

**ВАНТАЖНІ ПЕРЕВЕЗЕННЯ  
НА ЗАЛІЗНИЧНОМУ ТРАНСПОРТІ  
(ТЕХНІЧНІ УМОВИ НАВАНТАЖЕННЯ ТА  
КРІПЛЕННЯ ВАНТАЖІВ)**

*Підручник*

**Частина 3**

**Харків – 2017**



МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ  
УКРАЇНИ

УКРАЇНСЬКИЙ ДЕРЖАВНИЙ  
УНІВЕРСИТЕТ ЗАЛІЗНИЧНОГО  
ТРАНСПОРТУ

**ВАНТАЖНІ ПЕРЕВЕЗЕННЯ  
НА ЗАЛІЗНИЧНОМУ ТРАНСПОРТІ  
(ТЕХНІЧНІ УМОВИ НАВАНТАЖЕННЯ ТА  
КРІПЛЕННЯ ВАНТАЖІВ)**

*Підручник*

**Частина 3**

Харків – 2017

**УДК 656.025.4**  
**ББК 39.284я7**  
**В 17**

*Рекомендовано вченою радою Українського державного  
університету залізничного транспорту як підручник  
(витяг з протоколу № 8 від 29 листопада 2016 р.)*

**Рецензенти:**

професори Є. В. Нагорний (ХНАДУ),  
Д. М. Козаченко (ДНУЗТ),  
В. К. Мироненко (ДЕТУТ)

**Авторський колектив:**

Мкртичян Д. І., Бауліна Г. С., Костенніков О. М., Ковальова О. В.

**В 17** Вантажні перевезення на залізничному транспорті  
(Технічні умови навантаження та кріплення вантажів):  
Підручник / Мкртичян Д. І. та ін. – Харків: УкрДУЗТ,  
2017. – Ч. 3. – 176 с., рис. 98, табл. 8.

ISBN 978-617-654-064-9

Розглянуто вимоги до розміщення та кріплення вантажів і наведено методику розрахунку. Викладено особливості розміщення та кріплення довгомірних і будівельних вантажів, середньотоннажних і великотоннажних контейнерів, вантажів у критих вагонах, колісних пар, вантажів циліндричної форми, труб, вантажів у пакетах, металобрухту, лісоматеріалів. Наведено теоретичні основи удосконалення технічних умов навантаження та кріплення штабельних вантажів на відкритому рухомому складі. Розглянуто заходи щодо покращення використання вантажопідйомності і місткості вантажних вагонів.

Підручник призначено для поглиблення знань бакалаврів напряму підготовки «Транспортні технології (залізничний транспорт)» і магістрів спеціальності «Організація перевезень і управління на транспорті (залізничний транспорт)» усіх форм навчання, а також слухачів інститутів перепідготовки та підвищення кваліфікації кадрів, викладачів та аспірантів.

УДК 656.025.4  
ББК 39.284я7

ISBN 978-617-654-064-9

© Український державний університет  
залізничного транспорту, 2017.

Підручник

**Мкртичян Дмитро Ігорович,**  
**Бауліна Ганна Сергіївна,**  
**Костенніков Олексій Михайлович**  
та ін.

**ВАНТАЖНІ ПЕРЕВЕЗЕННЯ  
НА ЗАЛІЗНИЧНОМУ ТРАНСПОРТІ  
(ТЕХНІЧНІ УМОВИ НАВАНТАЖЕННЯ ТА КРІПЛЕННЯ  
ВАНТАЖІВ)**

Частина 3

Відповідальний за випуск Бауліна Г. С.

Редактор Ібрагімова Н. В.

---

Підписано до друку 01.07.16 р.

Формат паперу 60x84 1/16. Папір писальний.

Умовн.-друк.арк. 10,0. Тираж 50. Замовлення №

Видавець та виготовлювач Українська державна академія залізничного транспорту,  
61050, Харків-50, майдан Фейербаха, 7.  
Свідоцтво суб'єкта видавничої справи ДК № 2874 від 12.06.2007 р.

## Зміст

|   |    |
|---|----|
| <b>ВСТУП</b> .....  | 6  |
| <b>РОЗДІЛ 1. ВИМОГИ ЩОДО РОЗМІЩЕННЯ ТА КРІПЛЕННЯ ВАНТАЖІВ</b> .....                                     | 7  |
| 1.1. Габарити навантаження.....   | 7  |
| 1.2. Розміщення вантажів у вагонах.....   | 10 |
| 1.3. Навантаження, що допускаються, на елементи платформи і кузова напіввагона.....                     | 15 |
| 1.4. Підготовка вантажу та вагонів до перевезення.....  | 17 |
| 1.5. Забезпечення збереження вагонів при навантаженні і вивантаженні вантажів.....                      | 18 |
| 1.6. Засоби кріплення вантажів у вагонах.....   | 19 |
| 1.7. Методика розрахунку розміщення та кріплення вантажів у вагонах.....                                | 25 |
| 1.7.1. Визначення інерційних сил, вітрового навантаження та сил тертя.....                              | 25 |
| 1.7.2. Визначення стійкості навантаженого вагона і вантажу у вагоні.....                                | 31 |
| 1.7.3. Визначення зусиль в обв'язках і стяжках.....   | 34 |
| 1.7.4. Вибір і розрахунок засобів кріплення. Допустимі навантаження на засоби кріплення.....            | 36 |
| 1.7.5. Розрахунок болтових і зварних з'єднань.....  | 40 |
| 1.8. Порядок розроблення МТУ і НТУ розміщення та кріплення вантажів.....                                | 44 |
| 1.9. Експериментальна перевірка способів розміщення та кріплення вантажів.....                          | 47 |
| <b>РОЗДІЛ 2. ОСОБЛИВОСТІ РОЗМІЩЕННЯ ТА КРІПЛЕННЯ РІЗНИХ ВАНТАЖІВ</b> .....                              | 53 |
| 2.1. Особливості розміщення та кріплення довгомірних вантажів.....                                      | 53 |
| 2.2. Правила розміщення та кріплення автопоїздів, автомобілів, тягачів, причепів, напівпричепів.....    | 56 |
| 2.3. Вимоги щодо розміщення і кріплення вантажів у критих вагонах.....                                  | 65 |
| 2.4. Розміщення та кріплення середньотоннажних, великотоннажних контейнерів та контейнерів-цистерн..... | 81 |

|   |     |
|---|-----|
| 2.4.1. Розміщення та кріплення універсальних середньотоннажних контейнерів..... | 81  |
| 2.4.2. Розміщення та кріплення великотоннажних контейнерів.....                 | 83  |
| 2.4.3. Розміщення та кріплення великотоннажних контейнерів-цистерн.....         | 88  |
| 2.5. Особливості розміщення та кріплення будівельних вантажів.....              | 90  |
| 2.6. Основні вимоги щодо розміщення вантажів циліндричної форми.....            | 94  |
| 2.7. Розміщення та кріплення труб.....  | 101 |
| 2.8. Особливості розміщення та кріплення колісних пар.....                      | 106 |
| 2.9. Правила розміщення та кріплення пакетів.....                               | 110 |
| 2.10. Розміщення та кріплення металобрухту.....                                 | 116 |
| 2.11. Основні вимоги щодо розміщення та кріплення лісоматеріалів.....           | 117 |

### **РОЗДІЛ 3. ТЕОРЕТИЧНІ ОСНОВИ**

#### **УДОСКОНАЛЕННЯ ТЕХНІЧНИХ УМОВ**

|  |     |
|--|-----|
| <b>НАВАНТАЖЕННЯ ТА КРІПЛЕННЯ ШТАБЕЛЬНИХ ВАНТАЖІВ НА ВІДКРИТОМУ РУХОМОМУ СКЛАДІ...</b>        | 130 |
| 3.1. Надійність деталей та інших пристроїв кріплення вантажів у вагонах.....                 | 130 |
| 3.2. Критерії надійності та ефективності деталей, вузлів і пристроїв кріплення вантажів..... | 135 |
| 3.3. Довговічність деталей та інших пристроїв кріплення вантажів.....                        | 141 |
| 3.4. Математичні моделі руху одиночних вантажів.....   | 144 |
| 3.5. Особливості технічних умов навантаження та перевезення штабельних вантажів.....         | 149 |
| 3.6. Удосконалення методів визначення сил, що діють на вантаж у процесі руху.....            | 154 |
| 3.7. Розроблення математичних моделей руху штабельних вантажів.....                          | 160 |

|  |     |
|--|-----|
| 3.8. Удосконалення методів визначення стійкості вантажів<br>від перекидання..... | 164 |
| Бібліографічний список.....  | 173 |
| Предметний покажчик.....   | 175 |

## ВСТУП

Залізничний транспорт є однією з важливих базових галузей економіки, що забезпечує внутрішні та зовнішні транспортно-економічні зв'язки, потреби населення в перевезеннях. Виступає як надійний партнер, задовольняє потреби відправників вантажів, сприяє міжнародному співробітництву, забезпечує високу ефективність перевезень. Питання надійності та безпеки є досить актуальними при перевезенні вантажів залізницями України.

Мета даного підручника – допомогти студентам у вивченні дисципліни «Вантажні перевезення», а саме правил розміщення та кріплення вантажів у вагонах. Підручник надає можливість отримати вміння та навички для самостійного рішення у сфері перевезення вантажів при певних умовах розміщення та кріплення, а також узагальнює теоретичні, практичні та методичні положення щодо вирішення завдань у даній галузі.

У підручнику надано порядок і вимоги щодо підготовки вантажів до перевезення, навантаження, забезпечення схоронності вагонів. Наведено засоби кріплення вантажів та особливості розміщення і кріплення довгомірних вантажів. Викладено методики вирішення технічних питань, пов'язаних з особливими, насамперед з точки зору безпеки єдиними для всіх залізниць, умовами розміщення та кріплення вантажів.

Підручник є корисним для студентів під час вивчення відповідного курсу, для самостійної роботи, під час виконання курсових і розрахункових робіт, дипломних проектів, а також підготовки до державних іспитів. Може бути використаний викладачами та працівниками відповідних служб залізниць України.

Матеріал підручника чітко структурований за тематикою розділів і підрозділів. Підручник відрізняється чіткістю і доступністю викладеного матеріалу, наявністю прикладів, великою кількістю візуального матеріалу, які відповідають певним темам курсу. Після викладу кожного розділу для закріплення вивченого матеріалу пропонуються контрольні запитання.

## РОЗДІЛ 1

### ВИМОГИ ЩОДО РОЗМІЩЕННЯ ТА КРІПЛЕННЯ ВАНТАЖІВ

#### 1.1. Габарити навантаження

Розміщення і кріплення вантажів повинно виконуватись відповідно до Технічних умов розміщення і кріплення вантажів (ТУ) [7]. Розміщення і кріплення вантажів, не передбачених цим нормативним документом, виконується відповідно до розроблених на залізницях Місцевих технічних умов (МТУ) або схем розміщення і кріплення вантажів, не передбачених технічними умовами (НТУ), розроблених у відповідності з вимогами ТУ.

Перевезення вантажів, які за своєю масою або габаритними розмірами не можуть бути навантажені в межах основного габариту, повинні проводитися у відповідності з діючою «Инструкцией по перевозке негабаритных и тяжеловесных грузов на железных дорогах государств-участников СНГ, Латвийской республики, Литовской республики, Эстонской республики».

Згідно з вищезазначеним, розміщення на відкритому рухомому складі вантажів з урахуванням їх упаковки і кріплення повинно здійснюватися в межах габаритів навантаження. Види габаритів навантаження і сфери їх застосування наведені в табл. 1.1 та рис. 1.1 – 1.4.

Таблиця 1.1

#### Види габаритів навантаження і сфери їх застосування

| Вид габариту навантаження | Номер рисунка | Поширюється на вантажі  |
|---------------------------|---------------|---|
| Основний                  | Рис. 1.1      | Всі вантажі   |
| Пільговий                 | Рис. 1.2      | Вантажі, які розміщуються в межах довжини кузова платформи або напіввагона, навантажені у відповідності з ТУ, МТУ і НТУ |
| Зональний                 | Рис. 1.3      | Лісові вантажі, навантажені у відповідності з ТУ і МТУ  |



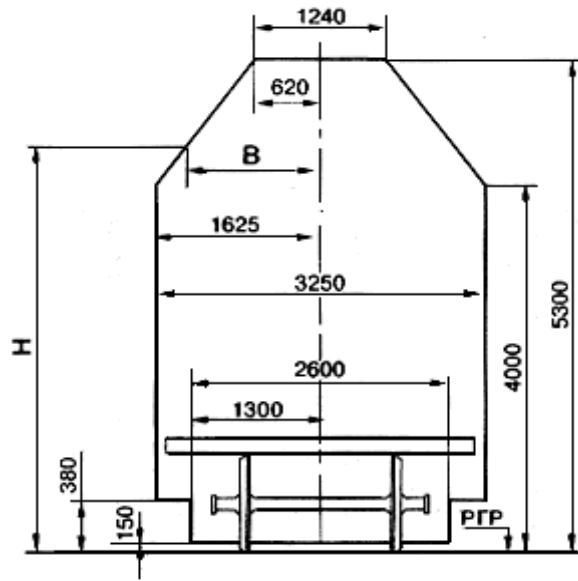


Рис. 1.1. Обрис основного габариту навантаження

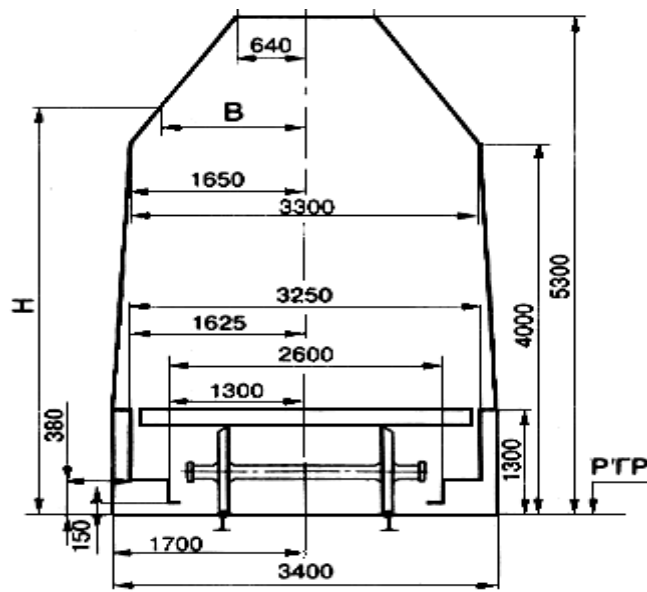


Рис. 1.2. Обрис пільгового габариту навантаження

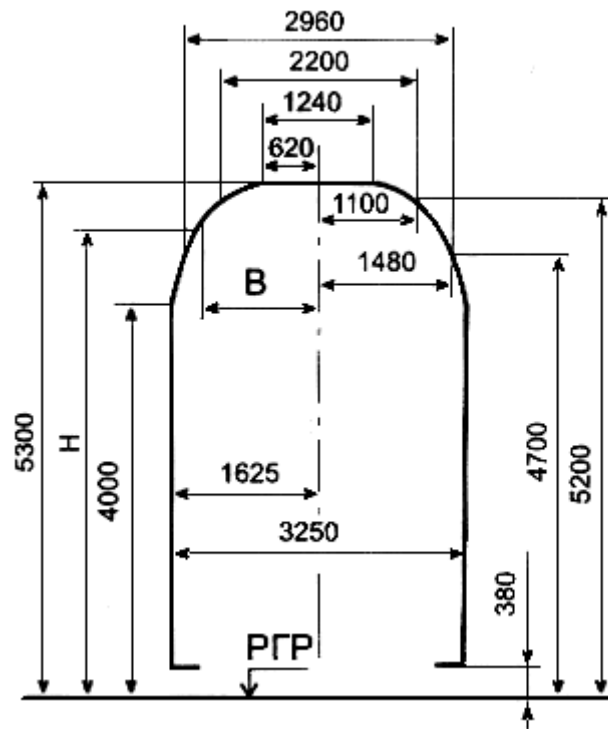


Рис. 1.3. Обрис зонального габариту навантаження

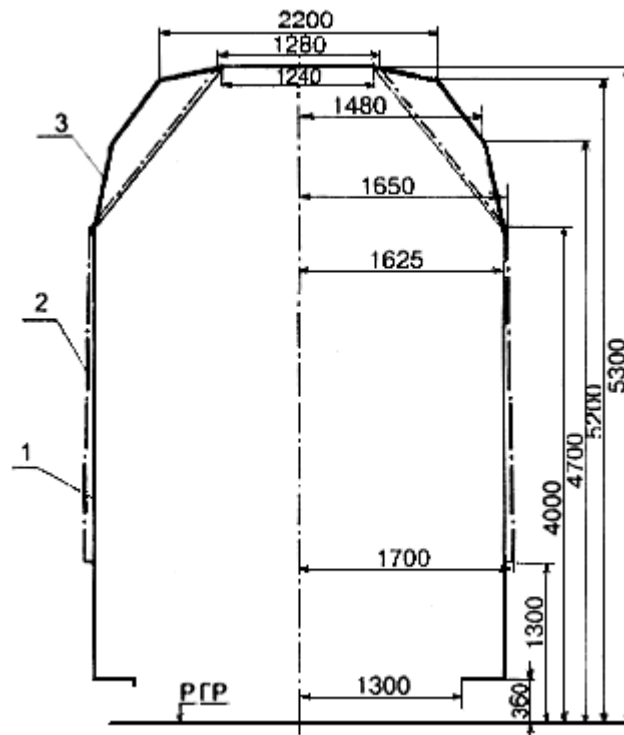


Рис. 1.4. Відношення обрисів основного габариту навантаження: 1 – основний габарит навантаження; 2 – пільговий габарит навантаження; 3 – зональний габарит навантаження

Вантаж, який навантажений на один вагон або на зчеп із двох вагонів, є габаритним, якщо він жодною своєю частиною, включаючи упаковку і кріплення, не виходить за межі основного габариту навантаження, і відстань від поперечної площини симетрії вагона (або зчепу) до кінця вантажу не перевищує значень, вказаних у табл. 1.2.

