Для зручності роботи в Інформації представлена схема розміщення вантажів на універсальному судні, за допомогою якої можна легко визначити координати центра маси прийнятих або вантажів, або тих, що знімають.

Все вищевикладене відноситься до порядку складання вантажного плану універсального судна. На спеціалізованих судах існує своя специфіка в складанні вантажного плану.

11.4. Попередні і виконавчі вантажні плани спеціалізованих суден

Обробка спеціалізованих суден у портах значно відрізняється від технології обробки універсальних суден. Крім загальних вимог, пропонованих до складання вантажного плану, існує ряд специфічних особливостей, які властиві кожному типу спеціалізованого судна і які повинні бути враховані при складанні вантажного плану конкретного спеціалізованого судна.

Контейнеровози.

При підготовці попереднього вантажного плану складають списки контейнерів з вказівкою їхнього номера, маси, розмірів і номерів відбитків пломб. Контейнери з небезпечними вантажами виділяються в окрему особливу групу і розбиваються по видах небезпеки (вказується клас, підклас і група за списком МОПНВ).

Вантажний план контейнеровоза - це аркуш (набір аркушів) з розгорнутим зображенням осередків секцій судна, в яких вказуються номери встановлюваних контейнерів і їхня маса. До вантажного плану додається зведений аркуш (*ротаційний план*) (рис. 11.3), у якому вказується загальне розташування контейнерів, кольоровими олівцями відзначаються масиви

контейнерів, що адресовані в різні порти, а також контейнери спеціальні (рефрижераторні, з небезпечними вантажами і ін.).

При розміщенні контейнерів на судні необхідно дотримуватися наступних правил.

Число ярусів повинне визначатися вимогами до забезпечення остійності судна і величиною припустимого навантаження на конструкції судна - палуби, кришки трюмів і т.д. У тих випадках, коли контейнери виступають за люкові кришки або інші опорні палубні конструкції, необхідно передбачати додаткові опори для розподілу навантаження від контейнера.

При розрахунку вантажного плану контейнери по масі розбивають на групи: I група - маса контейнерів до 4 т; II група - маса від 4 до 7 т; III група від 7 до 10 т; IV група - від 10 до 15 т; V група - понад 15 т.

При розрахунку вантажного плану необхідно враховувати тиск всієї маси на палубу і кришки трюмів. Вибір числа ярусів контейнерів може виконуватися або по розрахунковому методі, або виходячи з типових схем кріплення, але при цьому повинно бути прийнято в розрахунок місце розташування контейнерів, ступінь їхнього захисту від впливу морської стихії і якість засобів кріплення. До вантажного плану повинні додаватися: таблиці для розрахунку сумарної маси вантажу контейнерів на судні і моментів маси вантажу щодо основної площини і міделя; таблиці для розрахунку остійності і посадки судна з вантажем контейнерів на момент відходу з порту завантаження і на прихід у порт призначення; таблиці для розрахунку сумарної маси контейнерів у даному ряді і моменту маси вантажу щодо основної площини судна.

Розрахунок параметрів остійності і посадки судна починається із заповнення осередків на вантажному плані із вказівкою номерів контейнерів і їхньої маси.

Після заповнення осередків підраховуються добутки мас контейнерів на піднесення центра ваги осередків від основної площини по кожному ярусі. Зробивши розрахунок сум моментів маси контейнерів і судових запасів щодо основної і міделя, розраховують метacentричну висоту і посадку судна.

Якщо при розрахунках отримані незадовільні результати, то необхідно виконати баластування судна або перерозподілити легкі і важкі контейнери по висоті, а можливо і по довжині.

У практиці міжнародних перевезень прийнято, залежно від розміру судна, кілька систем нумерації контейнерів: трьох -, чотирьох -, п'яти - і шестизначна. Трьохзначна система найбільш проста, але її можна застосовувати тільки на невеликих суднах. Суть цієї системи в тім, що кожен судовий осередок позначається трьохзначним номером. Нумерація починається з носа судна. Перша цифра позначає номер секції (номер ряду «*bay*» контейнера по довжині судна), друга - номер ярусу «*tier*» контейнера по висоті (рахунок починається від трюмного пайола вгору), третя - порядковий номер контейнера в секції (при цьому рядам правого борту привласнюють непарні номери, лівого - парні, а середні контейнери мають номер 0). У практиці перевезень може прийматися і інша система нумерації осередків і

секцій, тобто нумерація в цьому випадку ведеться від правого борту до лівого.

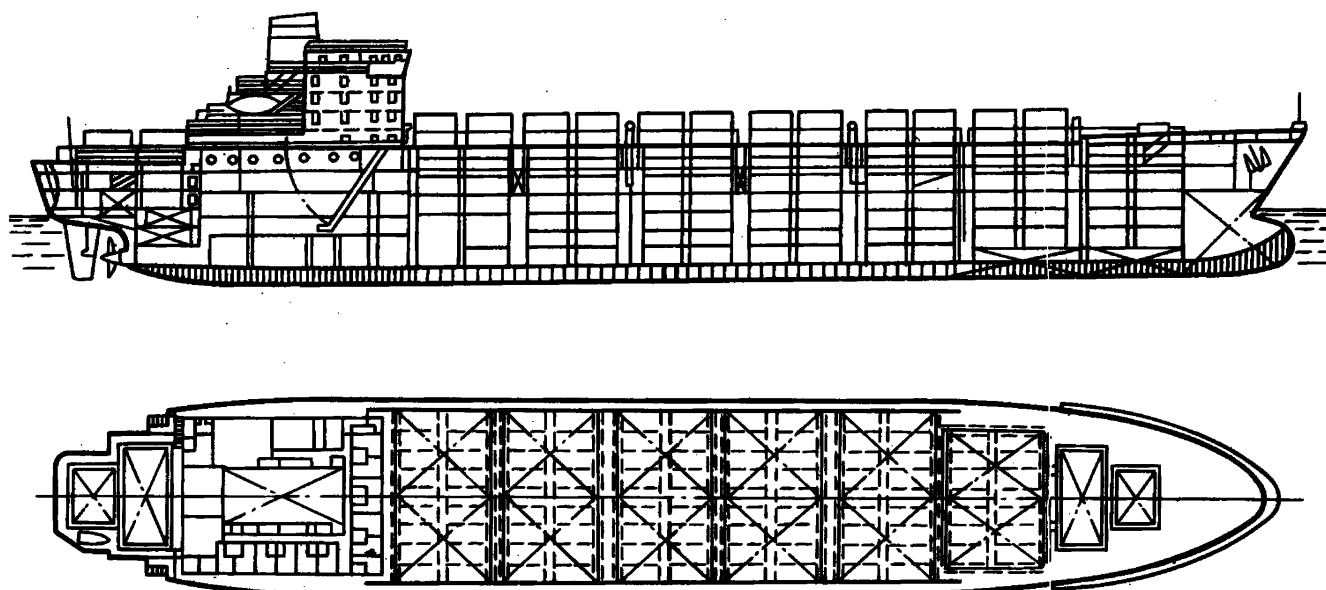


Рис 11.3. Контейнеровоз

Найбільш універсальною з погляду можливостей нумерації контейнерів на великотонажних контейнеровозах є шестизначна система. Суть цієї системи полягає в наступному: перша пара цифр позначає поперечний ряд (секцію) контейнерів по всій довжині судна (починаючи з носа), при цьому непарні цифри позначають осередки, які призначені для завантаження 20 –футових, а парні – для 40 –футових контейнерів, друга пара – ряд контейнерів по ширині судна, починаючи від ДП судна, осередки правого борту позначаються непарними номерами, а правого - парними, третя пара – номер ярусу по висоті. Трюмні осередки мають нумерацію ярусів 01, 02, 03 і т.д., а палубні – 11, 12, 13, 14. Шестизначна система дозволяє використати її на всіх контейнеровозах, а обробка даних виконується за допомогою судових бортових ЕОМ.