Таблиця 1.2

Найбільша відстань від середини вагона (зчепу) до краю вантажу

| Тип вагона або зчепу  | База, мм       |       | Найбільша відстань від середини вагона або зчепу до кінця вантажу, мм |
|-----------------------|----------------|-------|---|
|                       | вагона         | зчепу |   |
| платформа             | 9720           | -     | 8800  |
|                       | 14720          | -     | 11080   |
|                       | 14400          | -     | 10940   |
| зчеп із двох платформ | 9720           | 14620 | 11030   |
| напіввагон            | 8650<br>(8670) | -     | 8225  |

База вагона (зчепу):

- у 4-вісних вагонів – відстань між вертикальними осями шворнів візків:

- у зчехах вагонів при розміщенні вантажу, що спирається на 2 вагони, – відстань між серединами опор.

Перевірка габаритності навантаження вантажу повинна проводитись за умови знаходження вагона на прямій горизонтальній ділянці колії і суміщення поздовжньої вертикальної площини симетрії вагона з віссю залізничної колії.

## 1.2. Розміщення вантажів у вагонах

Вантаж у вагоні розміщується так, щоб сумарна маса вантажу і засобів кріплення не перевищувала його трафаретної вантажопідйомності, а при навантаженні вантажу з опорою на

два вагони частина маси вантажу і засобів кріплення, що припадає на кожний вагон зчепу, який несе вантаж, не повинна перевищувати трафаретної вантажопідйомності вагона. Вихід вантажу в поздовжньому напрямку за межі кінцевих балок платформи або напіввагона не повинен перевищувати 400 мм.

Для перевезення вантажів на відкритому рухомому складі у міжнародному залізничному вантажному сполученні застосовують вагони, придатні в експлуатаційному і справні в технічному і комерційному відношенні.

Моделі 4-вісного відкритого рухомого складу наведені на рис. 1.5, 1.6.

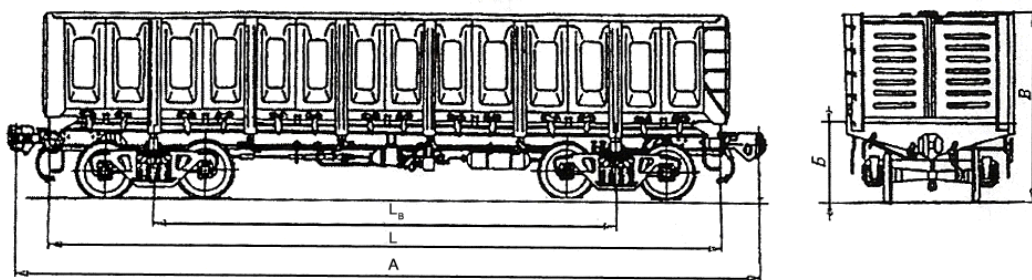


Рис. 1.5. Напіввагон

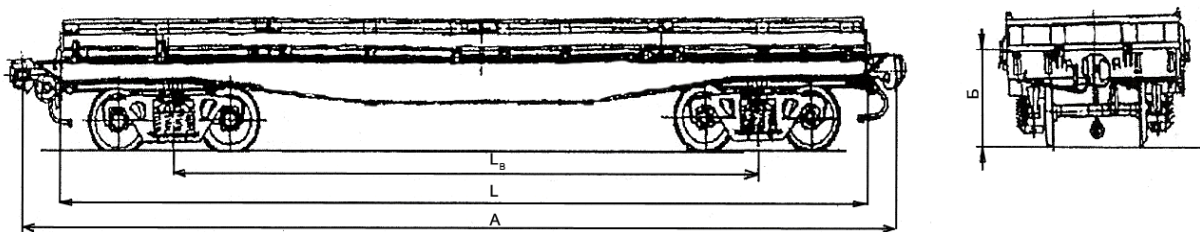


Рис. 1.6. Платформа

*Загальний центр ваги* ( $\text{ЦВ}_3$ ) повинен розташовуватися, як правило, на лінії перетину поздовжньої і поперечної площини симетрії вагона. У випадках, коли ця умова не виконується (геометричні параметри вантажу, умови розміщення і кріплення), допускається зсув  $\text{ЦВ}_3$  відносно поздовжньої і поперечної площин симетрії вагона. Допустима величина зсуву  $\text{ЦВ}_3$  в поздовжньому напрямку  $L_{зм}$  при навантаженні вантажу і при перевірці на шляху прямування визначається залежно від загальної маси вантажу у вагоні за ТУ [7].

У разі потреби несиметричного розташування вантажу у вагоні різниця в завантаженні візків не повинна перевищувати:

- для 4-вісних вагонів – 10 т;
- для 8-вісних вагонів – 20 т.

При цьому навантаження, що припадає на кожен з візків, має бути не більше половини вантажопідйомності вагона.

Допустима величина зсуву ЦВ<sub>з</sub> в поперечному напрямку  $b_{з.м}$  при навантаженні вантажу і при перевірках дотримання в дорозі визначається залежно від загальної маси вантажу у вагоні і висоти загального центра ваги вагона з вантажем над рівнем головок рейок (РГР) відповідно до ТУ [7].

Положення загального центра ваги вантажів в поздовжньому і поперечному напрямках (рис. 1.7) визначаємо за формулами:

- у поздовжньому напрямку

$$L_{з.м} = L/2 - \frac{Q_{в1}l_1 + Q_{в2}l_2 + \dots + Q_{вn}l_n}{Q_в^o}, \quad (1.1)$$

де  $L$  – довжина кузова вагона;

$Q_{в1}, Q_{в2}, \dots, Q_{вn}$  – маса одиниці вантажу, т;

$Q_в^o$  – загальна маса вантажу у вагоні, т;

$l_1, l_2, l_n$  – відстані центрів ваги вантажів від торцевого борту кузова вагона;

- у поперечному напрямку

$$b_{з.м} = B/2 - \frac{Q_{в1}b_1 + Q_{в2}b_2 + \dots + Q_{вn}b_n}{Q_в^o}, \quad (1.2)$$

де  $B$  – ширина кузова вагона;

$b_1, b_2, b_n$  – відстані центрів ваги вантажів від бічного борту кузова вагона.

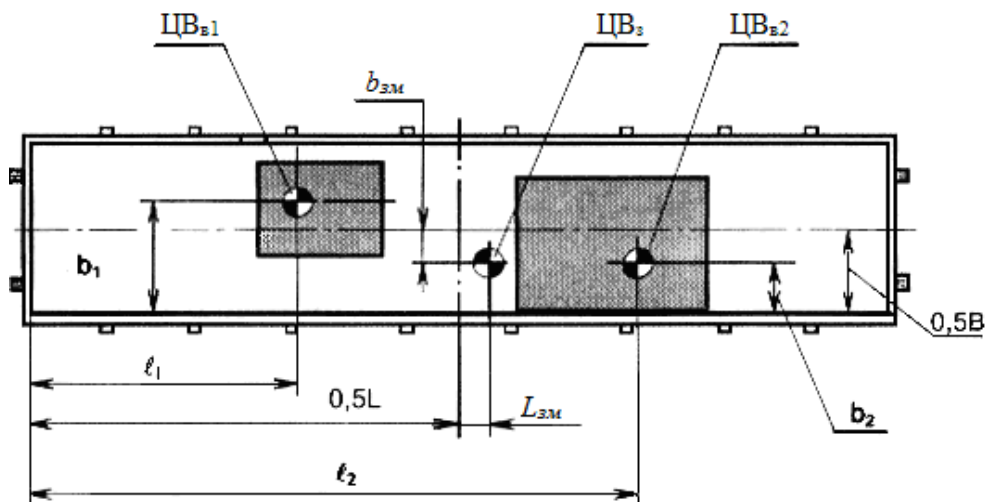


Рис. 1.7. Розрахункова схема визначення поздовжнього та поперечного зміщень загального центра ваги вантажу у вагоні:  
 $\text{ЦВ}_{в1}$ ,  $\text{ЦВ}_{в2}$  – центри ваги 1-го і 2-го вантажів відповідно

Допускається перевезення двох вантажів (або груп вантажів) однакової маси з кососиметричним розміщенням їх у вагоні (рис. 1.8) при дотриманні таких умов:

– висота загального центра ваги вагона з вантажем над РГР не перевищує 2300 мм;

– відстані між центрами ваги вантажів  $\text{ЦВ}_{в1}$  і  $\text{ЦВ}_{в2}$  в поздовжньому і поперечному напрямках не перевищують допустимих величин, які визначаються залежно від загальної маси вантажів;

–  $\text{ЦВ}_з$  знаходиться на перетині поздовжньої і поперечної площини симетрії вагона.

Максимальні допустимі відстані між центрами ваги вантажів з кососиметричним розміщенням їх у вагоні наведені в табл. 11 [1].

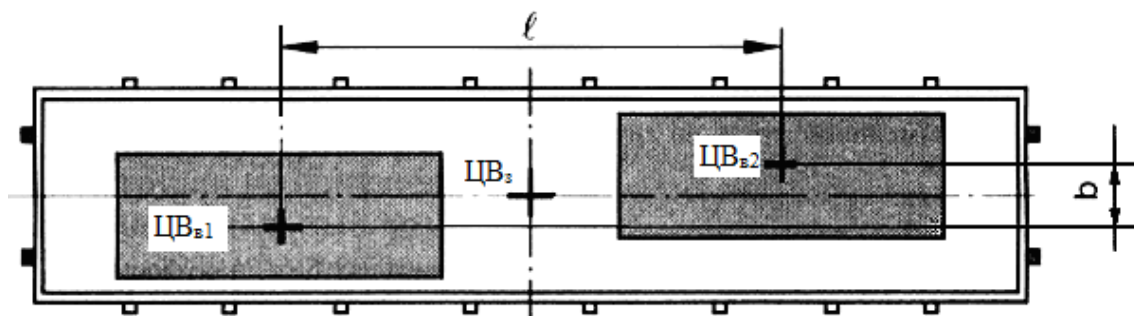


Рис. 1.8. Кососиметричне розміщення вантажів у вагоні

При розміщенні вантажу на платформі на двох підкладках, укладених поперек її рами симетрично відносно поперечної площини симетрії платформи, розташування підкладок визначається залежно від навантаження на підкладку і ширину  $B_n$  розподілу навантаження на раму платформи.

Ширина  $B_n$  розподілу навантаження на раму платформи

$$B_n = b_g + 1,35 h_o, \quad (1.3)$$

де  $b_g$  - ширина опори вантажу в місці спирання, мм;

$h_o$  - висота підкладки, мм.

Якщо підкладки розташовані в межах бази платформи (рис. 1.9), мінімальна відстань  $a$ , що допускається між поздовжньою віссю підкладки і поперечною площиною симетрії платформи, визначається відповідно до табл. 12 [1].

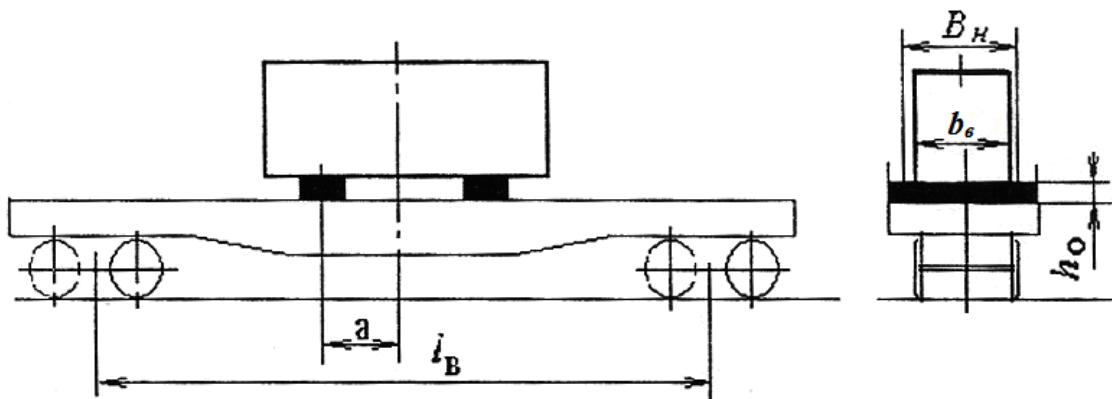


Рис. 1.9. Розміщення вантажу на двох підкладках, розташованих у межах бази платформи

Якщо підкладки розташовані за межами бази платформи (рис. 1.10), максимальна допустима відстань  $a$  між поздовжньою віссю підкладки і поперечною площиною симетрії платформи визначається відповідно до табл. 13 [1].

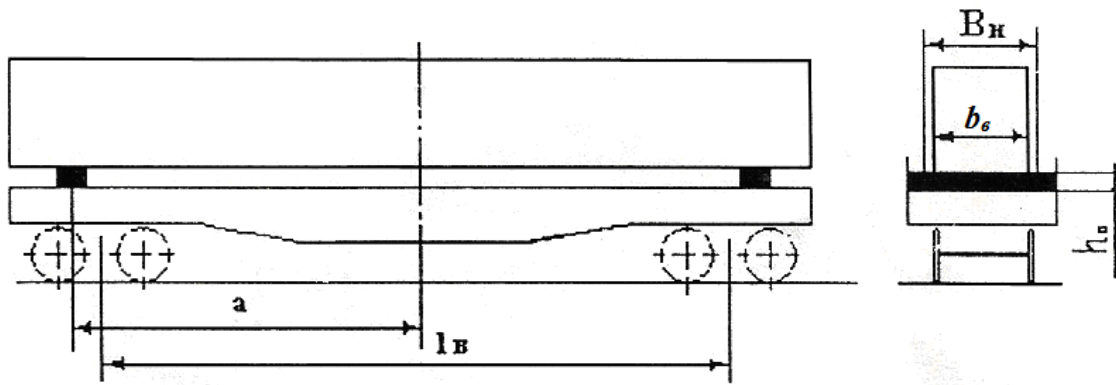


Рис. 1.10. Розміщення вантажу на двох підкладках, розташованих за межами бази платформи

### 1.3. Навантаження, що допускаються, на елементи платформи і кузова напіввагона

Навантаження, що допускаються, на використовувані для кріплення вантажів деталі і вузли платформ, наведені в табл. 16 [1] і на рис. 1.11 (а - д).

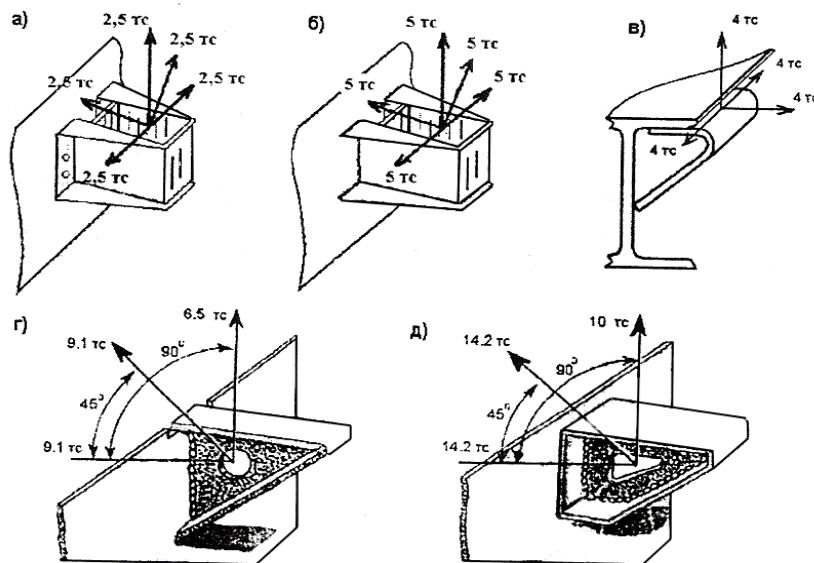


Рис. 1.11. Допустимі навантаження на стоякові скоби і торцеві кронштейни універсальних платформ: а – на приклепану скобу; б – на приварену вилиту скобу; в – на вилитий кронштейн, д – на зварний кронштейн.