Наприклад, на вантажному плані т/х «Spica» положення кожного контейнера було позначено індексом, що складається із шести знаків: по довжині, ширині і висоті. Контейнер з індексом 240114 - це 40 -футовий контейнер, розташований в 24 ряді по довжині судна (трюм № 3), із правого борту, перший від ДП, в 7 ярусі по висоті (у трюмі). Для швидкого складання вантажного плану, зручності при його читанні, на ньому поміщали додаткові відомості у вигляді схем поперечного розрізу ряду з нумерацією осередків і позначенням ярусів, умовні позначки, прийняті для стандартних і нестандартних контейнерів. Кожному порту призначення привласнювався свій буквенний індекс, а всі контейнери, що доставлялись у цей порт, виділяли на плані окремими кольорами. Наприклад, *Kingstone* - *KNG* (зелений),

Fortaleza -FRT (жовтий), *Montevideo - MNT* (червоний) і т.д., а буквенний індекс *FRT/TRZ (Terezina)* означав, що контейнер повинен бути вивантажений у порту *Fortaleza* і далі доставлений у місто *Terezina*.

Ролкери

Вантажний план судна з горизонтальним методом завантаження/вивантаження по його призначенню і етапам розробки, проходження узгодження і затвердження можна розділити на три види: ротаційний, попередній і виконавчий.

Ротаційний вантажний план – це графічне зображення вантажних палуб судна, розділених на секції (блоки), у яких визначені місця і положення окремих уніфікованих вантажних місць (площа одного місця дорівнює площі 20-футового контейнера). Кожній секції (блоку) і штатному місцю для установки укрупненої вантажної одиниці (*УВО*) або контейнерів привласнюють певний шифр, необхідний для планування завантаження судна і інформації портів вивантаження і проміжних портів заходу. Наприклад, шифр 35 ПБ-06 позначає: 3 - третя палуба, 5 секція, правий борт, 06 - номер місця.

Ротаційний вантажний план розробляє завод-будівельник, який відповідно до його робить розмітку судових вантажних палуб, установлює штатне устаткування для кріплення вантажних місць. За ротаційним планом визначають загальну місткість судна в контейнерах, 20-футових і у комбінації при завантаженні 20- і 40-футових контейнерів. На підставі ротаційного плану завод-будівельник складає інструкції завантаження судна і спеціальні таблиці для розрахунку остійності, у яких для кожного вантажного блоку розраховані об'єм вантажного приміщення, площа палуби, відстань ЦВ завантаженого блоку від кормового перпендикуляра, а також основної площини палуби і ДП судна, зведені таблиці завантажень на всі палуби. Крім того, в інструкції завантаження судна вказується рівномірне навантаження на палубу і припустиме навантаження на одну вісь.

В практиці перевезень палуби нумеруються зверху вниз, номер палуби, як правило, є першою цифрою номера блоку.

Попередній вантажний план складають за 48 годин до постановки судна під завантаження по вантажних списках. При складанні вантажного плану всю номенклатуру вантажу, наміченого до завантаження, розбивають по портах вивантаження, окремо виділяють кількість контейнерів, ролл-трейлерів і інших укрупнених вантажних місць (*УВМ*), легкових автомобілів, важкої і спеціальної техніки на колесах, вантажів за списком Правил МОПНВ.

Попередній вантажний план повинен включати розрахунки дедвейту, метацентричної висоти, осадку і дифферент судна на момент відходу з першого порту і орієнтовні розрахунки цих даних на прихід і відхід у всіх наступних портах лінії.

У наступних портах заходу судно повинне мати таку інформацію: час проведення вантажних операцій і очікування перешвартування; кількість вантажу, який підлягає завантаженню-вивантаженню, і місце його розміщення на судні (номер блоку); список небезпечних вантажів, їхній номер і клас за

списком Правил МОПНВ; список рефрижераторних вантажів і аркуш температур для рефрижераторних контейнерів; кількість членів екіпажу, яку необхідно виділити для обслуговування перевантажувальної техніки, забезпечення кріплення вантажу і зачищення вантажних приміщень; передбачуваний час закінчення вантажних операцій і відходу судна від причалу.

Для правильного складання попереднього вантажного плану порт повинен одержати від судна інформацію про кількість вантажу на борту судна і його розташування по блоках, масу вантажу, що підлягає вивантаженню в даному порту, наявності в танках палива, прісної і баластової води і інших вантажів.

Крім зазначеної інформації, на кожному окремому напрямку може бути встановлена практика обміну додатковою інформацією, що виявиться необхідною в системі «судно-вантаж-порт» залежно від особливостей судна, транспортних характеристик вантажу, звичаїв країни і портових правил.

Основними критеріями оцінки якості складання попереднього вантажного плану є забезпечення безпеки плавання і збереження перевозимих вантажів; забезпечення технологічності виконання вантажно-розвантажувальних робіт з урахуванням досягнення мінімуму стояночного часу під вантажними операціями; оптимальне використання вантажопідйомності і вантажомісткості судна.

При складанні попереднього вантажного плану для ролкера розробляють схему розміщення укрупнених вантажних місць роздільно для всіх палуб. Схему завантаження і розміщення вантажних місць складають з урахуванням вимог *“Інструкції завантаження судна, розміщенню і закріпленню вантажу”*, яка входить у комплект документів, що видаються на судно заводом-будівельником. Розміщення вантажу роблять з урахуванням черговості завантаження-вивантаження кожної одиниці вантажу, зручності розміщення і кріплення, доступу до небезпечних вантажів і інших факторів.

Кожне судно має свою структуру транспортних шляхів, що ведуть до вантажних палуб і окремих вантажних площадок, які визначені конструкцією судна. Для оперативного керування завантажувальними і розвантажувальними роботами доцільно побудувати граф транспортних шляхів з урахуванням технологічної послідовності обробки судна і розробити схеми руху транспорту. Граф визначить черговість і можливість доступу до певних вантажних приміщень судна, а також час змушених затримок перевантажувальної техніки в процесі доставки укрупнених вантажних місць до місця їхньої установки на судні.

Вантажі, що перевантажують способом накату, розділяють на самохідні (перевантажуються своїм ходом), буксируємі (мають ходову частину, але не мають двигуна), вантажі, що перевантажують способом «завантажувач-завантажувач» (*trank to trank*), тобто вантажі сформовані на піддонах і перевантажуються автотранспортом.

Після виконання всіх перерахованих вимог приступають до розрахунку остійності судна, що оцінюється по типових варіантах завантаження судна.

Досвід експлуатації суден з горизонтальним завантаженням вимагає робити розрахунки остійності і поздовжньої міцності судна на початок завантаження, у період вантажних операцій і під час рейсу, при максимальній витраті палива, води і суднових запасів. Послідовність завантаження повинна бути такою, щоб судно не втратило остійність при розміщенні максимальної кількості вантажу на верхніх палубах і мінімальної - на нижні.

По кожному варіанті вантажного плану капітан зобов'язаний установити можливість його практичного здійснення при задоволенні вимог Регістра судноплавства до остійності з урахуванням можливого баластування судна як у порту при завантаженні, так і в рейсі, в міру витрати суднових запасів.

В процесі завантаження складають виконавчий вантажний план. Розрахунки основних параметрів виконавчого вантажного плану, остійності, поздовжньої міцності і осадки судна виконують після закінчення завантаження.

Ліхтеровози

Розробка попередніх вантажних планів для ліхтеровозів розбивається на два етапи: формування партій вантажів і завантаження ліхтерів; формування комплексу ліхтерів і завантаження ліхтеровоза.

Перший етап є складною і відповідальною операцією. Від правильного розподілу вантажів по ліхтерам залежать в остаточному підсумку результати завантаження ліхтеровоза в цілому. Це обумовлено тим, що вантажні партії можуть перевищувати вантажопідйомність окремого ліхтера. З огляду на неможливість розриву окремих коносаментних партій часто буває так, що в одному ліхтері недовикористана вантажомісткість, а в іншому - вантажопідйомність. Об'єднувати в одному ліхтері «легкі» і «важкі» вантажі можна тільки за умови, якщо вони доставляються на адресу одного вантажоодержувача.

Для підвищення коефіцієнтів використання їхньої вантажопідйомності і вантажомісткості розробляються типові вантажні плани для завантаження ліхтерів генеральними вантажами, які найбільше часто перевозять в одному напрямку (рис. 11.4).

Складання попередніх вантажних планів для ліхтеровозів типу ЛЕШ в принципі аналогічно з контейнеровозами, а на суднах типу СІ-БІ - з ролкерами. Це пояснюється аналогічними за своїм принципом методами виконання вантажних операцій, а отже, аналогічними можливостями по прийому і здачі партій вантажів у проміжних портах заходів. Різниця полягає тільки в розмірах модуля укрупнення вантажу.

Складання попередніх вантажних планів для комбінованих суден (контейнеровоз-ролкер, ліхтеровоз-контейнеровоз і т.д.) є комбінованим завданням, яке повинне врахувати всі особливості роботи судна в комплексі.

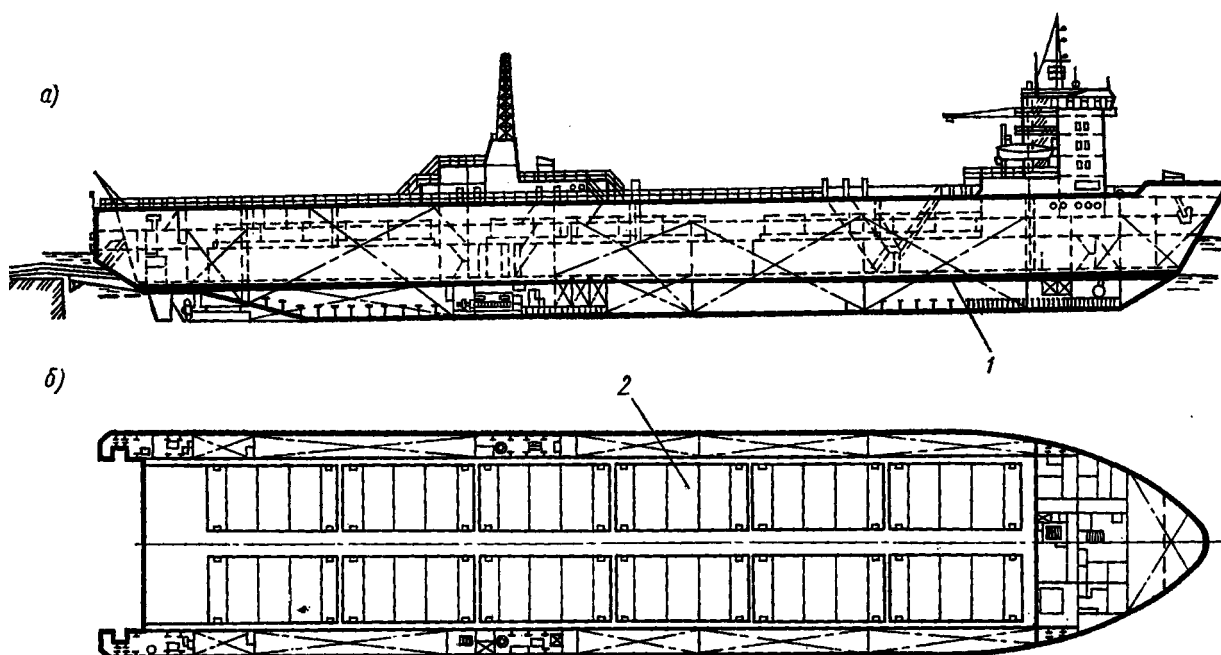


Рис. 11.4. Вантажний план ліхтеровоза а) боковий вид судна; б) план розміщення ліхтерів (1,2 - ліхтери)

11.5 Сучасні методи планування і управління доставкою вантажів.

Існуючі методи планування переходу містять пошук і вибір шляху судна з урахуванням зовнішніх впливів на його ділянках. Причому, під оптимальним розуміється такий шлях плавання судна у відкритому морі з одного заданого пункту в інший, який відповідає екстремуму якого-небудь критерію і залежить від форми шляху. Факторами, що визначають оптимальний шлях судна є: абсолютна швидкість судна $\vec{V}$, яка складається з вектора відносної швидкості стосовно води $\vec{V}_W$ і вектора швидкості течії $\vec{V}_T$ в районі плавання, які представлені функціями координат і часу:

- градієнт опору поступальному руху судна головним чином від вітру і хитавиці, що впливає на його швидкість і залежить від елементів хвиль і курсового кута до напрямку руху хвиль, представлений швидкістю дрейфу $\vec{V}_{AD}$;

- режим роботи енергетичної установки представлений швидкістю судна $\vec{V}_C$, обумовленою залежністю ефективного упору гвинта від швидкості судна і повільно змінюється залежно від умов плавання (обмежена видимість, штормова погода (штормовання), навігаційні і інші перешкоди), тому силами інерції судна зневажають.

Задача зводиться до визначення якої-небудь точки на кривій, що зображує шлях плавання судна, а також час переходу судна до неї, у якій

абсолютна швидкість судна $\vec{V}$ представлена сумою векторів швидкості щодо води $\vec{V}_W = \vec{V}_{\vec{A}D} + \vec{V}_C$ і течії $\vec{V}_T$, тобто $\vec{V} = \vec{V}_C + \vec{V}_T + \vec{V}_{\vec{A}D}$. Для рішення цього завдання використовуються фізичний підхід із законами кінематики і кінетики, а також математичні прийоми векторної алгебри.

Для визначення найвигіднішого шляху використана система диференціальних рівнянь, що визначають проекції відносної швидкості судна на осі прямокутної системи координат і швидкості зміни кута між віссю абсцис і напрямком відносної швидкості судна. Відзначається, що праві частини системи диференціальних рівнянь представляють складні функції. Тому її рішення пропонується здійснювати чисельними методами. Уже в 60-70-і роки минулого сторіччя було запропоновано спосіб визначення оптимального шляху плавання з допомогою чисельного інтегрування рівнянь Ейлера варіаційного завдання і алгоритми розрахунку оптимальних шляхів плавання методом динамічного програмування, що зводиться до вибору керуючої функції - курсового кута таким чином, щоб при переході з одного порту в інший був виконаний один із критеріїв оптимальності шляху: перехід за мінімум часу або перехід за заданий час із мінімальною витратою палива.

Відтоді і по теперішній час удосконалювалися тільки форми методу пошуку оптимального океанського шляху у вигляді методів ізохрон або ізоліній, які наносяться на смугу руху судна по нормалі до ортодромії.

Разом з тим, з розвитком логістики акцентується увага на фактори доставки вантажу, закритість та інтермодальність перевезень. У національних програмах "Судно майбутнього" звертається увага на забезпечення сталості високого рівня експлуатаційних характеристик судна, а також швидке і наглядне представлення характеру руху по багатьох критеріях ефективності в операторській діяльності судноводія для прийняття рішень.

Таким чином, удосконалювання концептуального підходу до проблеми планування переходу судна варто направляти на розширення знань про можливі оптимальні стани процесу доставки вантажу, обмежуючись не тільки кінематичними характеристиками, але й можливістю швидко оцінювати енергетичну і економічну доцільність зміни режимів руху судна, як у змісті загального планування шляху, так і стратегії руху при виборі маневру на переході. Варто також урахувати, що отримані знання про процес руху судна для швидкості сприйняття їх судноводієм повинні бути досить просто і наглядно візуалізовані, а визначення представлених характеристик формується на апробованій теоретичній базі і методах практичного судноводіння.

Основне завдання судноводіння передбачає одержання максимального прибутку від перевезення вантажів найкоротшим шляхом, при сприятливих навігаційних і погодних умовах, з оптимальною експлуатаційною швидкістю судна.

Беззаперечною умовою перевезення залишається збереження морехідних якостей судна, що забезпечуються його конструктивними особливостями,

правильним завантаженням і оперативними діями екіпажу перед рейсом і на переході.

Тому жорстким обмежувальним фактором є безпека мореплавання, що не допускає знаходження судна в неадекватних умовах плавання.

Із сказаного випливає, що ефективність транспортної послуги починається із правильного вибору експлуатаційних характеристик судна з урахуванням запасів плавучості і швидкохідності, далі потрібно виконати планування найкоротшого безпечного і економічно вигідного шляху, а також здійснюється оцінка ступеня впливу параметрів управління судном на процес перевезення.

Основними керуючими параметрами впливу на процес судноводіння залишаються кінематичні параметри руху - швидкість і напрямок руху судна.