Навантаження, що допускаються, на металеві борти універсальних платформ (рис. 1.12) наведені в табл. 17 [1].

При кріпленні вантажів розпірними брусками кількість брусків на секцію борту при установленні напроти стоякових скоб не повинно бути більше двох, а напроти клинових замків – не більше трьох. При підкріпленні секцій бічних бортів двома стояками, верхні кінці яких зв'язані з протилежних сторін попарно дротом діаметром не менше 6 мм в 4 нитки допустили навантаження на борти може бути збільшено у 2 рази.

Навантаження, що допускаються, на елементи кузова напіввагона наведено в табл. 18, а на ув'язувальні пристрої – табл. 19 [1].

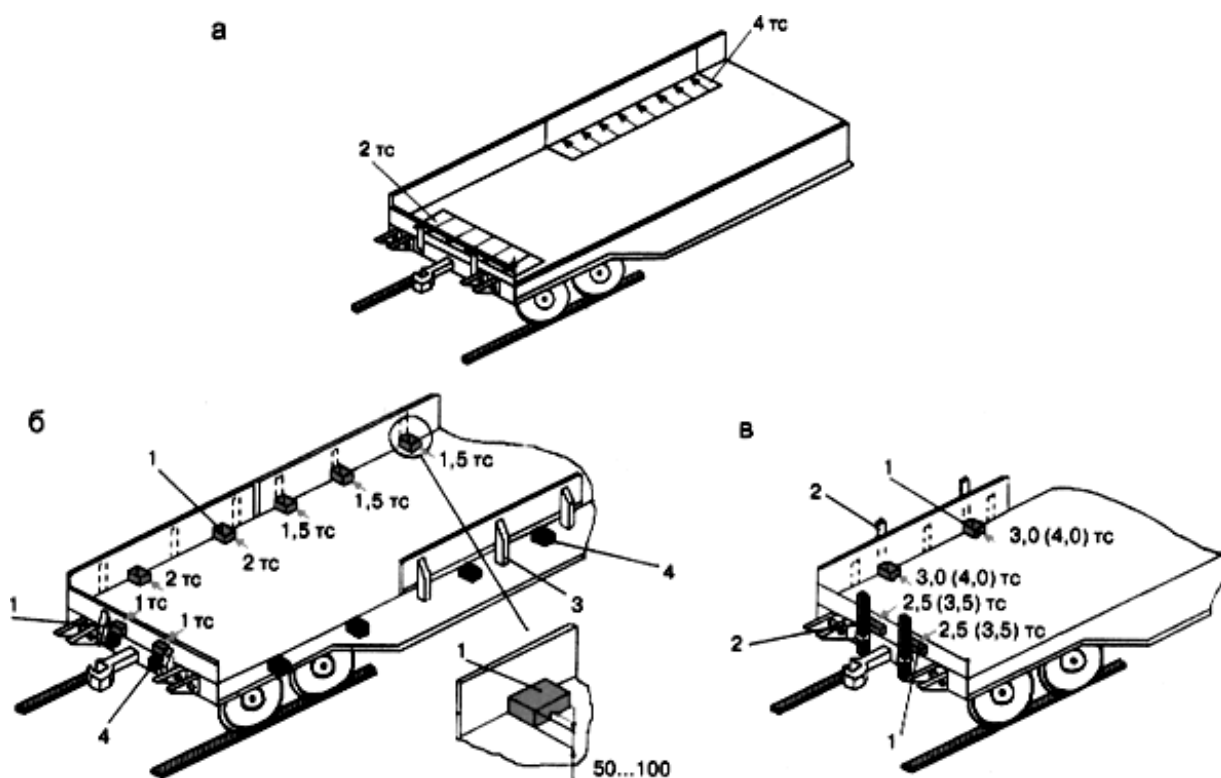


Рис. 1.12. Допустимі навантаження на металеві борти універсальних платформ: 1 – упорний брусок; 2 – короткий стояк з дерева або металу; 3 – клиновий запір; 4 – бічна стоякова скоба; 5 – торцева стоякова скоба; 6 – секція бічного борту; 7 – торцевий борт

## 1.4. Підготовка вантажу та вагонів до перевезення

Пред'являючи вантаж до перевезення, вантажовідправник повинен підготувати його таким чином, щоб у процесі перевезення були забезпечені безпека руху поїздів, збереження вантажу і вагона.

Для цього вантажовідправник повинен:

- 1) надійно закріпити вантаж усередині упаковки;
- 2) рухомі частини вантажу застопорити або закріпити відносно нерухомих частин;
- 3) перевірити міцність вузлів і деталей вантажу, які призначені для постановки кріплення, з тим, щоб вони могли сприймати зусилля, що передається на них від кріплення;
- 4) за необхідності дообладнувати вантаж пристроями для його кріплення.

Підготовка до перевезення автотранспортної техніки, автопоїздів, знімних автомобільних кузовів і напівпричепів здійснюється у відповідності з додатком 3 "Соглашения о международном грузовом сообщении" (СМГС) [8].

Маркується вантаж у відповідності з вимогами статті 18 та пункту 3 додатка 1 СМГС.

Навантаження вантажу відбувається лише в справні, придатні для перевезення даного вантажу вагони, очищені від залишків раніше перевезених вантажів, засобів кріплення, сміття, бруду, снігу та льоду. У зимовий час підлога вагона в місцях спирання вантажу і засобів кріплення повинна бути засипана сухим піском шаром до 2 мм.

Придатність вагонів у технічному відношенні для перевезення вантажів визначає залізниця. У комерційному відношенні придатність вагонів визначає:

- вантажовідправник – якщо навантаження відбувається його засобами;
- залізниця – якщо навантаження відбувається засобами залізниці.

Борти платформи, люки та двері напіввагонів, якщо такі передбачені, повинні бути закриті і замкнуті на замки. Клинові замки бортів платформи необхідно осаджувати вниз до упору. Допускається навантаження вантажів на платформи без бортів,

якщо кріплення вантажів не передбачає їх використання. При навантаженні вантажу, що не розміщується в межах довжини підлоги платформи або напіввагона, торцеві борти платформи мають бути відкинуті на кронштейни, а торцеві двері напіввагона – відкриті і закріплені. Вантаж не повинен спиратися на відкинуті торцеві борти платформи. За необхідності його розміщують на підкладках. Відповідальність за правильне закріплення або ув'язку бортів несе відправник.

### **1.5. Забезпечення збереження вагонів при навантаженні і вивантаженні вантажів**

З метою забезпечення збереження вагонного парку відправники і одержувачі повинні дотримуватися таких правил:

- при навантаженні та вивантаженні автомобілів, тракторів і інших колісних і великовагових вантажів застосовувати перехідні містки та інші пристосування, що оберігають від пошкодження борти платформ. Розворот на підлозі платформи гусеничної техніки без попереднього захисту підлоги від пошкодження не допускається;

- перед навантаженням або вивантаженням з вантажної платформи з бічним заїздом борти платформи мають бути заздалегідь, до подачі вагонів до рампи, опущені, а після закінчення вантаження або вивантаження – підняті і закріплені клиновими замками.

При вантажно-розвантажувальних операціях не допускається:

- відкривати та закривати розвантажувальні люки напіввагонів із застосуванням тракторів, навантажувачів, лебідок, кранів та іншої, не призначеною для цих цілей, техніки;

- опускати грейфери з ударом об підлогу вагонів;

- торкатися грейфером бортів платформ, стін і дверей напіввагонів;

- вивантажувати змерзлі вантажі проштовхуванням їх в отвори люків грейферами, іншими вантажозахватними пристроями, застосовувати для спущення вантажу металеві болванки, вибух, а також застосовувати для відштовхування вантажу відкрите полум'я;

- навантажувати вантажі з температурою вище +100 ° С;
- навантажувати залізобетонні плити, конструкції та інші вантажі в нахиленому положенні з опорою на бічні стіни кузова напіввагона;
- кріпити вантажі до металевих частин вагона за допомогою зварювання і свердління;
- демонтувати деталі вагонів, у тому числі борти платформ і дверей напіввагонів;
- вивантажувати з платформ навалочні і насипні вантажі із заїздом на настил підлоги бульдозерами, тракторами на гусеничному ходу, згрібати ковшем екскаватора, а також волочити вантаж по підлозі платформи.

Після вивантаження вантажів одержувачем (якщо вивантаження виконувалось ним) або залізницею (якщо вивантаження вантажів виконувалось нею) вагони мають бути очищені зсередині і зовні, з них мають бути зняті засоби кріплення вантажів, за винятком незнімних. Також має бути знятий дрiт з рукояток важелів розчеплень автозчеплення, із замків кришок розвантажувальних люків, торцевих дверей напіввагонів і бортових заборів платформ; борти платформ, двері і люки напіввагонів мають бути закриті.

## 1.6. Засоби кріплення вантажів у вагонах

Для кріплення вантажів у вагонах застосовуються такі засоби кріплення: розтяжки, обв'язки, стяжки, ув'язки, дерев'яні стояки, щити і бруски, упорні башмаки, шпори, каркаси, касети, піраміди, ложементи, турнікети та ін. Засоби кріплення можуть бути одноразового і багаторазового використання (багатооборотні). Розглянемо основні з них.

**Розтяжка** – засіб кріплення, що кріпиться одним кінцем за ув'язувальний пристрій на вантажі, іншим – за спеціально призначений для цього ув'язувальний пристрій на кузові вагона.

**Обв'язка** – засіб кріплення, що охоплює вантаж і закріплюється обома кінцями за ув'язувальні пристрої на вагоні.

**Стяжка** – засіб кріплення, призначений для з'єднання між собою і натягнення інших засобів кріплення (розтяжок, обв'язок, стояків та ін.).

**Ув'язка** – засіб кріплення, призначений для об'єднання окремих одиниць вантажу в одне вантажне місце.

Відповідальність за якість і надійність засобів кріплення несе відправник. При установленні на вагон засобів кріплення використовуються стандартні кріпильні вироби: болти, шпильки, цвяхи, будівельні скоби та ін.

Для виготовлення розтяжок, обв'язок, стяжок, ув'язок використовуються такі матеріали:

- сталевий дріт у термообробленому (відпал) стані круглого або квадратного перерізу;
- прокат або смуга сталі;
- сталеві ланцюги, троси.

Діаметр перетину круглого прокату має бути не менше 5 мм; площа поперечного перетину некруглого прокату має бути не менше 20 мм<sup>2</sup>. Для кріплення розтяжок і обв'язок у вагонах використовують:

- на платформах: бічні і торцеві, стоякові скоби; опорні кронштейни на кінцевій балці рами; підлогові ув'язувальні пристрої; бічні скоби на платформах для великотоннажних контейнерів і колісної техніки;
- напіввагонах: нижні ув'язувальні пристрої, що знаходяться на стояках бічних стін на висоті 1100-1200 мм від підлоги; верхні ув'язувальні пристрої у вигляді скоб усередині і зовні верхнього обв'язувального бруса кузова, зовнішні ув'язувальні пристрої на кінцевих балках рами (рис. 1.13, 1.14).

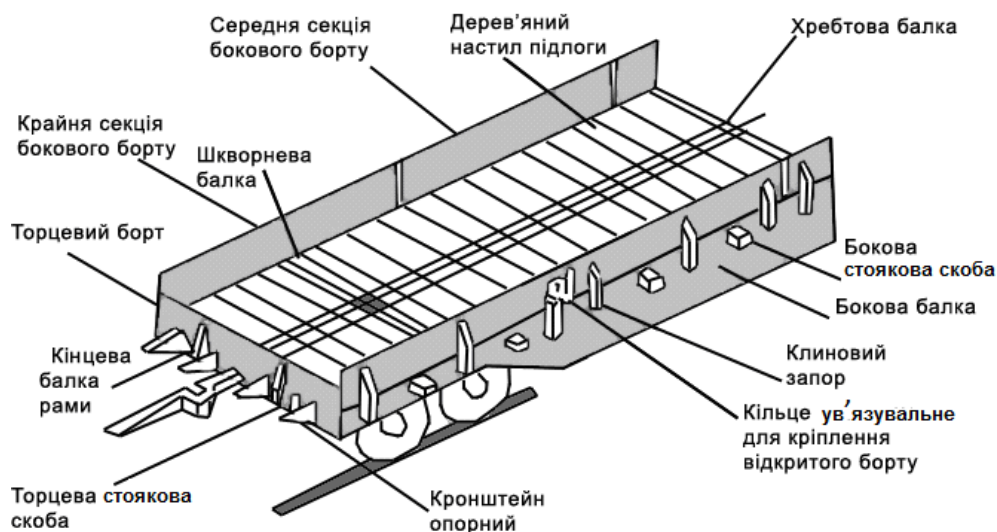


Рис.1.13. Ув'язувальні пристрої універсальної платформи

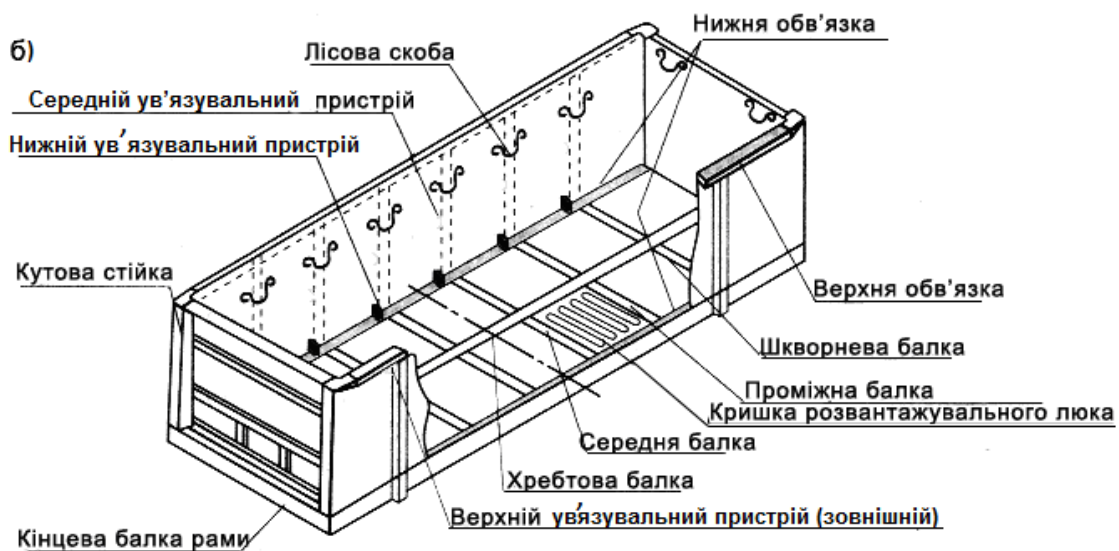
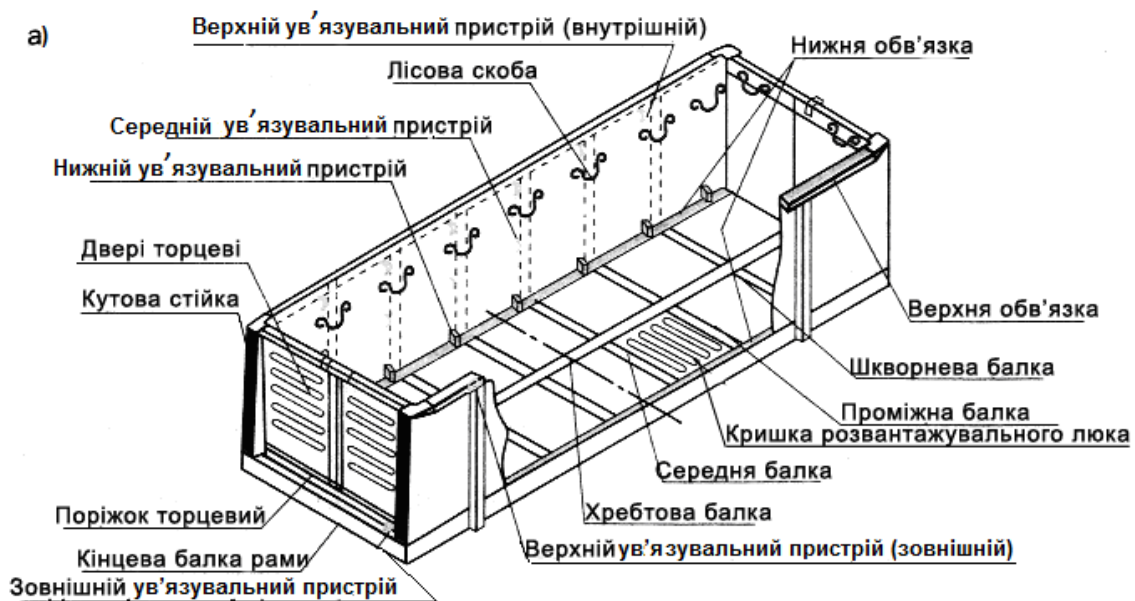


Рис. 1.14. Ув'язувальні пристрої універсального напіввагона

При розрахунку розтяжок, обв'язок, стяжок, ув'язок кількість ниток дроту і робочий переріз та його несуча здатність визначаються без урахування кінців закладення. Кількість ниток у розтяжках, обв'язках, стяжках має бути парною (рис. 1.15).

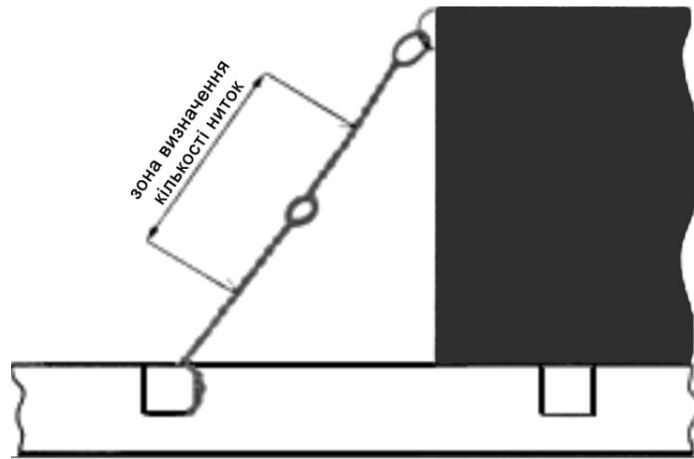


Рис. 1.15. Визначення кількості ниток дроту в розтяжках, обв'язках, стяжках

Не дозволяється виготовляти розтяжки, обв'язки, ув'язки, стяжки за кількістю ниток більше, ніж 8, при діаметрі дроту 6 мм.

Розтяжки, обв'язки, що виконані з прутка або зі смугової сталі з натягувальними пристроями, не повинні торкатися закритого борту платформи. Якщо цього уникнути неможливо, то борт повинен бути опущений.

Дерев'яні засоби кріплення виготовляють з пиломатеріалів не нижче за третій сорт. Як правило, використовуються хвойні породи деревини.

Підкладки і прокладки застосовують для збільшення поверхні спирання вантажу на підлогу вагона, оберігання штабелю вантажу від розвалення, забезпечення можливості механізованого навантаження і вивантаження вантажів, оберігання опорної поверхні вантажу і (або) вагона від пошкодження, а також для кріплення розпірних та упорних брусків.

Висота підкладок, прокладок має бути не менше 25 мм. Ширина підкладок, прокладок має бути не менше 80 мм, при цьому відношення ширини до висоти має бути не менше 1,5.

Довжина підкладок, що укладаються поперек вагона, має дорівнювати ширині кузова, а прокладок – не менше за ширину вантажу. Поперечні прокладки, які використовуються для розділення штабелю вантажу, укладають одна над одною на відстані не менше 500 мм від кінців вантажу і не менше 300 мм від бічних стояків.

Упорні та розпірні бруски, рами розпорів застосовують для закріплення вантажів від поступальних переміщень вздовж і поперек вагона, а також для передачі інерційних зусиль від вантажу на елементи кузова вагона (бічні і торцеві борти платформ, торцевий поріг, кутові стояки, нижня обв'язка кузова напіввагона).

Бруски мають бути виготовлені з пиломатеріалів хвойних порід не нижче за третій сорт відповідно.

Дерев'яні елементи рам розпорів з'єднують цвяхами, будівельними скобами, накладками, іншими кріпильними засобами. Для кріплення дерев'яних підкладок, упорних і розпірних брусків і рам до дерев'яного настилу підлоги вагона при закріпленні вантажу, а також для з'єднання між собою дерев'яних елементів кріплення застосовують цвяхи (табл. 1.3, 1.4, рис. 1.16).

Таблиця 1.3

Допустимі розміри цвяхів

| Діаметр цвяха, мм | Довжина цвяха, мм | Діаметр головки цвяха, мм |
|-------------------|-------------------|---------------------------|
| 4,0               | 100-120           | 7,5                       |
| 5,0               | 100-150           | 9,0                       |
| 6,0               | 150-200           | 11,0                      |
| 8,0               | 250               | 14,0                      |

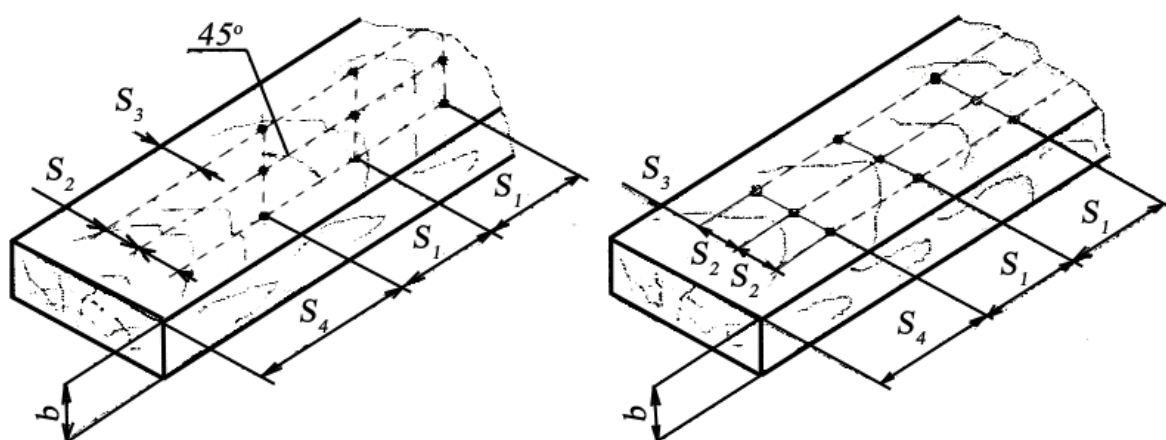


Рис. 1.16. Схеми розміщення цвяхів при закріпленні дерев'яних засобів кріплення до підлоги вагона



Таблиця 1.4

Мінімальні допустимі відстані між цвяхами та між цвяхами і кромками дерев'яних елементів

| Позначення відстані<br>(рис. 1.16) | Мінімальні відстані, що допускаються,<br>при товщині елемента $b$ , мм |        |
|------------------------------------|--|--------|
|                                    | $\leq 50$  | $> 50$ |
| $S_1$                              | 125  | 90     |
| $S_2$                              | 30   | 30     |
| $S_3$                              | 30   | 30     |
| $S_4$                              | 90   | 90     |

**Багатооборотний засіб кріплення (БЗК)** – засіб кріплення багаторазового використання, призначений для розміщення і закріплення вантажів у вагонах і контейнерах, наприклад касети, турнікети, піраміди, стропи, стяжки та ін.

БЗК повинні забезпечувати:

- розподіл маси вантажу на раму і візки вагона;
- можливість виконання вантажно-розвантажувальних робіт (у тому числі з застосуванням вантажозахватних пристроїв);
- надійне закріплення вантажу, що виключає його недопустимі поступальні зсуви, розвал, перекидання, а також збереження вантажу і рухомого складу в процесі перевезення при виконанні вантажних операцій.

Пристрій БЗК повинен забезпечувати його кріплення на рухомому складі до передбачених для цього деталей і вузлів вагона. За надійність БЗК при перевезенні несе відповідальність відправник. При пред'явленні до перевезення вантажу, розміщення і кріплення якого здійснюється з використанням БЗК, відправник зобов'язаний надати залізниці:

- акт останнього періодичного огляду, передбаченого керівництвом при експлуатації БЗК;
- схему розміщення і кріплення БЗК при його поверненні в порожньому стані, за винятком стропів, стяжок тощо.

## 1.7. Методика розрахунку розміщення та кріплення вантажів у вагонах

### 1.7.1. Визначення інерційних сил, вітрового навантаження та сил тертя

При визначенні способів розміщення і кріплення вантажів повинні поряд з масою враховуватися такі сили і навантаження:

- поздовжні горизонтальні інерційні сили, що виникають при русі в процесі розгону і гальмування поїзда, при зіткненні вагонів під час маневрів і розпуску з сортувальних гірок;

- поперечні горизонтальні інерційні сили, що виникають при русі вагона і при вписуванні його в криві і перехідні ділянки колії;

- вертикальні інерційні сили, що викликаються прискореннями при коливаннях вагона, що рухається;

- вітрове навантаження;

- сили тертя.

Точкою прикладення поздовжніх, поперечних і вертикальних інерційних сил є центр ваги вантажу (ЦВ<sub>в</sub>).

Точкою прикладення рівнодійного вітрового навантаження приймається геометричний центр навітряної поверхні вантажу.

Поздовжня інерційна сила ( $F_{nd}$ ) визначається за формулою

$$F_{nd} = a_{nd} Q_{ван}, \quad (1.4)$$

де  $a_{nd}$  - питома поздовжня інерційна сила на 1 т маси вантажу, тс/т;

$Q_{ван}$  - маса вантажу, т.

Значення  $a_{nd}$  для конкретної маси вантажу визначаються за формулами:

– при навантаженні з опорою на один вагон

$$a_{nd} = a_{22} - \frac{Q_{ван}^{за2}(a_{22} - a_{94})}{72}, \quad (1.5)$$

– при навантаженні з опорою на два вагони

$$a_{n\partial} = a_{44} - \frac{Q_{ван}^{заг}(a_{44} - a_{188})}{144}, \quad (1.6)$$

де  $Q_{ван}^{заг}$  - загальна маса вантажу у вагоні або зчепі, т;

$a_{22}, a_{94}, a_{44}, a_{188}$  - значення питомої поздовжньої інерційної сили залежно від типу кріплення при масі бруто відповідно вагона: 22 т і 94 т, зчепу: 44 т і 188 т (визначаються за табл. 26 [1]).

Поперечна горизонтальна інерційна сила  $F_n$  з урахуванням дії відцентрової сили визначається за формулою

$$F_n = a_n Q_{ван} / 1000, \quad (1.7)$$

де  $a_n$  - питома поперечна інерційна сила на 1 т маси вантажу, кгс/т.

Для вантажів з опорою на один вагон  $a_n$  визначається за формулою

$$a_n = a_c + \frac{2(a_{ш} - a_c)}{l_{\sigma}} l_{ван}, \quad (1.8)$$

де  $a_c, a_{ш}$  - питомі поперечні сили для випадків, коли ЦВ<sub>в</sub> знаходиться у вертикальних поперечних площинах, які проходять відповідно: через середину вагона - 330 кгс/т; шворневу балку вагона - 550 кгс/т;

$l_{\sigma}$  - база вагона, м;

$l_{ван}$  - відстань від ЦВ<sub>в</sub> до поперечної площини симетрії вагона, м.

Для довгомірних вантажів, що перевозяться на зчехах з опорою на два вагони,  $a_n = 400$  кгс/т.

Вертикальна інерційна сила  $F_e$  визначається за формулою

$$F_e = a_e Q_{ван} / 1000, \quad (1.9)$$

де  $a_e$  - питома вертикальна сила на 1 т маси вантажу, кгс/т,

$$a_e = 250 + kl_{ван} + \frac{2140}{Q_{ван}^{заг}}. \quad (1.10)$$

При завантаженні вагона вантажем масою меншою або рівною 10 т значення  $Q_{ван}^{заг}$  набуває величини 10 т. Коефіцієнт  $k$  при навантаженні з опорою на один вагон приймають рівним 5, з опорою на два вагони – 20.

Вітрове навантаження  $W_n$  визначається з урахуванням питомого вітрового навантаження 50 кгс/м<sup>2</sup>:

$$W_n = 50S_n / 1000, \quad (1.11)$$

де  $S_n$  – площа навітряної поверхні вантажу (проекції поверхні вантажу, що виступає за межі поздовжніх бортів платформи або бічних стін напіввагона, на поздовжню площину симетрії вагона), м<sup>2</sup>. Для циліндричної поверхні  $S_n$  приймається рівною половині площі навітряної поверхні вантажу.

Сили тертя, що перешкоджають переміщенню вантажу, який спирається на один або два вагони без використання турнікетних опор, визначаються за формулами:

- у поздовжньому напрямку

$$F_{тер}^{nd} = Q_{ван} \mu; \quad (1.12)$$

- поперечному напрямку

$$F_{тер}^n = Q_{ван} \mu (1000 - a_e) / 1000, \quad (1.13)$$

де  $\mu$  - коефіцієнт тертя між контактуючими поверхнями вантажу і вагона (або підкладок, прокладок).

Значення коефіцієнтів тертя ковзання між очищеними від бруду, снігу, льоду опорними поверхнями вантажу, підкладок і підлоги вагона (у зимовий період, засипаних тонким шаром піску) приймаються рівними:

|  |       |
|--|-------|
| – дерево по дереву   | 0,45; |
| – сталь по дереву  | 0,40; |
| – сталь по сталі   | 0,30; |
| – залізобетон по дереву  | 0,55; |
| – вертикально встановлені рулони листової сталі з відкритими торцями по дереву | 0,61; |
| – пачки промасленої листової сталі по дереву                                   | 0,21; |
| – гума по дереву (для колісної техніки)  | 0,50; |
| – алюміній по дереву   | 0,38; |
| – свинець і цинк по дереву   | 0,37. |

При розміщенні на платформі з деревометалевою підлогою вантажу без використання підкладок, центр тяжіння якого збігається з його геометричним центром (рис. 1.17), сили тертя, що перешкоджають переміщенню вантажу, визначаються за формулами:

- у поздовжньому напрямку

$$F_{тер}^{n\partial} = F_{тер1}^{n\partial} + F_{тер2}^{n\partial} + F_{тер3}^{n\partial} , \quad (1.14)$$

де  $F_{тер1}^{n\partial}, F_{тер2}^{n\partial}, F_{тер3}^{n\partial}$  - сили тертя, які діють на ділянках, де вантаж спирається на поверхню підлоги

$$F_{тер1}^{n\partial} = Q_{ван} \frac{a}{d} \mu_1 , \quad (1.15)$$

$$F_{тер2}^{n\partial} = Q_{ван} \frac{b}{d} \mu_2 , \quad (1.16)$$

$$F_{тер3}^{n\partial} = Q_{ван} \frac{c}{d} \mu_3 , \quad (1.17)$$

де  $\mu_1, \mu_2, \mu_3$  – коефіцієнти тертя частини вантажу з відповідними ділянками поверхні підлоги;

$\frac{a}{d}, \frac{b}{d}, \frac{c}{d}$  – частки маси вантажу, що припадають на відповідні ділянки поверхні підлоги;

- у поперечному напрямку

$$F_{тер}^n = Q_{ван} \left( \frac{a}{d} \mu_1 + \frac{b}{d} \mu_2 + \frac{c}{d} \mu_3 \right) (1000 - a_B) / 1000, \quad (1.18)$$

де  $a_B$  - питома вертикальна сила на 1 т маси вантажу (формула (1.10)).

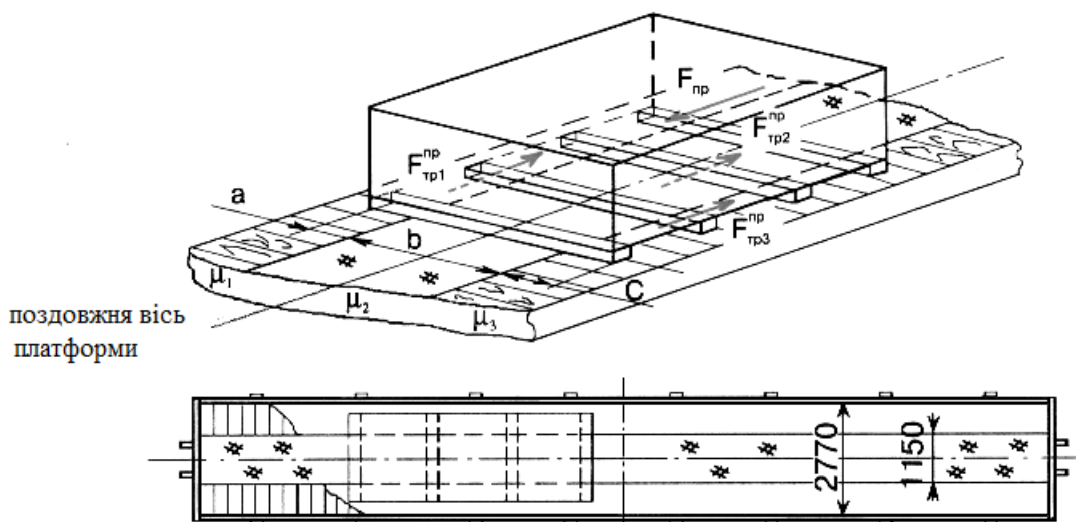


Рис. 1.17. Сили тертя, що діють на ділянках спирання вантажу на поверхню деревометалевої підлоги платформи

*Задача.* Визначити інерційні сили, що діють на вантаж, маса якого 23,5 т при кріпленні вантажу дерев'яними брусками. Швидкість руху 100 км/год. Відстань від центра ваги вантажу до вертикальної площини, що проходить через поперечну вісь вагона, складає 2500 мм. База вагона – 9720 мм.