На переході судна, особливо в стислих умовах при інтенсивному русі, домінує операторська діяльність із властивими для неї точністю, своєчасністю і швидкодією.

11.5.1 Оцінка ефективності запланованого рейсу по мінімально неминучим витратам

Методика розрахунку ефективності рейсу при фрахтуванні суден на заданих умовах широко відома. Вона визначає ефективність запропонованої ставки фрахту, порядок розрахунку фрахових показників рейсу і визначення економічної доцільності виконання цього рейсу.

Вихідними даними для виконання розрахунку є характеристики: вантажу - найменування, кількість, упаковка, питомий навантажувальний об'єм і спеціальні вимоги для перевезення і зберігання; судна - вантажопідйомність, вантажомісткість судна і його трюмів, швидкість, сорт і витрата палива - на ходу і на стоянці; портів завантаження/вивантаження - назва, країна, географічні координати; сталійний час - кількість діб або норми на завантаження і вивантаження; собівартість судно/суток експлуатації судна на ходу і на стоянці - ціни на паливо, мастила, провізію, зарплата екіпажу, ремонт, збори в портах і каналах, інші неминучі витрати.

Як правило, при рішенні завдання визначаються:

- час рейсу

$$\dot{O}_{\bar{\sigma}} = \dot{O}_{\bar{\sigma}} + \dot{O}_{\bar{n}\bar{o}}, \quad (11.1)$$

де T_x , T_{ct} – ходовий і стояночний час, доба;

- ходовий час

$$\dot{O}_{\bar{\sigma}} = \frac{1}{24} \left(\ddot{A}_{\bar{I}(\bar{a})} V_{\bar{N}(\bar{a})} + \ddot{A}_{\bar{I}(\bar{a})} V_{\bar{N}(\bar{a})} \right) + \dot{O}_{\bar{\zeta}}, \quad (11.2)$$

де $D_{\Pi(\bar{\sigma})}$, $D_{\Pi(\bar{\epsilon})}$ – дистанція, пройдена судном у баласті і з вантажем, милі; $V_{C(\bar{\sigma})}$, $V_{C(\bar{\epsilon})}$ – швидкості судна в баласті і з вантажем, вузли; T – періоди затримок на переході і маневрування в портах і каналах, доба;

- стояночний час

$$\dot{O}_{\tilde{n}\delta} = \frac{\dot{I}_{\tilde{a}}}{\dot{I}_{\tilde{A}(\tilde{i})} + \dot{I}_{\tilde{A}(\hat{a})}} + \dot{O}_{\delta}, \quad (11.3)$$

де M_c – маса вантажу, т; $H_{\Gamma(n)}$, $H_{\Gamma(\delta)}$ – норми завантаження/вивантаження вантажу, т·сутки⁻¹; T_{ϕ} – час на швартовні операції і формальності, сутки.

Ефективним вважається виконання умови: $\dot{O}_{\tilde{n}\delta} \leq \dot{O}_{\tilde{n}}$, де T_c – сталійний час, доба.

Максимально можливе прийняття маси вантажу

$$\dot{I}_{\tilde{A}(\max)} = D_w - \sum_1^5 G_i, \quad (11.4)$$

де D_w – дедвейт судна, т; G_i – маса i -го запасу ($i = 1 \div 5$ – важке і легке паливо; прісна вода; мастило; екіпаж, багаж, провізія), т.

Рейсові витрати судна

$$\ddot{O}_{\delta} = \ddot{O}_{\delta} \ddot{O}_{\delta} + \ddot{O}_{\tilde{n}\delta} \ddot{O}_{\tilde{n}\delta} + \ddot{O}_{\hat{e}} + \ddot{O}_{\tilde{a}(\tilde{i})} + \ddot{O}_{\tilde{a}(\hat{a})}, \quad (11.5)$$

де – Π_x , Π_{cm} – собівартість судно/суток на ходу і стоянці, грош. од. / добу⁻¹; $\Pi_{\delta(n)}$, $\Pi_{\delta(\delta)}$ – дісбурсменські рахунки в портах завантаження/вивантаження, грош. один.; Π_k – вартість проходу каналами і протоками, грош. один..

Вартість проходу каналами і протоками

$$\ddot{O}_{\hat{e}} = \frac{1}{24} (\ddot{A}_{\hat{e}} + \ddot{A}_{\tilde{i}}) V_{\tilde{n}(\hat{e}\tilde{i})} (\hat{E}_{\hat{e}\tilde{i}} \ddot{O}_x) + \ddot{O}'_{\hat{e}}, \quad (11.6)$$

де – D_k , D_n – сумарна довжина каналів і проток, милі; $V_{c(kn)}$ – середня швидкість у каналах і протоках, вузли; K_{kn} – коефіцієнт собівартості судно/суток у каналах і протоках ($K_{kn} = V_{(kn)} / V_{(\delta)(\epsilon)}$), грош. один.; Π'_k – збори за прохід каналів і проток, грош. один..

Питома масова фінансова витрата:

$$\pi_p = \Pi_p / M_c. \quad (11.7)$$

Ефективним вважається умова виконання наступних нерівностей:

$$\pi_p < f \text{ або } \frac{f}{\ddot{O}_{\delta}} \geq 1,14, \quad (11.8)$$

де f – ставка фрахту, грош. один. · т¹.

Прибуток за рейс

$$\Pi_p = (f M_c - k_{bp}) - \Pi_p, \quad (11.9)$$

k – брокерська комісія, грош. один.

Відмінною рисою розглянутого методу є можливість оцінки ефективності рейсу з позиції мінімально неминучих витрат ще на етапі підготовки договору про перевезення.

Введемо додатковий показник вантажної ефективності судна:

$$\eta_{\tilde{N}\tilde{A}} = \frac{\dot{I}_{\tilde{a}}}{D_0 + \sum_1^n G_i + \dot{I}_{\tilde{a}}} \text{ або } \eta_{\tilde{N}\tilde{A}} = \frac{\dot{I}_{\tilde{a}}}{D_w} \quad (11.10)$$

де D_0 – водотоннажність порожнього судна, т.

Природно, чим вище η_{CG} , тим переважніше вибір судна при інших рівних навантажувальних характеристиках.

Мінімально - необхідна потужність енергетичної установки судна, яка потрібна для доставки вантажу, може бути визначена емпіричною залежністю:

$$N_{f\dot{l}} = 10^q D_N^r V_{\dot{a}}^s, \quad (11.11)$$

де $V_{\dot{a}}$ – швидкість доставки вантажу, вузли;

$q = -1,275 + 1,86 \exp(-0,804x) - 1,9 \exp(-0,7576x)$; $r = 0,241$;

$s = 2,588 + 0,1727x - 1,86 \exp(-0,804x) + 1,462 \exp(-0,7576x)$, якщо $x = \ln D_w$.

Виконана робота по переміщенню вантажу:

$$A_{MH} = N_{MH} \cdot T_{n(z)}. \quad (11.12)$$

У вираженнях (11.11) і (14.12) швидкість доставки вантажу може бути представлена як

$$V_{\dot{a}} = \ddot{A}_{\ddot{i}(\ddot{a})} / \dot{O}_{\dot{i}(\ddot{a})} = \frac{1852 \cdot 24}{3600} \ddot{A}_{\ddot{i}(\ddot{a})} / \dot{O}_{\dot{i}(\ddot{a})}, \quad (11.13)$$

де $T_{n(z)}$ – час доставки вантажу, доба.

Якщо вираження (11.11) розділити на $D_{n(z)}$, то визначиться мінімальний буксировочний опір або тягова сила судна:

$$R_{\dot{a}} = P_{\dot{a}_{MH}} = \frac{N_{MH} \dot{O}_{\dot{i}(\ddot{a})}}{\ddot{A}_{\ddot{i}(\ddot{a})}}. \quad (11.14)$$

Мінімальна відстань між портами відходу і приходу визначається ортодромією за умови $\lambda_n - \lambda_0 \leq 180^\circ$:

$$\ddot{A}_{\ddot{i}(\ddot{a})_{opt}} = \arccos[\sin \varphi_0 \sin \varphi_i + \cos \varphi_0 \cos \varphi_i \cos(\lambda_i - \lambda_0)]. \quad (11.15)$$

Подальша мінімізація енергії пов'язана зі скороченням часу доставки вантажу, що вимагає компромісного ухвалення рішення. В ідеальному випадку швидкість доставки вантажу $V_{\dot{a}}$ може досягти швидкості судна $V_{c(z)}$.