*Розв'язання.* Для визначення поздовжньої інерційної сили необхідно розрахувати питому поздовжню інерційну силу, що обчислюється за формулою (1.4). Значення питомої поздовжньої інерційної сили при кріпленні вантажу дерев'яними упорними та

розпірними брусками відповідно до табл. 26 [1] дорівнює  $a_{22} = 1,2$  тс/т,  $a_{94} = 0,97$  тс/т.

$$a_{nz} = 1,2 - \frac{23,5(1,2 - 0,97)}{72} = 1,125 \text{ тс/т.}$$

Тоді поздовжня інерційна сила розраховується за формулою (1.5):

$$F_{nz} = 1,125 \cdot 23,5 = 26,438 \text{ тс.}$$

Визначаємо питому поперечну інерційну силу на 1 т маси вантажу за формулою (1.8), значення якої потрібно для розрахунку поперечної інерційної сили:

$$a_n = 330 + \frac{2(550 - 330)}{9,72} 2,5 = 443,169 \text{ кгс/т.}$$

Отже, поперечна інерційна сила визначається за формулою (1.7):

$$F_n = \frac{443,169 \cdot 23,5}{1000} = 10,414 \text{ тс.}$$

Для визначення вертикальної інерційної сили за формулою (1.9) необхідно розрахувати питому вертикальну силу, що обчислюється за формулою (1.10). При цьому приймаємо  $K = 5$  при розміщенні вантажу з опорою на один вагон.

$$a_{e(100)} = 250 + 5 \cdot 2,5 + \frac{2140}{23,5} = 353,564 \text{ кгс/т.}$$

Отже, вертикальна інерційна сила дорівнює

$$F_e = \frac{353,564 \cdot 23,5}{1000} = 8,309 \text{ тс.}$$

### 1.7.2. Визначення стійкості навантаженого вагона і вантажу у вагоні

Висота загального центра ваги вантажу з вагоном (рис. 1.18) визначається за формулою

$$H_{\text{ЦВ}}^{\text{заг}} = \frac{Q_{\text{ван1}} h_{\text{ЦВ1}} + Q_{\text{ван2}} h_{\text{ЦВ2}} + \dots + Q_{\text{ван}n} h_{\text{ЦВ}n} + Q_m H_{\text{ЦВ}}^6}{Q_{\text{ван}}^{\text{заг}} + Q_m}, \quad (1.19)$$

де  $Q_m$  – маса тари вагона, т;

$h_{\text{ЦВ1}}, h_{\text{ЦВ2}}, \dots, h_{\text{ЦВ}n}$  – висота ЦВ одиниць вантажу від РГР, мм;

$H_{\text{ЦВ}}^6$  – висота ЦВ порожнього вагона від РГР, мм (табл. 28 [1]).

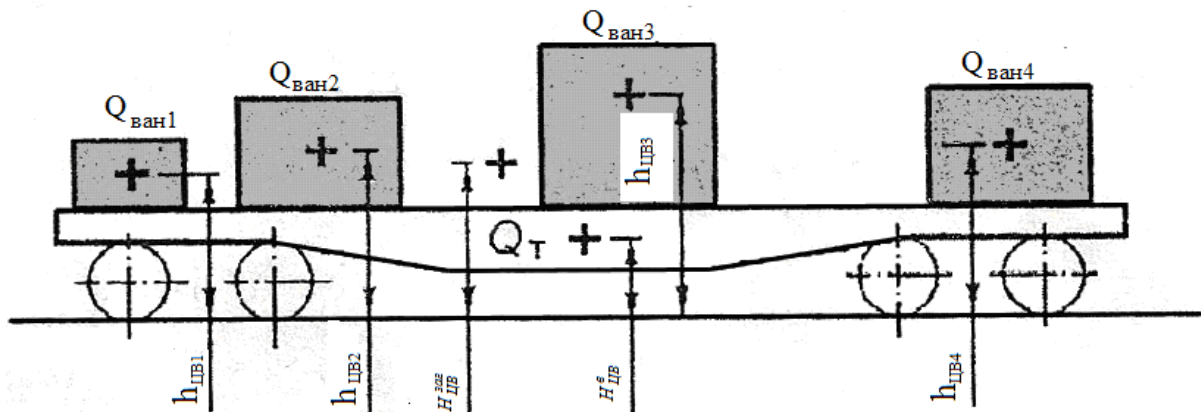


Рис. 1.18. Визначення висоти загального центра ваги вагона з вантажем відносно РГР

Поперечна стійкість вагона перевіряється у випадках, коли висота центра ваги вагона з вантажем від РГР перевищує 2300 мм або навітряна поверхня вагона з вантажем перевищує 50 м<sup>2</sup>. Поперечна стійкість навантаженого вагона забезпечується, якщо задовольняється умова

$$\frac{P_u + P_v}{P_{cm}} \leq 0,55, \quad (1.20)$$

де  $P_{cm}$  – статичне навантаження від колеса на рейку, тс;



$(P_u + P_g)$  - додаткове вертикальне навантаження на колесо від дії відцентрової сили і вітрового навантаження, тс,

$$P_u + P_g = \frac{1}{n_k S} (0,075(Q_m + Q_{ван}^{заг})H_{ЦВ}^{заг} + W_n h + 1000p), \quad (1.21)$$

де  $W_n$  – вітрове навантаження, що діє на частини вантажу, які виступають за межі кузова вагона, тс;

$h$  – висота геометричного центра навітряної поверхні вантажу від РГР, мм;

$p$  – коефіцієнт, що враховує вітрове навантаження на кузов і візки вантажонесучих вагонів і поперечний зсув ЦВ вантажу за рахунок деформації ресор (для платформ базою 9720 мм – 3,34);

$n_k$  – кількість коліс завантаженого вагона;

$S = 1580$  мм – відстань між колами кочення колісної пари.

Статичне навантаження  $P_{ст}$  визначається за наступними формулами.

При симетричному розміщенні вантажу відносно поздовжньої і поперечної площини симетрії вагона

$$P_{ст} = \frac{Q_m + Q_{ван}^{заг}}{n_k}, \quad (1.22)$$

При зсуві вантажу лише поперек вагона

$$P_{ст} = \frac{1}{n_k} (Q_m + Q_{ван}^{заг} (1 - \frac{b_{з.м}}{S})). \quad (1.23)$$

При зсуві вантажу лише уздовж вагона – для менш навантаженого візка

$$P_{ст} = \frac{2}{n_k} (\frac{Q_m}{2} + Q_{ван}^{заг} (0,5 - \frac{l_{з.м}}{S})). \quad (1.24)$$

При одночасному зсуві вантажу вздовж і поперек вагона – для менш навантаженого візка

$$P_{cm} = \frac{2}{n_k} \left( \frac{Q_m}{2} + Q_{ван}^{заг} \left( 0,5 - \frac{l_{зм}}{S} \right) \left( 1 - \frac{b_{зм}}{S} \right) \right). \quad (1.25)$$

Окрім поступальних переміщень вантажі в процесі перевезення можуть зазнавати перекидання. Коефіцієнт запасу стійкості вантажу від перекидання визначається за формулами:

- при перекиданні уздовж вагона

$$\eta_{n\partial} = \frac{l_{n\partial}^0}{a_{n\partial} (h_{ЦВ} - h_y^{n\partial})}, \quad (1.26)$$

- при перекиданні поперек вагона

$$\eta_n = \frac{Q_{ван} b_{\Pi}^0}{F_n (h_{ЦВ} - h_y^n) + W_n (h_{НП}^n - h_y^n)}, \quad (1.27)$$

де  $l_{n\partial}^0$ ,  $b_{\Pi}^0$  - найкоротші відстані від проекції ЦВ<sub>в</sub> на горизонтальну площину до ребра перекидання відповідно вздовж і поперек вагона, мм;

$h_{ЦВ}$  - висота ЦВ<sub>в</sub> над підлогою вагона або площиною підкладок, мм;

$h_y^{n\partial}$ ,  $h_y^n$  - висота відповідно поздовжнього і поперечного упору від підлоги вагона або площини підкладок, мм;

$h_{НП}^n$  - висота центра навітряної поверхні вантажу від підлоги вагона або площини підкладок, мм.

Якщо значення  $\eta_{n\partial}$  або  $\eta_n$  складають не менше 1,25, вантаж є стійким, додаткове закріплення його від перекидання не вимагається. В інших випадках стійкість вантажу має бути забезпечена відповідним кріпленням:

1) вантажі, значення  $\eta_{n\partial}$  або  $\eta_n$  яких менш ніж 0,8, а також вантажі, для яких одночасно  $\eta_{n\partial}$  або  $\eta_n$  менш ніж 1,0, слід перевозити з використанням спеціальних пристроїв (касети, піраміди тощо), конструкція і параметри яких мають бути обґрунтовані відправником розрахунками;

2) якщо значення  $\eta_{n\partial}$  або  $\eta_n$  знаходиться в межах від 0,8 до 1,0 включно, тоді закріплення вантажу від поступальних переміщень і від перекидання рекомендується виконувати окремо, незалежними засобами кріплення;

3) якщо значення  $\eta_{n\partial}$  або  $\eta_n$  знаходяться в межах 1,01 до 1,25 включно, допускається закріплювати вантаж від перекидання і поступальних переміщень єдиними засобами кріплення, що сприймають як поздовжні, так і поперечні інерційні сили.

### 1.7.3. Визначення зусиль в обв'язках і стяжках

При закріпленні вантажу розтяжками зусилля в розтяжках від перекидання визначається за формулами:

- у поздовжньому напрямку

$$R_{n\partial}^0 = \frac{1.25F_{n\partial}(h_{ЦВ} - h_y^{n\partial}) - Q_{ван}l_{n\partial}^0}{n_p^{n\partial}(h_p \cos \alpha \cos \beta_{n\partial} + l_{n\partial}^p \sin \alpha)}; \quad (1.28)$$

- поперечному напрямі

$$R_n^0 = \frac{1.25(F_n(h_{ЦВ} - h_y^n) + W_n(h_{НП}^n - h_y^n)) - Q_{ван}b_n^0}{n_p^n(h_p \cos \alpha \cos \beta_n + b_n^p \sin \alpha)}, \quad (1.29)$$

де  $\alpha$  - кут нахилу розтяжки до підлоги вагона;

$\beta_{n\partial}, \beta_n$  - кути між проекцією розтяжки на горизонтальну площину і відповідно поздовжньою, поперечною площиною симетрії вагона;

$n_p^{n\partial}, n_p^n$  - кількість розтяжок, що працюють в одному напрямку;

$l_{n\partial}^p, b_n^p$  - відстані від точки закріплення розтяжки на вантажу до вертикальної площини, що проходить через ребро перекидання відповідно в поздовжньому та поперечному напрямках, мм;

$h_p$  - висота точки закріплення розтяжки на вантажі відносно рівня підлоги вагона (підкладок), мм.

При закріпленні вантажу від перекидання обв'язками мають бути виконані такі вимоги:

- обв'язки мають бути встановлені в площині, перпендикулярній до поздовжньої площини симетрії вагона;

- при закріпленні від перекидання в поздовжньому напрямі кількість обв'язок має бути не менше двох;

- на вантажі обв'язка повинна розташовуватися симетрично відносно його центра тяжіння;

- при установленні обв'язок у площині, не паралельній поперечній площині симетрії вагона (похилі обв'язки), має бути забезпечене їх кріплення на вантажі від зсуву.

При закріпленні вантажу від перекидання обв'язками зусилля в них визначається за формулами:

- у поздовжньому напрямку

$$R_{n\partial}^0 = \frac{1.25F_{n\partial}(h_{ЦВ} - h_y^{n\partial}) - Q_{ван}l_{n\partial}^0}{2n_{об}^{n\partial}l_{n\partial}^{об} \sin \alpha}; \quad (1.30)$$

- поперечному напрямку

$$R_n^0 = \frac{1.25(F_n(h_{ЦВ} - h_y^n) + W_n(h_{НП}^n - h_y^n)) - Q_{ван}b_n^0}{2n_{об}^n b_n^{об} \sin \alpha}, \quad (1.31)$$

де  $n_{об}^{n\partial}, n_{об}^n$  - кількість обв'язок, що працюють в одному напрямі;

$l_{n\partial}^{об}$  - відстань від лінії обгинання обв'язками вантажу до вертикальної площини, що проходить через ребро перекидання в поздовжньому напрямі, мм;

$b_n^{об}$  - відстань від проекції центра ваги вантажу на підлогу вагона до вертикальної площини, що проходить через ребро перекидання в поперечному напрямі, мм.

#### 1.7.4. Вибір і розрахунок засобів кріплення. Допустимі навантаження на засоби кріплення

Кріплення вантажу, залежно від його конфігурації і параметрів, характеру можливих переміщень і інших чинників, здійснюється розтяжками, обв'язками, упорними і розпірними брусками та іншими засобами кріплення (табл. 1.5).

Таблиця 1.5

Рекомендації щодо вибору засобів кріплення вантажів

| Вантаж                    | Можливі переміщення вантажу                   | Засоби кріплення, що рекомендуються                                 |
|---------------------------|---|---|
| 1                         | 2   | 3   |
| Штучні з плоскими опорами | Поступальні поздовжні і поперечні переміщення | Упорні, розпірні бруски; розтяжки, обв'язки                         |
|                           | Перекидання поздовжнє, поперечне              | Розтяжки, обв'язки; упорні бруски; касети, каркаси, піраміди та ін. |
| Циліндричної форми        | Поздовжнє (поперечне) поступальне переміщення | Упорні, розпірні бруски; розтяжки, обв'язки                         |
|                           | Перекочування впоперек (уздовж) вагона        | Упорні бруски, ложементи; обв'язки, розтяжки                        |
| На колісному ході         | Перекочування уздовж (упоперек) вагона        | Упорні бруски; розтяжки; багатооборотні колісні упори (башмаки)     |
|                           | Поздовжні, поперечні поступальні переміщення  | Упорні, розпірні бруски; розтяжки                                   |

Продовження табл. 1.5

| 1  | 2  | 3  |
|--|--|--|
| З плоскими опорами, що розміщені штабелями | Поступальні поздовжні і поперечні переміщення всього штабелю або окремих одиниць | Упорні, розпірні бруски; ув'язки, розтяжки, обв'язки; щити огороження; стояки; каркаси, касети |
| Довгомірні                                 | Поздовжні і поперечні поступальні переміщення                                    | Розтяжки, обв'язки; щити огороження, стояки  |
|  | Поперечне перекидання  | Обв'язки, розтяжки; підкоси, упорні бруски; ложементи  |

Поздовжнє  $\Delta F_{n\delta}$  та поперечне  $\Delta F_n$  зусилля, яке повинно сприйматися засобами кріплення, визначаються за формулами

$$\Delta F_{n\delta} = F_{n\delta} - F_{тер}^{n\delta}, \quad (1.32)$$

$$\Delta F_n = n(F_n + W_n) - F_{тер}^n, \quad (1.33)$$

де  $n$  – коефіцієнт, значення якого приймається рівним 1,0 при розробленні засобів розміщення і кріплення вантажів, що включаються в ТУ, МТУ, 1,25 – для НТУ.

Ці зусилля можуть сприйматися як одним, так і декількома видами засобів кріплення

$$\Delta F_{n\delta} = \Delta F_{n\delta}^p + \Delta F_{n\delta}^{\bar{o}} + \Delta F_{n\delta}^{o\bar{o}}, \quad (1.34)$$

$$\Delta F_n = \Delta F_n^p + \Delta F_n^{\bar{o}} + \Delta F_n^{o\bar{o}}, \quad (1.35)$$

де  $\Delta F_{n\delta}^p, \Delta F_{n\delta}^{\bar{o}}, \Delta F_{n\delta}^{o\bar{o}}, \Delta F_n^p, \Delta F_n^{\bar{o}}, \Delta F_n^{o\bar{o}}$  – частини поздовжнього або поперечного зусилля, що сприймаються відповідно розтяжками, брусками, обв'язками.

У разі, коли коефіцієнт тертя  $\mu_2$  між підкладками і підлогою менше коефіцієнта тертя  $\mu_1$  між вантажем і підкладками  $\mu_2 < \mu_1$ , для реалізації величин сил тертя  $F_{тер}^{nd}$  та  $F_{тер}^n$  підкладки мають бути закріплені до підлоги вагона. Сумарна кількість цвяхів для закріплення підкладок визначається за формулою

$$n_{цв}^n = 1000 Q_{ван} (\mu_2 - \mu_1) / R_{цв}, \quad (1.36)$$

де  $R_{цв}$  – допустиме зусилля на один цвях, приймається рівним для цвяхів діаметром 6 мм – 108 кгс; 8 мм – 192 кгс (табл. 17 [1]).

При закріпленні вантажу від поздовжнього і поперечного зсуву обв'язками, розташованими в площині, паралельній поперечній площині зсуву вагона, зусилля в обв'язках визначається за формулами:

- від сил, що діють у поздовжньому напрямку,

$$R_{об}^{nd} = \frac{F_{nd}^{об}}{2n_{об}\mu \sin \alpha}; \quad (1.37)$$

- від сил, що діють у поперечному напрямку,

$$R_{об}^n = \frac{F_n^{об}}{2n_{об}\mu \sin \alpha}, \quad (1.38)$$

де  $n_{об}$  – кількість обв'язок, шт.

Площа перетину розтяжок і обв'язок, за винятком дротяних, визначається за формулою

$$S = \frac{1000R}{[\sigma]}, \quad (1.39)$$

де  $R$  – навантаження в розтяжці, обв'язці, тс;

$[\sigma]$  - напруга, що допускається, при розтягуванні, значення якого залежить від марки сталі (табл. 31 [1]).

При закріпленні вантажу від зсуву брусками кількість цвяхів для кріплення упорного або розпірного бруска до підлоги вагона визначається за формулами

- від сил, що діють у поздовжньому напрямку,

$$n_{цв} = \frac{1000 \Delta F_{nd}^{\sigma}}{n_{\sigma}^{nd} R_{цв}}; \quad (1.40)$$

- від сил, що діють у поперечному напрямку,

$$n_{цв} = \frac{1000 \Delta F_n^{\sigma}}{n_{\sigma}^n R_{цв}}, \quad (1.41)$$

де  $n_{\sigma}^{nd}$ ,  $n_{\sigma}^n$  - кількість упорних брусків, що одночасно працюють в одному напрямку.

Кількість цвяхів для закріплення одного упорного бруска визначають за формулами:

- від перекочування вздовж вагона

$$n_{цв}^{nd} = \frac{1000 F_{nd} (1 - \mu_1 \operatorname{tg} \alpha)}{n_{\sigma}^{nd} R_{цв}}; \quad (1.42)$$

- перекочування поперек вагона

$$n_{цв}^n = \frac{1000 (F_n + W_n) (1 - \mu_1 \operatorname{tg} \alpha)}{n_{\sigma}^n R_{цв}}, \quad (1.43)$$

де  $\mu_1$  - коефіцієнт тертя ковзання між упорним брусом і опорною поверхнею, до якої він прикріплений.



У разі, коли кріплення циліндричного вантажу від перекочування здійснюється упорними брусками спільно з обв'язками або розтяжками (рис. 1.19), зусилля в обв'язці для кріплення циліндричних вантажів від перекочування визначається за формулою

$$R_n^{об} = \frac{1.25[F_n(D/2 - h_y^n) + W_n(h_{HP}^n - h_y^n)] - Q_{ван}b_n^0}{n_{об}^n b_{пер}}, \quad (1.44)$$

де  $n_{об}^n$  – кількість обв'язок;

$D$  – діаметр вантажу, мм;

$b_{пер}$  – проекція відстані від ребра перекидання до обв'язки на поперечну площину симетрії вагона, мм.

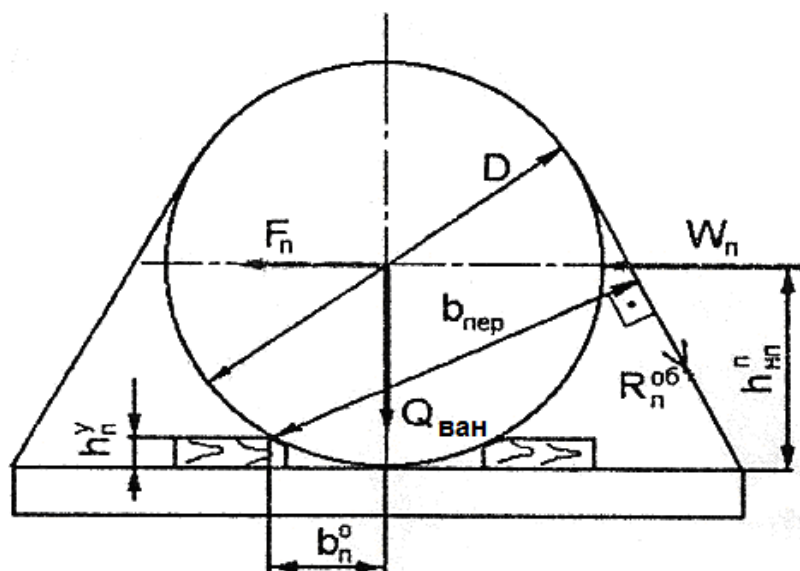


Рис. 1.19. Закріплення циліндричного вантажу упорними брусками та дротяними обв'язками від перекочування

### 1.7.5. Розрахунок болтових і зварних з'єднань

Розрахунок болтових з'єднань з поперечним навантаженням (рис. 1.20).



Рис. 1.20. Встановлення болтів в отвори деталей:  
а - болт циліндричний; б - болт конусний

**Болт встановлено в отвори деталей без проміжку.** Болт працює на зріз і зминання.

На зріз болт розраховують за формулою

$$\pi(d/10)^2[\tau_{зр}]/4 \geq P; \text{ де } d \geq 10\sqrt{4P/\pi[\tau_{зр}]}, \quad (1.45)$$

де  $[\tau_{зр}]$  – навантаження на зріз, що дозволяється, кгс/см<sup>2</sup>;

$d$  – діаметр посадкової поверхні болта, мм;

$P$  – сила, яка діє поперек болта, кгс.

На зминання болт розраховують за формулою

$$(dh[\sigma_{зм}])/100 \geq P, \text{ звідси } h \geq 100P/d[\sigma_{зм}], \quad (1.46)$$

де  $h$  – висота ділянки зминання, мм;

$[\sigma_{зм}]$  – навантаження на зріз, що дозволяється, кгс/см<sup>2</sup>.

**Болт встановлений в отвори деталей з проміжком.** Затяжкою болта забезпечується необхідна сила тертя між деталями для попередження їх зсуву та перекосу болта.

Болт розраховують на зусилля затягування  $Q$  за формулою

$$Q = P/f_i = \pi(d_1/10)^2[\sigma_p]/4, \quad (1.47)$$

де  $f$  – коефіцієнт тертя між деталями, що з'єднуються, приймається відповідно до п. 1.7.1;

$d_1$  - внутрішній діаметр різьби болта, мм;  
 $[\sigma_p]$  - напруга, що допускається, при розтягуванні, кгс/см<sup>2</sup>;  
 $i$  - кількість стиків.

Розрахунок зварних з'єднань (рис. 1.21-1.25).

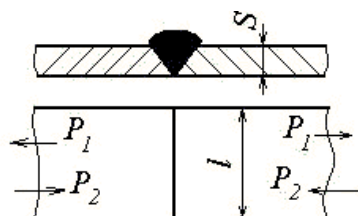


Рис. 1.21. Стикове з'єднання з прямим швом

Зусилля, що допускається для з'єднання:

- при розтягненні  $P_1 = [\sigma_p]IS/100$ ;
- стисканні  $P_2 = [\sigma_c]IS/100$ ,

де  $[\sigma_p], [\sigma_c]$  - напруга, що допускається, для зварного шва відповідно при розтягуванні і стисканні, кгс/см<sup>2</sup>;

$I, S$  - ширина і товщина деталей, що з'єднуються, мм.

При розрахунку міцності всі види підготовки кромки у стикових з'єднаннях приймають рівноцінними.

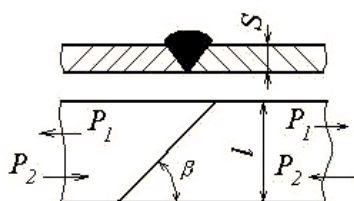


Рис. 1.22. Стикове з'єднання з косим швом

Зусилля, що допускається, для з'єднання:

- при розтягненні  $P_1 = [\sigma_p]IS/100 \sin \beta$ ;
- стисканні  $P_2 = [\sigma_c]IS/100 \sin \beta$ .

При  $\beta=45^\circ$  з'єднання рівномічне цілому перерізу.

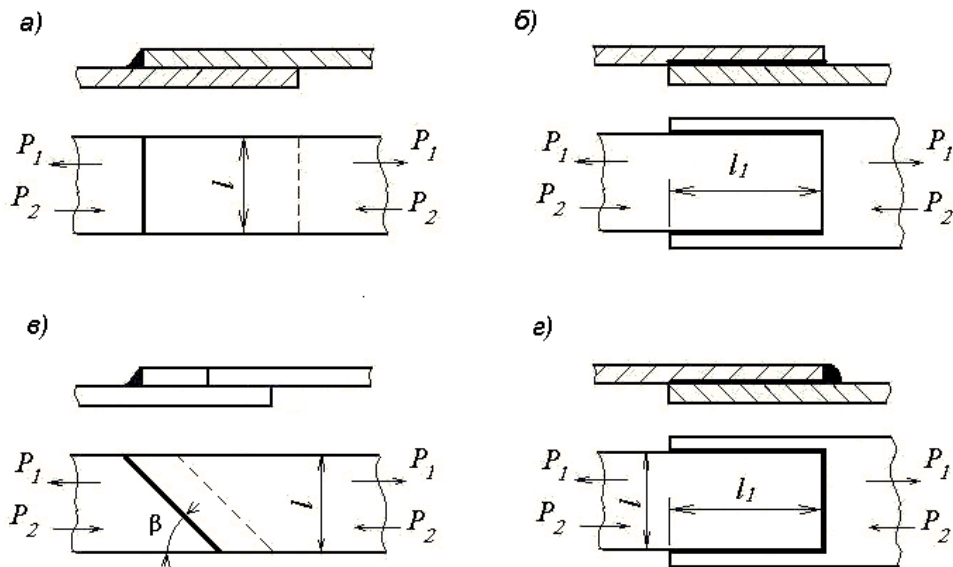


Рис. 1.23. З'єднання, виконане кутовим швом: а – лобовий; б – фланговий; в – косий; г – комбінований

Максимальну довжину лобового і косоного швів не обмежують. Довжину флангових швів слід приймати не більше  $60 K$ , де  $K$  - величина катета шва (мм). Мінімальна довжина кутового шва 30 мм; при меншій довжині дефекти на початку і кінці шва значно знижують його міцність. Мінімальний катет кутового шва  $K_{min}$  приймають рівним 3 мм, якщо товщина металу  $S \geq 3$  мм.

Зусилля, що допускається, для з'єднання

$$P_1 = P_2 = 07[\tau_{зр}]KL/100, \quad (1.48)$$

де  $[\tau_{зр}]$  – напруга, що допускається, для зварного шва на зріз, кгс/см<sup>2</sup>;

$K$  – катет шва, мм;

$L$  – периметр вуглових швів, мм:

- для лобових швів  $L = I$ ;
- для флангових швів  $L = 2L_1$ ;
- для косих швів  $L = I / \sin \beta$ ;
- для комбінованих швів  $L = 2L_1 + I$ .

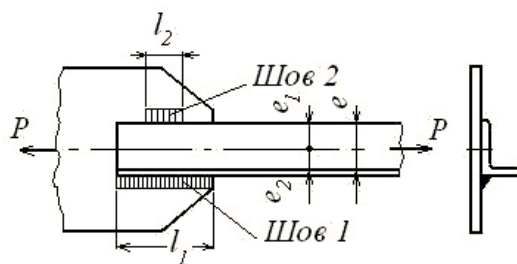


Рис. 1.24. З'єднання несиметричних елементів

Зусилля, що передаються на шви 1 і 2, знаходять з рівняння статички

$$P_1 = Pe_1 / e; \quad P_2 = Pe_2 / e. \quad (1.49)$$

Необхідна довжина швів

$$I_1 = P_1 / 0,007[\tau_{зр}]K, \quad I_2 = P_2 / 0,007[\tau_{зр}]K. \quad (1.50)$$

Допускається збільшення  $I_1$  до розміру  $I_2$ .

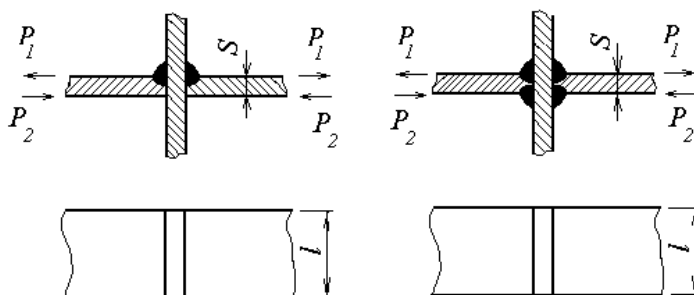


Рис. 1.25. Таврове з'єднання

Зусилля, що допускається, для з'єднання:

– при розтягненні  $P_1 = [\sigma_p]IS/100$ ;

– стисканні  $P_2 = [\sigma_c]IS/100$ .

### 1.8. Порядок розроблення МТУ і НТУ розміщення та кріплення вантажів

Проект *місцевих технічних умов (МТУ)* повинен містити описову частину і розрахунково-пояснювальну записку [7].

Описова частина проекту МТУ повинна містити:

- характеристику вантажу (найменування, масу, основні розміри та ін.);
- порядок підготовки вантажу до перевезення;
- відомості про рухомий склад (тип і, за необхідності, модель) і вимоги до нього;
- порядок розміщення вантажу у вагоні;
- опис способу кріплення вантажу з зазначенням всіх елементів кріплення і їх розташування щодо вантажу і вагона;
- схему (схеми) розміщення і кріплення вантажу.

Розрахунково-пояснювальна записка повинна містити розрахункове обґрунтування запропонованого способу розміщення та кріплення вантажу, вибір типу та кількості засобів кріплення.

У разі використання в передбачуваному способі навантаження багатооборотних засобів кріплення до проекту МТУ повинна додаватися документація на них (необхідні креслення, паспорт або інструкція з експлуатації).

Запропонований у проекті МТУ спосіб розміщення та кріплення вантажу перевіряється експериментально відповідно до вимог пункту 14 [7]. У ході експериментальної перевірки можуть змінюватись кількість і характеристики засобів кріплення, способи устанавлення розтяжок, передбачені проектом МТУ. За результатами експериментальної перевірки розробляється уточнений проект МТУ, що містить описову частину і схему.

Порядок розроблення МТУ у вигляді схеми наведено на рис. 1.26.

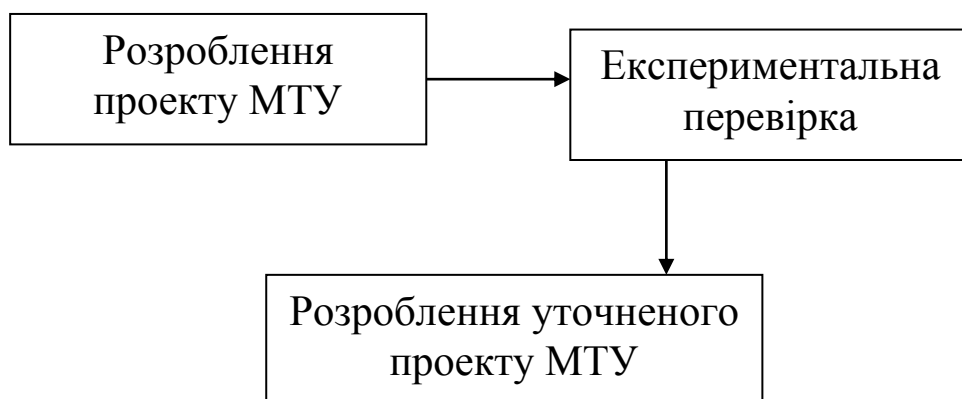


Рис. 1.26. Схема розроблення МТУ

МТУ можуть бути запропоновані в якості доповнень до чинних Технічних умов [7] за умови здійснення перевезень по них вантажів і відсутності випадків порушення навантаження і розладів кріплення на шляху прямування.

***НТУ розробляються на вантажі, способи розміщення і кріплення яких не передбачені Технічними умовами або МТУ.***

НТУ повинні містити схему розміщення та кріплення вантажу і розрахунково-пояснювальну записку. У разі використання в передбачуваному способі навантаження багатооборотних засобів кріплення до проекту НТУ повинна додаватися документація на них (необхідні креслення, паспорт або інструкція з експлуатації).

НТУ повинні містити схему розміщення і кріплення вантажу і розрахунково-пояснювальну записку. Розрахунково-пояснювальна записка НТУ може містити інформацію:

- про рухомий склад і контейнери (тип, модель), вимоги щодо них і їх основні розміри, необхідні для розрахунків;
- основні розміри вантажу (довжина, ширина, висота);
- масу кожного місця вантажу з кріпленням і без нього;
- визначення інерційних сил і вітрового навантаження, що діє на вантаж;
- визначення стійкості вагона з вантажем і вантажу у вагоні;
- навантаження на візки вагона;
- розрахункове обґрунтування способу розміщення вантажу;
- вибір засобів кріплення вантажу та перевірку їх на міцність;
- перевірку на міцність елементів вагона, що отримують навантаження;
- специфікацію засобів кріплення (у таблиці);
- інші необхідні відомості та розрахунки.