Тоді: $T_{n(z) \min} = D_{n(z) \text{ opt}} / V_{c(z)}$, (11.16)

При відомій ціні 1 кВт·г визначається і мінімально-неминуча собівартість доставки вантажу:

$$C_{p \min} = c_{\dot{a}} \cdot A_{zMH}, \quad (11.17)$$

$c_{\dot{a}}$ – вартість 1 кВт·г енергії, грош. один./(кВт·г).

В результаті теоретичних досліджень, використовуючи відомі закономірності, вдалося встановити взаємозв'язок між швидкісними, енергетичними і економічними параметрами рейсу і кількісно визначити мінімально-неминучі показники процесу доставки вантажу, які можна приймати за еталонні по формулах (11.1) - (11.17).

11.5.2. Удосконалювання методики планування переходу судна

Новий метод, як і раніше відомі, постулює, що найкоротшим шляхом на сферичній поверхні між двома географічними крапками є ортодромія. Однак у новому методі вона здобуває додаткову особливість: переміщення (доставка) вантажу - векторна величина, яка характеризується не тільки модулем - дистанцією, але й напрямком (початковими і кінцевим курсовими кутами). По суті, це переміщення вже є теоретично оптимальним (еталонним) шляхом

доставки вантажу. Інші шляхи, пов'язані з відомими навігаційними і динамічними обмеженнями, подовжують шлях судна і представляються на картах ламаною лінією, ділянки якої можна представити у вигляді ряду послідовно з'єднаних векторів. Закономірним є той факт, що модуль переміщення дорівнює сумі послідовно з'єднаних векторів. Відомо також, що при додаванні складаються також і відповідні координати векторів, що є проекціями векторів на координатні осі.

Використовуючи властивість колінеарності векторів і переносючи їх у початок або кінець шляху, можна показати, що вектор переміщення і вектор шляху об'єднані різницею курсових кутів. Причому, ця залежність тригонометрична – косинусоїдальна, а дистанція віддалення крапки на векторі шляху від лінії переміщення перебуває також у тригонометрично – синусоїдальній залежності від зазначеної курсової різниці. Таке положення припустимо при різниці курсових кутів до $0,5\pi$. При різниці зазначених кутів більше $0,5\pi$ дистанція переміщення $D_{n(z)}$ стає більше $D_{n(z) \text{ opt}}$. У цьому випадку формула (11.15) втрачає зміст, а набуває актуальності рівняння лінії, що проходить через крапки $O(\varphi_0, \lambda_0)$ і $B(\varphi_n, \lambda_n)$.

У загальному випадку рішення завдання відхилення на сфері пов'язана з визначенням координат крапки $M(\varphi_m, \lambda_m)$ – місця перетинання лінії дистанції відхилення AM з лінією переміщення OB , які можуть бути визначені в такий спосіб (мал. 11.8)

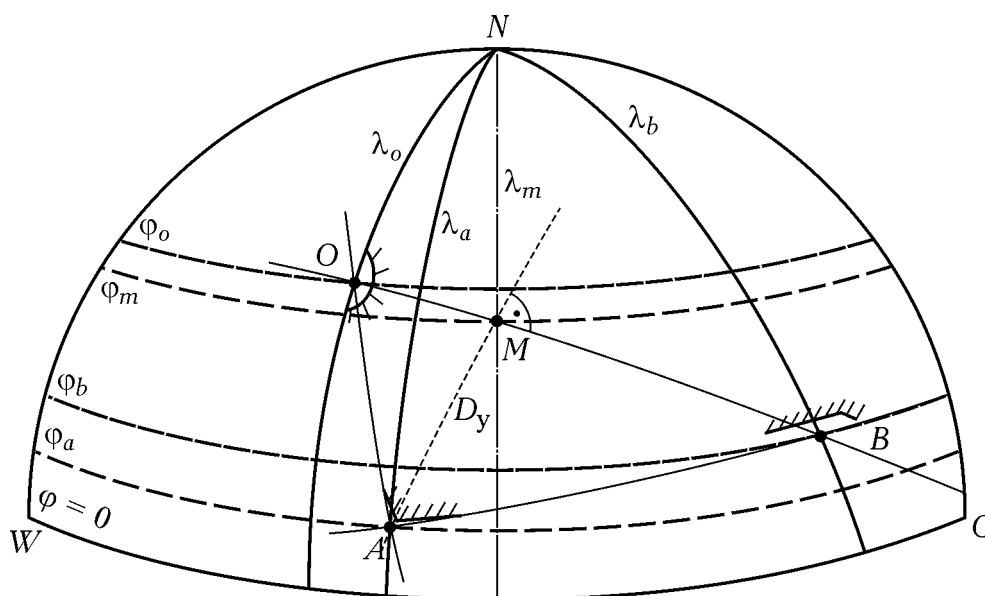


Рис.11.1. До завдання визначення координат крапки M на сфері

Рівняння, прямій минаючої через крапки $\hat{I}(\varphi_0, \lambda_0)$ й $B(\varphi_i, \lambda_i)$:

$$(\hat{A}_1 \cos \lambda + B_1 \sin \lambda) \cos \varphi + C_1 \sin \varphi = 0; \quad (11.18)$$

$$\begin{cases} \hat{A}_1 = \cos \varphi_0 \sin \lambda_0 \sin \varphi_i - \sin \varphi_0 \cos \varphi_i \sin \lambda_i, \\ \hat{A}_1 = \sin \varphi_0 \cos \varphi_i \cos \lambda_i - \sin \varphi_i \cos \varphi_0 \cos \lambda_0, = \cos \varphi_0 \cos \varphi_i \sin(\lambda_i - \lambda_0), \\ \tilde{N}_1 = \cos \varphi_0 \cos \varphi_i (\cos \lambda_0 \sin \lambda_i - \sin \lambda_0 \cos \lambda_i) \end{cases} \quad (11.19)$$

З рівняння (11.18)

$$\varphi = \arctg \left(\frac{A_1 \cos \lambda + B_1 \sin \lambda}{C_1} \right) \quad (11.20)$$

Умова ортогональності двох прямих OB і AM :

$$\hat{A}_1 \hat{A}_a + \hat{A}_1 \hat{A}_a + \tilde{N}_1 \tilde{N}_a = 0. \quad (11.21)$$

Рівняння прямої, що проходить через точку $\dot{I}(\varphi_m, \lambda_m)$ й $A(\varphi_a, \lambda_a)$:

$$(A_a \cos \lambda_a + B_a \sin \lambda_a) \cos \varphi_a + C_a \sin \varphi_a = 0. \quad (11.22)$$

Точка M , що знаходиться на прямих з відрізками OP і AM , має координати (φ_m, λ_m) і задовольняє рівнянням цих прямих:

$$\begin{cases} (\hat{A}_1 \cos \lambda + B_1 \sin \lambda) \cos \varphi + C_1 \sin \varphi = 0, \\ (A_a \cos \lambda + B_a \sin \lambda) \cos \varphi + C_a \sin \varphi = 0. \end{cases} \quad (11.23)$$

Рівняння (11.21) та (11.22) і останнє рівняння з (11.23) діляться на $\tilde{N}_a$, вводяться додаткові коефіцієнти: і виконують $\alpha = \hat{A}_1 / \tilde{N}_a$; $\beta = \hat{A}_a / \tilde{N}_a$ ться перетворення:

$$\begin{cases} \hat{A}_1 \alpha + \hat{A}_1 \beta + \tilde{N}_1 = 0, \\ (\alpha \cos \lambda_a + \beta \sin \lambda_a) \cos \varphi_a + \sin \varphi_a = 0. \end{cases} \quad (11.24)$$

$$\begin{cases} (\hat{A}_1 \cos \lambda_M + B_1 \sin \lambda_M) \cos \varphi_M + C_1 \sin \varphi_M = 0, \\ (\alpha \cos \lambda_M + \beta \sin \lambda_M) \cos \varphi_M + \sin \varphi_M = 0 \end{cases} \quad (11.25)$$