Схема має містити таку основну інформацію:

- спрощене зображення вагона з розміщеним на ньому вантажем і його кріпленням (у трьох проекціях), на якому позначаються основні розміри вагона й вантажу, нумерація або назва місць вантажу, координати центра маси місць вантажу, координати загального центра маси вантажу й вагона, координати частин вантажу, що виступають відносно рівня головок рейок і площин симетрії вагона (для підтвердження вписування в основний габарит навантаження), специфікація засобів кріплення вантажу тощо;

– опис способів кріплення вантажу у вагоні (контейнері) з посиланням на позиції елементів кріплення, порядку кріплення рухомих частин вантажу, умов пропускання вантажу через сортувальні гірки (у разі потреби) тощо.

Схема виконується в масштабі:

1:25, 1:50 або 1:100 – для головного вигляду і вигляду зверху;

1:25, 1:20 або 1:50 – для вигляду з торця або окремих перерізів.

У разі потреби деякі вузли кріплення, додаткові поперечні перерізи вантажів складної конфігурації можуть бути виконані в масштабі 1:10.

Відправник (якщо навантаження виконувалося його засобами) несе відповідальність за дотримання умов розміщення і кріплення вантажів у вагонах, у тому числі за кількість, розмір і якість засобів кріплення, дотримання габариту навантаження.

Виконання умов розміщення і кріплення вантажів на відкритому рухомому складі і в критих вагонах відправник засвідчує відповідним записом у накладній СМГС.

При навантаженні вантажу засобами залізниці відповідну відмітку про виконання умов розміщення і кріплення вантажів виконує відповідальний за розміщення і кріплення вантажу працівник залізниці і засвідчує її підписом (або електронним цифровим підписом) із зазначенням посади і прізвища.

Спосіб розміщення і кріплення вантажу НТУ може бути перевірений експериментально відповідно до вимог пункту 14 Технічних умов [7].

Оформлення та затвердження МТУ та НТУ здійснюється відповідно до національного законодавства.

## **1.9. Експериментальна перевірка способів розміщення та кріплення вантажів**

Експериментальна перевірка включає два етапи:

- випробування на зіткнення;
- дослідні перевезення.

Експериментальна перевірка проводиться комісією. До складу комісії входять фахівці з вантажної роботи, вагонного господарства, з безпеки руху поїздів, представники перевізника і відправника.



Комісія забезпечує:

- контроль відповідності стану вантажу, його розміщення та кріплення проекту МТУ;
- дотримання методики та умов проведення експериментальних робіт;
- оформлення актів про проведення відповідних етапів експериментальної перевірки з висновком про надійність випробовуваного способу розміщення і кріплення вантажу;
- розроблення пропозицій щодо поліпшення випробовуваного способу розміщення і кріплення вантажу.

При дослідних перевезеннях члени комісії можуть супроводжувати вантаж до станції призначення.

Результати етапів експериментальної перевірки фіксують у відповідних актах.

**На I етапі – випробування на зіткнення** – проводять підготовку до випробувань вагонів, завантажених за проектом МТУ за способом розміщення і кріплення вантажу, що перевіряється, яка включає в себе:

- розміщення і кріплення вантажу у відповідності з проектом МТУ (дослідне навантаження);
- нанесення на вантаж і на вагон контрольних міток, які фіксують початкове положення вантажу відносно вагона. Контрольні мітки повинні бути нанесені в місцях та у спосіб, що забезпечують їх виразну відмінність у процесі випробувань. Випробування на зіткнення одиночних вагонів або зчепів з опорою вантажу на один вагон проводять на прямій горизонтальній ділянці колії.

Випробування на зіткнення зчепів з опорою на два вагони проводять на прямій горизонтальній ділянці колії, а потім – на криволінійній горизонтальній ділянці колії радіусом кривої 300–400 м.

Зіткнень зазнає кожен випробовуваний вагон або зчеп. Зіткнення вагонів, що проходять випробування, виконуються з групою вагонів, що непорушно стоять на колії, («стінкою»), завантажених до повної вантажопідйомності інертним вантажем (наприклад, піском, щебенем тощо). «Стінка» повинна складатися не менш ніж з трьох напіввагонів. Вагони «стінки» встановлюються наприкінці випробовуваної ділянки колії в

зчепленому стані, загальмовуються пневматичним гальмом, перший напіввагон з боку зіткнення додатково загальмовується двома гальмівними башмаками. Розмічають контрольну ділянку колії – прямолінійний горизонтальний відрізок колії довжиною 10 м від осі автозчеплення напіввагона «стінки» з боку набігання випробовуваного вагона. Контрольна ділянка призначена для визначення швидкості зіткнення випробовуваного вагона зі «стілкою».

Випробовуваний вагон (зчеп) за допомогою локомотива відводять від стінки на необхідну відстань і розганяють штовханням з роз'єднаним зчепленням у напрямку до «стінки» до необхідної швидкості. На відстані від «стінки» не менше 15 м виконують саморозчеплення зчеплення, локомотив загальмовує, а випробовуваний вагон за інерцією наочується на «стінку». У випадках використання локомотива без пристрою саморозчеплення автозчеплення роз'єднується перед початком розгону.

На прямій ділянці колії проводять 10 зіткнень у такій послідовності:

- 4 зіткнення зі швидкостями від 4 до 5 км/год;
- 3 зіткнення зі швидкостями від 5 до 6 км/год;
- 2 зіткнення зі швидкостями від 6 до 7 км/год;
- 1 зіткнення зі швидкістю від 7 до 8 км/год.

При випробуваннях зчепів на криволінійній ділянці проводиться 10 зіткнень зі швидкостями від 4 до 8 км/год, як зазначено вище.

Після кожного зіткнення вагон (зчеп), вантаж і всі елементи кріплення оглядаються членами комісії.

Значення швидкості зіткнень, результати огляду (зміни положення вантажу, стану елементів кріплення, пошкодження конструкції вагона) фіксують в акті випробувань на зіткнення. Зсув вантажу визначають за положенням міток до і після зіткнення.

Якщо під час випробувань зсув вантажу або пошкодження елементів кріплення загрожує безпеці руху або збереженню вантажу і рухомого складу, випробування повинні бути негайно припинені, про що робиться відповідний запис в акті випробувань на зіткнення.

Спосіб розміщення і кріплення вантажу вважається таким, що витримав випробування, якщо в результаті 10 зіткнень (із швидкістю до 8 км/год) на прямій, а для зчепів - на прямій і криволінійній ділянках колії реквізити кріплення вантажу не мали істотних дефектів, вантаж знаходився в закріпленому стані, придатному для перевезення, і не зафіксовано пошкоджень вагона.

За результатами випробувань на зіткнення комісія приймає рішення про проведення дослідного перевезення. За рішенням комісії вагони для участі в дослідному перевезенні можуть бути повністю або частково перевантажені, замінені всі або деякі засоби кріплення.

*Дослідні перевезення (II етап)* проводять з метою перевірки надійності способу розміщення і кріплення в реальних умовах перевезень. Вагони, завантажені за проектом МТУ, включають у поїзди на загальних підставах. Дослідні перевезення можуть бути як одноразовими, так і такими, що призначаються на певний період – багаторазовими. Багаторазові дослідні перевезення призначаються на розсуд комісії, наприклад, у випадках недостатньої дальності одноразового перевезення, для перевірки надійності способу кріплення вантажу в зимових і літніх умовах. Загальний пробіг кожного вагона в процесі дослідних перевезень повинен становити не менше 1500 км.

У верхній частині лицьової сторони першого аркуша накладної на вантаж, що відправляється в дослідне перевезення, роблять відмітку "Дослідне перевезення".

При відправленні кожного випробовуваного вагона в дослідне перевезення:

- на вантаж і вагон наносять контрольні мітки;
- оформлюють акт дослідного перевезення.

Ліва частина акта заповнюється і підписується членами комісії на станції відправлення. В акті має бути вказана адреса, за якою він має бути повернутий після вивантаження вагонів. Акт дослідного перевезення прикладають до накладної на вагон.

Необхідність супроводу вагонів, завантажених за проектом МТУ, що перевіряється, у процесі дослідних перевезень визначається комісією. Якщо дослідне перевезення здійснюється в супроводі, члени комісії систематично оглядають стан вантажу і його кріплення на шляху прямування. Результати оглядів заносять у журнал дослідного перевезення.

При виявленні пошкодження засобів кріплення члени комісії оцінюють можливість подальшого прямування дослідних вагонів у складі поїзда.

За необхідності розпуску складу з дослідними вагонами з сортувальних гірок вантаж, кріплення і вагони оглядають перед розпуском і після нього.

При дослідних перевезеннях без супроводу договірний перевізник (перевізник, який уклав з відправником договір перевезення відповідно до СМГС) сповіщає перевізника на станції призначення про проведення комісійного вивантаження.

На станції призначення вивантаження дослідних вагонів виконують під наглядом перевізника і одержувача. Перед вивантаженням проводять огляд вантажу і засобів кріплення вантажу у вагонах, а після вивантаження – остаточну оцінку стану вантажу, вагона і засобів кріплення. Перевізник і одержувач заповнюють і підписують праву частину акта дослідного перевезення.

На підставі аналізу матеріалів експериментальної перевірки приймається рішення про придатність способу розміщення і кріплення вантажу, що перевіряється. За необхідності формулюються зауваження та пропозиції щодо коригування способу розміщення і кріплення вантажу, що перевіряється.

### **Контрольні запитання**

1. Відповідно до якого документа повинно виконуватись розміщення і кріплення вантажів?

2. Види габаритів навантаження і сфери їх застосування.

3. Основні вимоги до розміщення вантажів у вагонах.

4. Де розташовується загальний центр ваги?

5. Як визначається положення загального центра ваги вантажів у поздовжньому і поперечному напрямках?

6. Як вантажовідправник повинен підготувати вантаж, пред'являючи його до перевезення, щоб у процесі перевезення були забезпечені безпека руху поїздів, збереження вантажу і вагона?

7. Хто визначає придатність вагонів для перевезення вантажів у технічному та комерційному відношенні?

8. Яких правил повинні дотримуватися відправники і одержувачі з метою забезпечення збереження вагонного парку?
9. Що не допускається здійснювати при виконанні вантажно-розвантажувальних операцій?
10. Які засоби кріплення застосовуються для кріплення вантажів у вагонах?
11. Що таке багатооборотний засіб кріплення? Що вони повинні забезпечувати?
12. Які сили діють на вантаж у процесі його транспортування?
13. Як визначити поздовжню і поперечну горизонтальні та вертикальну інерційні сили?
14. Як визначити вітрове навантаження?
15. Розрахунок сили тертя в поздовжньому та поперечному напрямках.
16. Як визначити коефіцієнт запасу стійкості вантажу від перекидання?
17. Як визначити зусилля в розтяжках від перекидання?
18. Які мають бути виконані вимоги при закріпленні вантажу від перекидання обв'язками?
19. Як визначити зусилля в обв'язках?
20. Як визначити кількість цвяхів для закріплення одного упорного бруска?
21. Що повинен містити проект місцевих технічних умов?
22. Порядок розроблення місцевих технічних умов.
23. Що повинні містити НТУ?
24. Які етапи включає експериментальна перевірка способів розміщення та кріплення вантажів?
25. Як проводять випробування на зіткнення?
26. Що таке дослідні перевезення?

## РОЗДІЛ 2

### ОСОБЛИВОСТІ РОЗМІЩЕННЯ ТА КРІПЛЕННЯ РІЗНИХ ВАНТАЖІВ

#### 2.1. Особливості розміщення та кріплення довгомірних вантажів

До *довгомірних* відносять вантажі, які при навантаженні у вагон виходять за межі однієї або обох кінцевих балок рами більш ніж на 400 мм.

Центр ваги довгомірного вантажу, завантаженого на зчеп вагонів з опорою на два вагони, повинен розташовуватися на перетині поздовжньої і поперечної площини симетрії зчепу. Довгомірні вантажі розміщують на зчепі вагонів з опорою на один вагон або з опорою на два вагони залежно від їх довжини і маси. Зчеп вагонів може складатися з вагонів, які несуть вантаж, вагонів прикриття і проміжних вагонів. Вагони прикриття можуть завантажуватися вантажем, який прямує на адресу того самого одержувача. При виході вантажу за межі кінцевої балки рами з одного боку вагона більш ніж на 400 мм використовується одна платформа прикриття (рис. 2.1, а). При виході вантажу за межі кінцевих балок рам з обох боків вагона більш ніж на 400 мм використовуються дві платформи прикриття (рис. 2.1, б). У цьому випадку відстань між довгомірним вантажем, закріпленим на платформі, і вантажем, розміщеним на платформі прикриття, повинна бути не менше 270 мм.

Розміщення довгомірних вантажів на зчепі з опорою на один вагон здійснюється без використання турнікетів, а на два вагони – з використанням турнікетів.

*Турнікет* – це комплект опорно-кріпильних пристроїв (турнікетних опор), призначений для компенсації всіх видів зусиль, що діють на вантаж у процесі перевезення, а також для забезпечення безпечного проходження зчепу по криволінійних ділянках колії і ділянках з переломним профілем при різних режимах кріплення (рис. 2.2).

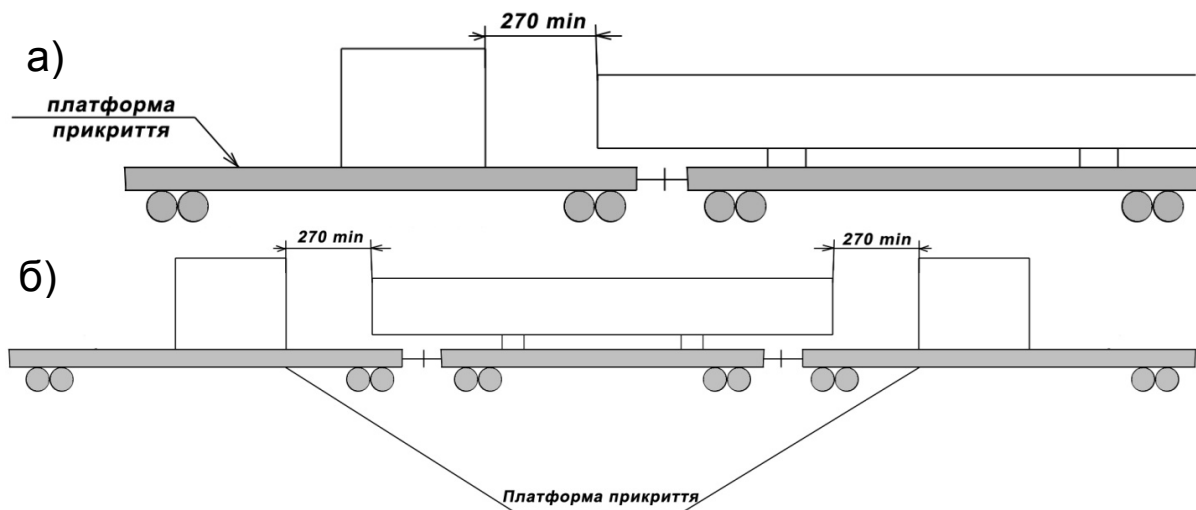


Рис. 2.1. Схеми розміщення довгомірних вантажів:  
 а – використовується одна платформа прикриття;  
 б – використовуються дві платформи прикриття

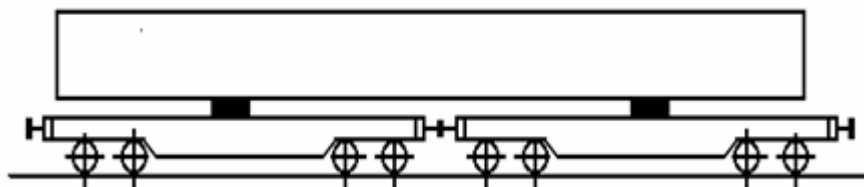


Рис. 2.2. Розміщення довгомірних вантажів із застосуванням турнікетів

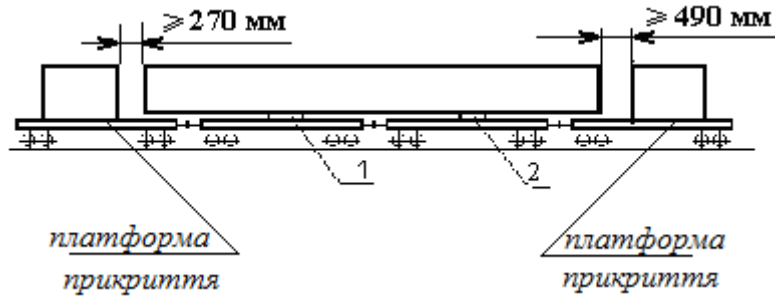
Застосовуються турнікети двох видів:

- нерухомі турнікети, що забезпечують нерухоме закріплення вантажу в поздовжньому напрямі відносно однієї з платформ з вантажем;
- рухомі турнікети, що забезпечують закріплення вантажу з можливістю обмеженого поздовжнього переміщення вантажу відносно двох платформ з вантажем.