Величини α і β визначаються із системи рівнянь (11.24). Для цього рівняння фіксуються в наступному виді:

$$\begin{cases} \alpha \hat{A}_1 + \beta \hat{A}_1 = -\tilde{N}_1, \\ \alpha \cos \lambda_a + \beta \sin \lambda_a = -\tg \varphi_a. \end{cases} \quad (11.26)$$

Величини α і β знаходяться через визначники системи (11.26):

$$\begin{cases} \Delta = \hat{A}_1 \sin \lambda_a - B_1 \cos \lambda_a, \\ \Delta_1 = B_1 \tg \varphi_a - C_1 \sin \lambda_a, \\ \Delta_2 = C_1 \cos \lambda_a - A_1 \tg \varphi_a. \end{cases} \quad (11.27)$$

Тоді,

$$(11.28)$$

Далі виконується підстановка значень α і β з (11.28) у друге рівняння системи (11.25):

$$\begin{cases} \alpha = \frac{\Delta_1}{\Delta} = \frac{\hat{A}_1 \tg \varphi_a - C_1 \sin \lambda_a}{A_1 \sin \lambda_a - B_1 \cos \lambda_a}, \\ \beta = \frac{\Delta_2}{\Delta} = \frac{C_1 \cos \lambda_a - A_1 \tg \varphi_a}{A_1 \sin \lambda_a - B_1 \cos \lambda_a}. \end{cases} \quad (11.29)$$

Останнє рівняння системи (11.29) перемножується на $\tilde{N}_1$ для рівності правих частин рівнянь системи і прирівнюються ліві частини:

$$A_1 \cos \lambda_M + B_1 \sin \lambda_M = C_1 (\alpha \cos \lambda_M + \beta \sin \lambda_M). \quad (11.30)$$

Рівняння (11.30) групується по тригонометричним функціям:

$$\cos \lambda_M \left(\frac{A_1}{C_1} - \alpha \right) + \sin \lambda_M \left(\frac{B_1}{C_1} - \beta \right) = 0. \quad (11.31)$$

Визначається додаткова величина - кут нахилу лінії АМ до меридіана в крапці перетинання великого кола з екватором:

$$\gamma_M : \begin{cases} K \sin \gamma_M = \frac{A_1}{C_1} - \alpha, \\ K \cos \gamma_M = \frac{B_1}{C_1} - \beta. \end{cases} \quad (11.32)$$

причому

$$\operatorname{tg} \gamma_M = \frac{A_1 - \alpha C_1}{B_1 - \beta C_1}. \quad (11.33)$$

Тоді рівняння (11.31) може прийняти більше простий вигляд:

$$\sin(\lambda_M + \gamma_M) = 0, \quad (11.34)$$

$$\text{а } \lambda_M = -\gamma_M \text{ або } \lambda_M = \pi - \gamma_M. \quad (11.35)$$

В результаті визначаються координати крапки $\dot{I}$ (φ_m, λ_m).

$$\varphi_M = \arctg \left[-(\alpha \cos \lambda_M + \beta \sin \lambda_M) \right];$$

$$\lambda_M = \arctg \left[-\left(\frac{A_1 - \alpha C_1}{B_1 - \beta C_1} \right) \right]. \quad (11.36)$$

Погрішність визначення координат крапки М здійснюється порівнянням результатів обчислення останнього виразу системи (11.19) і першого виразу системи (11.36).

Коефіцієнти $\dot{A}_a, \dot{A}_a, \tilde{N}_a$ рівняння прямій, що проходить через крапки i $A(\varphi_a, \lambda_a)$ $\dot{I}$ (φ_m, λ_m):

$$(\dot{A}_a \cos \lambda + B_a \sin \lambda) \cos \varphi + C_a \sin \varphi = 0 \quad (11.37)$$

уточнюються по залежностях (11.20):

$$\begin{cases} A_a = \cos \varphi_a \sin \lambda_a \sin \varphi_M - \sin \varphi_a \cos \varphi_M \sin \lambda_M, \\ B_a = \sin \varphi_a \cos \varphi_M \cos \lambda_M - \sin \varphi_M \cos \varphi_a \cos \lambda_a, \\ C_a = \cos \varphi_a \cos \varphi_M \sin(\lambda_M - \lambda_a). \end{cases} \quad (11.38)$$

Довжини сторін сферичних трикутників ONM, ONA і ANM визначаються по виразу (11.16):

$$D_{OM} = \arccos[\sin \varphi_O \sin \varphi_M + \cos \varphi_O \cos \varphi_M \cos(\lambda_M - \lambda_O)],$$

$$D_{OA} = \arccos[\sin \varphi_O \sin \varphi_A + \cos \varphi_O \cos \varphi_A \cos(\lambda_A - \lambda_O)], \quad (11.39)$$

$$D_{AM} = D_Y = \arccos[\sin \varphi_A \sin \varphi_M + \cos \varphi_A \cos \varphi_M \cos(\lambda_M - \lambda_A)].$$

Швидкість переміщення судна по ортодромії ОВ

$$\vec{V}_{\tilde{A}} = \vec{V}_{\tilde{N}} \frac{D_{OM}}{D_{OA}}, \quad (11.40)$$

а втрата швидкості судна по подоланню (обходу) твердих навігаційних перешкод складе:

$$\Delta \vec{V}_{\tilde{A}} = \vec{V}_{\tilde{N}} \left(1 - \frac{D_{OM}}{D_{OA}} \right). \quad (11.41)$$

11. 5. 3 Векторне зображення поточних характеристик руху судна для візуалізації

Рух судна по заздалегідь планованому маршруті вимагає одночасного уявного і зорового зображення про напрямки руху щодо спрямованої доставки вантажу, шляху, істинного курсу і зносу. Крім цього, дуже важливим залишається знання модулів сил, що діють у місці знаходження судна, а також характеристики витрат енергії і собівартості перевезення в кожний момент часу. Всі наведені характеристики необхідні для оцінки ситуації і можливого прийняття рішень про зміну елементів руху.

Відразу слід зазначити спільність наведених характеристик пов'язану з дією сил по вищевказаних напрямках. Хоча такі характеристики як потужність і собівартість перевезення є скалярними, однак при їхньому визначенні завжди присутня сила, природно народжуюча їхню появу.

Зі сказаного можна зробити висновок про те, що основні показники руху судна і рейсу можна розкласти по зазначеним напрямкам для того, щоб у кожний момент часу одержувати цю коштовну інформацію.

Для прикладу, розглянемо вихідні параметри руху: швидкість (V) і напрямок (φ). Відому методику побудови навігаційних (шляхових) трикутників можна істотно розширити, ввівши додатковий напрямок доставки вантажу і здійснивши відомий перехід з полярної системи координат у прямокутну $X_i = V_i \cos \varphi_i$; $Y_i = V_i \sin \varphi_i$ при відомому i – м векторі $A (V_i; \varphi_i)$. На рис. 11.1 представлена графічна інтерпретація швидкісної оцінки поточної ситуації руху судна.

Наочність і простота прийомів додавання векторів дозволяє: по модулю вектора $\vec{A}$ оцінити технічний стан пропульсивного комплексу, ступінь обростання корпусу, зміна властивостей морської води, в основному щільності, а також вихід судна на мілководдя; по модулю і зміні напрямку вектора – характер вітрохвильових навантажень, а зниження або збільшення експлуатаційної швидкості (швидкості шляху) вказує на ступінь відхилення режиму руху судна від оптимального.



1. Для чого на борту судна наноситься вантажна марка?
2. Як розраховується висота зимового надводного борту?
3. Як визначається чиста вантажепідйомність судна?
4. Які існують об'ємні характеристики судна?
5. Що таке реєстровий тоннаж судна?
6. Які загальні вимоги до оптимального вантажного плану судна?
7. Якої послідовності необхідно дотримуватись при складанні вантаженого плану судна?
8. Як розраховується маса змінних запасів на рейс?
9. Які необхідно виконати розрахунки для максимального використання вантажопідйомності та вантажовміщення судна?
10. Як розподіляються вантажі по вантажним приміщенням судна?
11. Як розраховується диферент судна?
12. Для чого будуються діаграми статичної та динамічної остійності?
13. Яка специфіка вантажного плану контейнеровоза?
14. Що відображується на ротаційному вантажному плані ролкера?

ЛІТЕРАТУРА

1. Аксютин Л.Р. Грузовой план судна. – Одесса.: ЛАТСТАР, 1999. – 138 с.
2. Алексеев Е.П. Перевозка и хранение фруктов. – М.: Транспорт, 1974. – 78 с.
3. Алямовский И.Г. Зависимость интенсивности дыхания и тепловыделения плодов и овощей от температуры. // Холодильная техника. – 1967, № 6. – С 41-42.
4. Андронов Л.П. Перевозка опасных грузов морем. – М.: Транспорт, 1971. – 208 с.
5. Андронов Л.П. Грузоведение и стивидорные операции. – М.: Транспорт, 1975. – 376 с.
6. Бабаков В.В., Савчук В.Д. Расчёт грузового плана контейнеровоза на персональных ЭВМ. – М.: Мортехинформреклама, 1992. – 40 с.
7. Барановский М.Е. Обеспечение несмещаемости навалочных грузов на судах. – Л.: Судостроение, 1976. – 72 с.
8. Барановский М.Е. Безопасность морской перевозки навалочных грузов. – М.: Транспорт, 1985. – 189 с.
9. Белоусов Л.Н., Корхов Я.Г. Технология морских перевозок грузов. – М.: Транспорт, 1978. – 344 с.
10. Голиков В.А. Оптимальное управление судовыми холодильными установками и системами кондиционирования воздуха. – М.: В/О “Мортехинформреклама”, 1985. – 35 с.
11. Голиков В.А. Научные основы управления микроклиматом судна. – Одесса.: ОГМА, 1999. – 322 с.
12. Жадан В.В. Теоретические основы кондиционирования воздуха при хранении сочного растительного сырья. М.: Пищевая промышленность. 1972. – 154 с.
13. Железный Г.М., Задорожный А.И., Щербак В.Н. Судоводителям. Практическое пособие / Под общей ред. Г.М. Железного. –Одесса.: КП ОГТ, 2005. – 443 с.
14. Жуков Е.Н., Письменный М.Н. Технология морских перевозок. – М.: Транспорт, 1980. – 321 с.
15. Клименко К.Н. Контейнерные и пакетные перевозки. – М.: Транспорт, 1978. – 192 с.
16. Козырев В.К. Грузоведение: Учебник. – М.; Издание 2-е, исправленное и дополненное. – Одесса: «Фенікс», 2005. – 358 с.
17. Коробцов В.И. Морская перевозка насыпных грузов. – М.: Транспорт, 1977. – 183 с.
18. Корхов Я.Г. Морская перевозка скоропортящихся грузов. – М.: Транспорт, 1976. – 158 с.
19. Плявин Н.И. Эксплуатация морского танкера. – М.: Транспорт. 1968. – 336 с.

20. Репкин Б.Н. Перевозка некоторых тропических плодов морем.
– М.: Транспорт, 1963. – 35 с.
21. Савчук В.Д. Возможности вентиляционных систем сухогрузных судов. М.: ЦБНТИ ММФ, Вып. 4(86), 1980. – С. 5-11.
22. Савчук В.Д., Стецюк В.Е. Обеспечение сохранной перевозки грузов на судне. – М.: В/О “Мортехинформреклама”, № 233, 1983. – С. 5-10
23. Савчук В.Д., Пануш В.Г. Обеспечение сохранной перевозки риса из портов Таиланда в порты Чёрного моря в осенне-зимний период.
– М.,: В/О “Мортехинформреклама”, Вып. 11(209), 1991. – С. 1-13.
24. Савчук В.Д., Гайченя А.В. Параметрическая модель формирования микроклимата трюмов. // Судовождение: Сб. научн. трудов/ ОНМА. – Вып. 6. – Одесса; Фенікс, 2003. – С. 115-121.
25. Савчук В.Д., Бычков Д.В. Контейнерные перевозки на линии между портами Северной и Южной Америки // Судовождение: Сб. научн. трудов / ОНМА. – Вып. 7. – Одесса; Фенікс, 2004. – С. 76-82.
26. Савчук В.Д., Клименко Е.Н. Обеспечение безопасной перевозки цемента насыпью на балкерах // Судовождение: Сб. научн. трудов/ ОНМА. – Вып. 7. – Одесса; Фенікс, 2004. – С 72- 75.
27. Савчук В.Д., Гайченя А.В. Расчёт рационального воздухообмена грузовых помещений судна // Судовождение: Сб. научн. трудов / ОНМА. – Вып. 8. – Одесса; Фенікс, 2004. – С 32-42.
28. Седов Г.Г., Снопков В.И. Перевозка грузов на судах с горизонтальной погрузкой. – М.: Транспорт, 1971. – 152 с.
29. Снопков В.И. Технология перевозки грузов морем. – Санкт - Петербург,: “Мир и Семья”, 2001. – 542 с.
30. Стецюк В.Е. Перевозка сахара-сырца морем. – Одесса,: ОВИМУ, 1965. – 13 с.
31. Степанов В.В., Степаненко А.Г., Корнилов Э.В. Справочное пособие по чтению чертежей корпусных конструкций судов. – Одесса; Фенікс, 2003. – 58 с.
32. Стецюк В.Е., Савчук В.Д. Влияние инерционных сил на груз в трюме. – М.: ЦБНТИ ММФ, Вып. 2(34), 1975. – С 17-25.
33. Федорченко В.В., Савчук В.Д. Технология обеспечения сохранной перевозки грузов на ролкере. // Судовождение: Сб. научн. трудов/ ОНМА. – Вып. 11. – Одеса: ИздатИформ, 2006. – С. 127–133.
34. Стецюк В.Е., Савчук В.Д. Карты данных о воздухораспределении в грузовых помещениях судов. – М.: В/О “Мортехинформреклама”, Вып. 6(192), 1990. – С. 1- 6.
35. Хордас Г.С. Расчёт общесудовых систем. Справочник.
– Л.: Судостроение, 1983. – 440 с.
36. Кодекс торгового мореплавания Украины. Вид. неофіц.: Друк з вид. “Ведомости Верховного Совета Украины”, 1995. № 47-52. – 349. – Одесса: Латстар, 1999. – 128 с.
37. Щипцов О.А. Україна – морська держава. – К,: Наукова думка, 1998. – 199 с.

38. Общие и специальные правила перевозки грузов (Специальные правила (4М), том 2. – М.: ЦРИА “Морфлот”, 1988. – 391 с.
39. Правила морской перевозки опасных грузов (МОПОГ) , том I – II. – М.: ЦРИА “Морфлот”, 1977.
40. Правила морской перевозки пищевых грузов наливом на танкерах ММФ. – В сб. “Правила перевозок и тарифов морского транспорта СССР”, Вып. № 91. – М.: ЦРИА “Морфлот”, 1982. – 81 с.
41. Правила перевозки растительных масел на наливных судах ММФ. – В сб. “Общие и специальные правила перевозки грузов. (4М)”. – М.: Рекламбюро ММФ. 1977. – С. 537-554.
42. Указатель нормативных документов морского транспорта (Министерство транспорта Украины, Государственный департамент морского и речного транспорта). – Киев, 2001. – С. 63-71.
43. Lloyd’s Survey Handbook. – London, 1977. – 236 p.
44. Crude Oil Washing Systems. – London, IMO, 2000. – 88 p.
45. Kuhl –und Gefriergut auf Seeschiffen. R. Scharnow, P. Schwemin, R. Falk, W. Muller, Transpress VEB Verlag fur Vtrkehrswesen, Berlin, 1977. – 240 p.
46. International Maritime Dangerous Good Code. Volume 1, IMO, London. 2000. – 411 p.
47. Code of Safe Practice for Cargo Stowage and Securing. – London, IMO, 2003. – 109 p.
48. Code of Safe Practice for Solid Bulk Cargos. – London, IMO, 1989. – 286 p.
49. Code of Safe Practice for Ships Carrying Timber Deck Cargoes. – London, 1991. – 236 p.
50. International Grain Code. – London, IMO, 1999. – 96 p.
51. International Convention for Prevention Pollution from Ships (MARPOL 73/78). – London, IMO, 2002. – 511 p.
52. Bliault Charles. Cargo stowage and securing. – London ,: (A guide to good practice 2203) ISBN 0-9542012-6-4. – 93 p.
53. IMO/ILO/UN ECE: Guidelines for Packing Cargo in Cargo Transport Units, (IMO, 1997) IMO-284E ISBN 92 801 1318 6.
54. Guidelines for the Preparation of the Cargo Securing Manual, (IMO, 1997) IMO-298E ISBN 92 801 1441 7.
55. Maritime and Coastguard Agency: The Carriage of Cargoes, Volume 1 – The carriage of packaged cargoes and cargo units (including containers and vehicles), Instructions for the Guidance of Surveyors, (The Stationery Office, 1993) ISBN 0 11 552113 5.
56. Knott: Lashing and Securing of Deck Cargoes, (3rd edn, The Nautical Institute, 2002) ISBN 18700 7718 0.
57. Sparks: Steel – Carriage by Sea, (3rd edn, LLP Limited, 1999) ISBN 1 85978 891 2.
58. Rankin: Thomas’ Stowage, (4th edn, Brown, Son and Ferguson Ltd, 2002) ISBN 0 85174 694 2.

Зміст

Вступ		3
Розділ 1.	Класифікація та транспортні характеристики вантажів, перевозимих морським транспортом	
1.1	Класифікація вантажів	5
1.2	Основні транспортні властивості вантажів	9
1.3	Тара и упаковка вантажів, їх лінійні та об'ємно-масові характеристики	14
1.4	Маркування вантажів	20
Розділ 2.	Обовязки перевізника по забезпеченню збереження вантажів при перевезенні	
2.1	Договір морського перевезення вантажів	24
2.2	Причини і фактори, що впливають на незбереження вантажів при перевезенні морем	27
2.3	Підготовка трюмів судна до прийому вантажів	31
2.4	Прийом і здача вантажу за договором морського перевезення	33
2.5	Нормативна база забезпечення безпечного і збереженого перевезення вантажів морем	40
Розділ 3.	Технологія перевезення генеральних вантажів	
3.1	Класифікація генеральних вантажів	44
3.2	Перевезення вантажів у тарі	45
3.3	Перевезення бавовни і інших волокнистих вантажів	52
3.4	Перевезення паперу і целюлози	54
3.5	Перевезення каучуку і резино–технічних виробів	55
3.6	Перевезення виробів легкої промисловості	57
Розділ 4.	Технологія перевезення продовольчих вантажів	
4.1	Класифікація продовольчих вантажів	60
4.2	Властивості продовольчих вантажів і підготовка їх до перевезення	64
Розділ 5.	Технологія перевезення лісових вантажів	
5.1	Види і номенклатура лісових вантажів	71
5.2	Підготовка судна до перевезення лісових вантажів	75
5.3	Перевезення лісових вантажів на палубі судна	77
5.4	Остійність і безпека плавання лісовозів	79
5.5	Особливості перевезення лісових вантажів в умовах низьких негативних температур	81
Розділ 6.	Технологія перевезення навалочних вантажів	
6.1	Класифікація і фізичні властивості навалочних вантажів	83
6.2	Небезпечні навалочні вантажі, їх класифікація та сумісність	86
6.3	Перевезення концентратів поліметалевих руд	93
6.4	Перевезення цементу навалом	96
6.5	Перевезення заліза прямого відновлення у вигляді окатишів	99
6.6	Перевезення вугілля	101
6.7	Морське перевезення руд	108

6.8	Нормативні документи, які регламентують перевезення незернових навалочних вантажів	109
6.9	Перевезення зернових вантажів	111
Розділ 7.	Технологія перевезення вантажів укрупненими вантажними одиницями	
7.1	Судна, які використовуються для перевезення вантажів укрупненими вантажними одиницями	132
7.2	Перевезення великогабаритних, великовагових вантажів та рухливої техніки	140
7.3	Перевезення рухливої техніки на універсальних судах	148
7.4	Перевезення великовагової техніки на рол-трейлерах	150
7.5	Перевезення на судах-паромах залізничних поїздів з великоваговими вантажами	153
7.6	Технологічне обладнання постів керування вантажними операціями	154
7.7	Перевезення вантажів в контейнерах	157
7.8	Перевезення вантажів на ролкері	179
Розділ 8.	Технологія перевезення наливних вантажів	
8.1	Фізичні і хімічні властивості наливних вантажів	185
8.2	Класифікація нафтоналивних вантажів	193
8.3	Перевезення харчових вантажів наливом	195
8.4	Перевезення рослинних масел на танкерах	198
8.5	Технологічні особливості перевезення хімічних наливних вантажів	207
8.6	Класифікація і конструктивні особливості танкерів	210
8.7	Спеціальні системи і технологічне устаткування танкера	214
8.8	Експлуатація нафтового танкера	220
Розділ 9.	Технологія перевезення небезпечних вантажів	
9.1	Види небезпеки	236
9.2	Класифікація небезпечних вантажів	237
9.3	Нормативні документи, які регламентують перевезення небезпечних вантажів	239
9.4	Упаковка небезпечних вантажів	240
9.5	Технічні умови розміщення і перевезення небезпечних вантажів на судах	241
Розділ 10.	Регулювання тепловологового обміну вантажів із зовнішнім середовищем	
10.1	Властивості повітря і визначення його параметрів	249
10.2	Мікроклімат вантажних приміщень судна	250
10.3	Регулювання температури і вологості повітря в трюмах	256
10.4	Параметрична модель формування мікроклімату трюмів	260
10.5	Тепловий баланс вантажного приміщення судна під час перевезення вантажів у режимі герметизації і вентильовання	265
10.6	Розрахунок температурного поля штабеля вантажу під час перевезення в ремижі герметизації	269

10.7	Технічні засоби вентилявання і регулювання мікроклімату вантажних приміщень	273
10.8	Карти даних про повітророзподілення у вантажних приміщеннях судна	278
10.9	Розрахунок раціонального повітрообміну вантажних приміщень судна	282
Розділ 11.	Вантажний план судна	
11.1.	Техніко-експлуатаційні характеристики судна	294
11.2	Загальні вимоги до вантажного плану	302
11.3	Розрахунок вантажного плану універсального судна	303
11.4	Попередні і виконавчі вантажні плани спеціалізованих суден	312
11.5	Сучасні методи планування і управління доставкою вантажів	319
11.5.1	Оцінка ефективності запланованого рейсу по мінімально неминучим витратам	321
11.5.2	Удосконалювання методики планування переходу судна	323
11.5.3	Векторне зображення поточних характеристик руху судна для візуалізації	327
	Література	329

Навчальне видання

Савчук Віктор Дмитрович

ТЕХНОЛОГІЯ ПЕРЕВЕЗЕННЯ ВАНТАЖІВ

Підручник

Підписано до друку 03.09.2008.
Формат 60x84/16. Папір офсетний. Обл.вид.арк. 27,9
Тираж 300 прим.Замовлення № И8-12-62

Одеська національна морська академія
Свідоцтво ДК №1292 від 20.03.2003
65029, м.Одеса, Дідріхсона,8
тел./факс (0482) 34–14–12
publish@ma.odessa.ua

Савчук В.Д.

С 13 Технологія перевезення вантажів [Текст]: підручник для курсантів і студентів морських вузів. – Одеса: ОНМА, 2008. – 335 с.

У підручнику викладені класифікація та транспортні характеристики вантажів, які перевозяться морським транспортом. Розглянуто механізм регулювання теплового та вологового обміну вантажів, які знаходяться у вантажних приміщеннях судна, та зовнішнім середовищем, описана методика регулювання мікроклімату вантажних приміщень судна в залежності від стану системи “зовнішнє середовище – трюмний мікроклімат – вантаж”, показані методи розрахунку вантажного плану універсальних та спеціалізованих суден.

Підручник призначений для курсантів і студентів вищих морських навчальних закладів напрямів підготовки 1003 “Судноводіння і енергетика суден” професійного спрямування “Судноводіння” та 0502 “Менеджмент організацій”.

Параграф 11.5 підготував к.т.н. Голіков В.В.

ISBN 978-966-7591-19-9

ББК 39.486.4
УДК 656.614.3