У разі, коли вантаж закріплений непорушно відносно одного з вагонів з вантажем, відстань між торцем довгомірного вантажу і вантажем на платформі прикриття повинна бути:

- з боку платформи, обладнаної нерухомою турнікетною опорою, не менше за 270 мм (рис. 2.3, а);
- з боку платформи, обладнаної рухомою турнікетною опорою, не менше 490 мм для зчепів без проміжної платформи (рис. 2.3, а); не менше 710 мм для зчепу з використанням проміжної платформи (рис. 2.3, б).

а)



б)

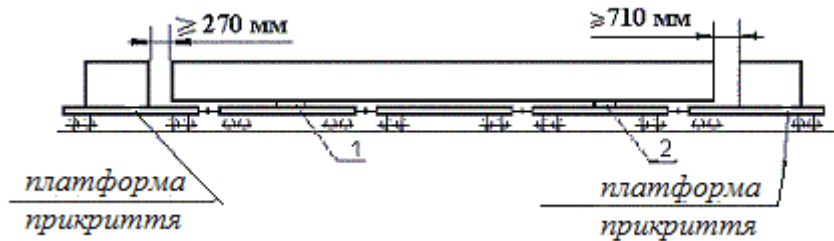


Рис. 2.3. Розміщення довгомірних вантажів, коли вантаж закріплений нерухожно відносно одного з вагонів з вантажем:  
1 - нерухома турнікетна опора; 2 - рухома турнікетна опора

У випадку, коли вантаж закріплений з використанням рухомого турнікета, відстань між торцем довгомірного вантажу і вантажем на платформі прикриття має бути не менше  $(270 + l_{np})$  мм (рис. 2.4).

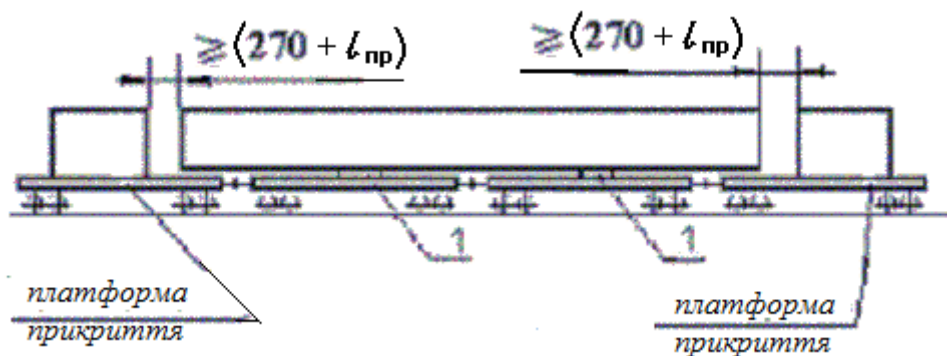


Рис. 2.4. Розміщення довгомірного вантажу, закріпленого з використанням рухомого турнікета: 1 - рухома турнікетна опора;  $l_{np}$  - сумарна величина вільного і робочого ходів турнікета в одну сторону, приймається за конструкторською документацією на турнікет



Розміщення довгомірного вантажу на зчепі з опорою на один вагон з різним виходом кінців вантажу за межі кінцевих балок допускається при дотриманні таких умов:

- вантаж має по всій довжині однаковий поперечний переріз і рівномірно розподілену масу;
- один кінець вантажу виступає за межі кінцевої балки вагона не більш ніж на 400 мм;
- довжина вантажу і величина поздовжнього зміщення його центра ваги від поперечної площини симетрії вагона не перевищує величин, наведених у табл. 39, 40 [7].

Зчеп для перевезення довгомірного вантажу має бути сформований так, щоб у порожньому стані висота поздовжніх осей автозчеплень вагонів з вантажем від РГР була більше висоти осей автозчеплень вагонів прикриття і проміжних вагонів на 50-100 мм. Допускається використовувати для формування зчепу вагони з різною довжиною бази.

З метою запобігання роз'єднанню зчепу на шляху прямування зліва на бічних бортах всіх вагонів зчепу з обох боків відправником наноситься напис: «Зчеп не роз'єднувати», рукоятки важелів розчеплень всіх вагонів зчепу фіксуються до кронштейнів платформ або скоб напіввагонів відпаленим дротом діаметром не менше 4 мм.

## **2.2. Правила розміщення та кріплення автопоїздів, автомобілів, тягачів, причепів, напівпричепів**

**Автопоїзд** – автомобільний тягач у зчепі з напівпричепом або автомобіль у зчепі з причепом (рис. 2.5, 2.6).

**Автомобіль** – транспортний засіб з незнімним закритим кузовом (рис. 2.7).

**Причип** – транспортна одиниця, що є закритим кузовом, розміщеним на двох шасі і з'єднується з автомобілем зчипним пристроєм (рис. 2.8).

**Напівпричип** - транспортна одиниця, що є закритим кузовом на шасі (рис. 2.9). Напівпричип має пристрій для з'єднання з автомобільним тягачем (рис. 2.10) так, щоб значна частина його маси передавалася на автомобільний тягач, і опорний пристрій,

що складається при перевезенні і висувається при зберіганні напівпричепа на терміналах окремо від тягача. Для виконання вантажно-розвантажувальних робіт напівпричіп повинен мати пристрої для захоплення вантажопідйомними механізмами.

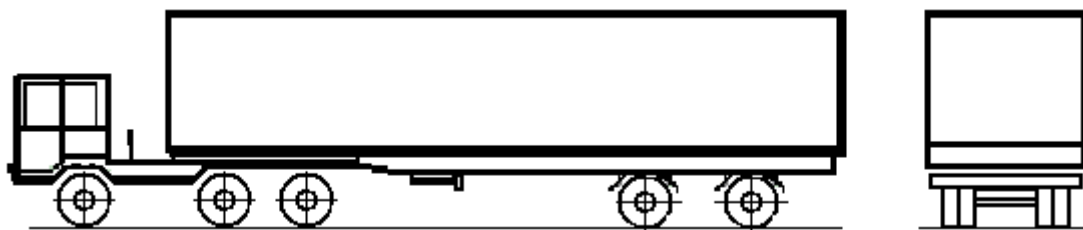


Рис. 2.5. Автопоїзд (тягач –напівпричіп)

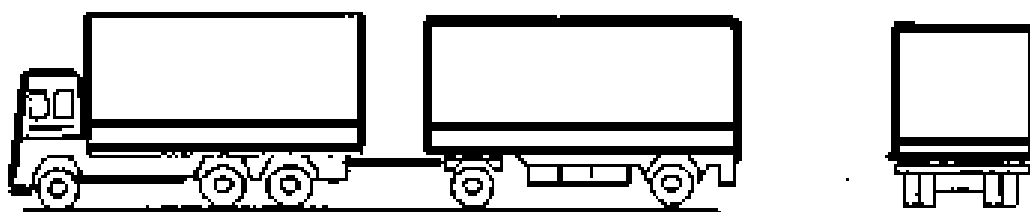


Рис. 2.6. Автопоїзд (автомобіль-причіп)

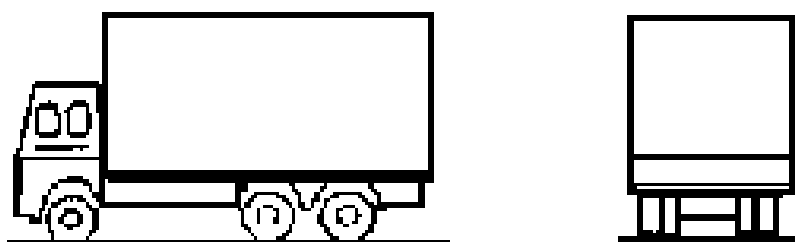


Рис. 2.7. Автомобіль

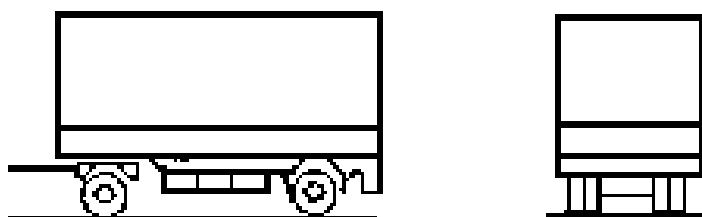


Рис. 2.8. Причіп

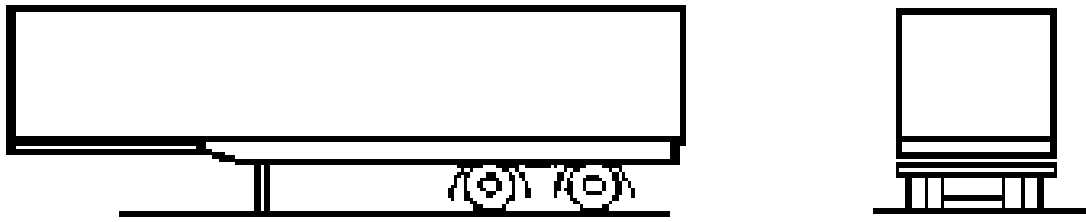


Рис. 2.9. Напівпричіп

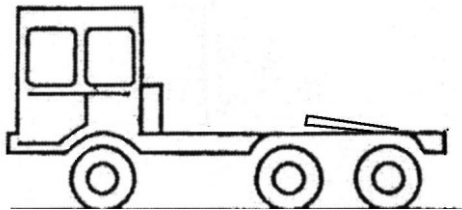


Рис. 2.10. Тягач

На автопоїздах, автомобілях, напівпричепях, причепах, тягачах не наноситься знак центра ваги.

Перед навантаженням автопоїздів, автомобілів, напівпричепів, причепів, тягачів упори для кріплення контейнерів приводять у неробочий стан, переїзні площадки встановлюють у горизонтальне положення. Після навантаження переїзні площадки встановлюють у вертикальне положення.

Автопоїзди, автомобілі і тягачі з несправною гальмівною системою, потьоканами мастила і палива до перевезення не допускаються.

Навантаження виконується на технічно справні, очищені від сміття, снігу, льоду і сторонніх предметів платформи. У зимовий час підлоги платформ у місцях спирання коліс автопоїздів, автомобілів, тягачів, причепів, напівпричепів посипаються сухим піском шаром 1-2 мм.

Навантаження (вивантаження) на платформи автопоїздів, автомобілів, тягачів здійснюється самозаїздом (самовіїздом), а напівпричепів - механізованим способом за допомогою захватних пристосувань.

Після навантаження автопоїздів, автомобілів, напівпричепів, причепів, тягачів на платформу необхідно:

- загальмувати їх так, щоб не відбулося самовільне розгальмування;
- максимально зменшити висоту автомобіля, напівпричепа, причепа, тягача за рахунок відповідного регулювання пневматичних пристроїв підвіски;
- зняти (прибрати) антени, розгорнути дзеркала уздовж автомобіля, тягача.

Автопоїзди, автомобілі, напівпричепа, причепа, тягачі розміщують на платформі симетрично її поздовжньої площини симетрії. Зсув автопоїздів, автомобілів, напівпричепів, причепів, тягачів у поперечному напрямку допускається не більше 100 мм. Вихід за межі кінцевої балки рами платформи не повинен перевищувати 400 мм.

При розміщенні на платформі двох одиниць вантажу різниця значень їх маси не повинна перевищувати 6 т.

Для перевезення платформ у порожньому стані переїзні площадки встановлюють у вертикальне положення, упори для кріплення контейнерів приводять у неробочий стан, колісні упори на платформі моделі 13-9961 знімають і прибирають у ніші, на платформах моделей 13-9004М, 13-4095 колісні упори, прикріплені тросами (ланцюжками) до поздовжньої балки, встановлюють в отвори на зниженій частині підлоги.

При розміщенні на одній платформі двох автомобілів відстань між автомобілями повинна бути не менше 400 мм (рис. 2.11). Відстань від закріпленої осі автомобіля до кінцевої балки рами платформи має бути не менше 1000 мм. Кількість автомобілів на платформі визначають залежно від їх довжини і маси.

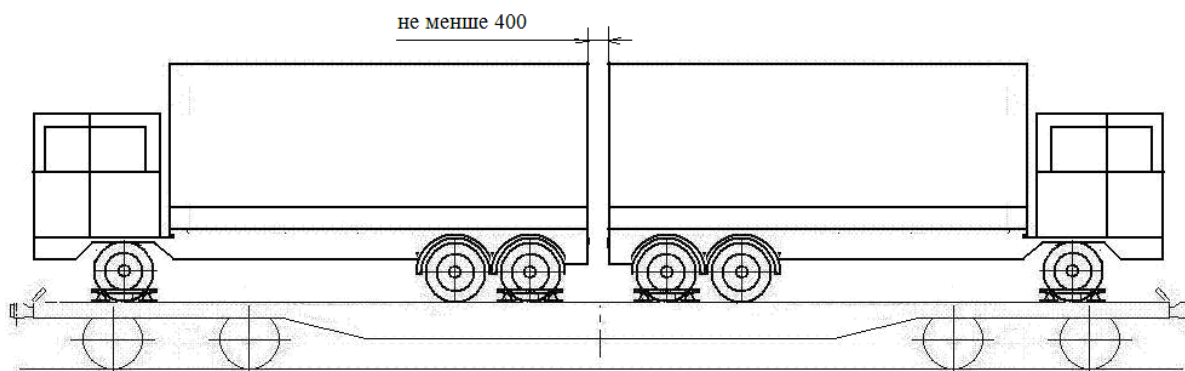


Рис. 2.11. Розміщення та кріплення автомобілей на платформі

Кріплення автопоїздів і автомобілів виконують колісними упорами і поперечними упорами, що входять до комплекту платформи. Кожен автомобіль, причіп, тягач закріплюють вісьмома колісними упорами і чотирма поперечними упорами, що встановлюють до коліс однієї передньої і однієї задньої осі. Напівпричіп на трьох осях закріплюють вісьмома колісними упорами і чотирма поперечними упорами, напівпричіп на двох осях – чотирма колісними і двома поперечними упорами. Колісний упор фіксують на підлозі платформи, вставляючи два U-подібних штирі в отвори в основі упору, суміщені з отворами, розташованими в підлозі через кожні 75 мм (рис. 2.12).

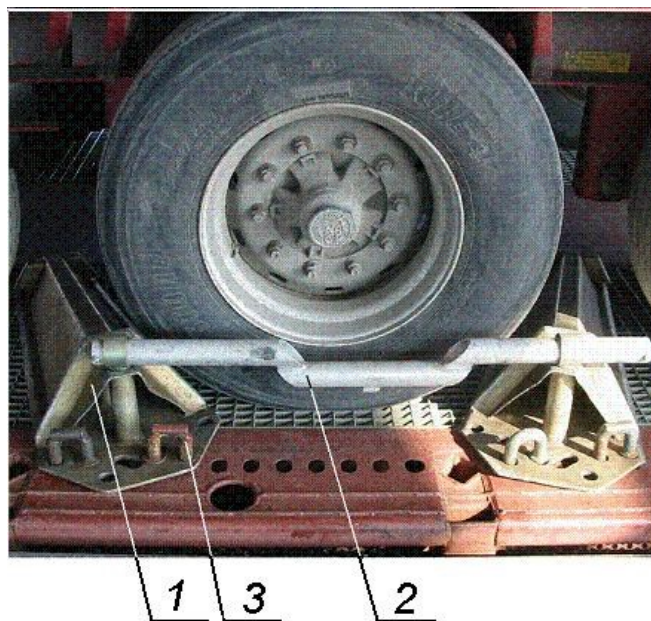


Рис. 2.12. Встановлення упорів:

1 - колісний упор; 2 - поперечний упор; 3 - U-подібний штир

Сумарний зазор між колом кочення колеса і поверхнями колісних упорів не повинен перевищувати 75 мм. На кожну пару колісних упорів із зовнішнього боку коліс встановлюють поперечні упори, вставляючи їх штирі у вертикальні втулки в корпусі колісних упорів, розташованих максимально близько до бічної поверхні колеса.

При розміщенні на одній платформі декількох причепів і напівпричепів (рис. 2.13) відстань між причепами повинна бути не менше 400 мм. Відстань від крайньої закріпленої осі причепа

та напівпричепа до кінцевої балки рами платформи має бути не менше 1000 мм. Кількість причепів на платформі визначають залежно від їх довжини і маси.

Різниця значень маси крайніх причепів не повинна перевищувати 6 т.

Зчіпний пристрій (дишло) прицепа опускають і спирають на підлогу платформи.

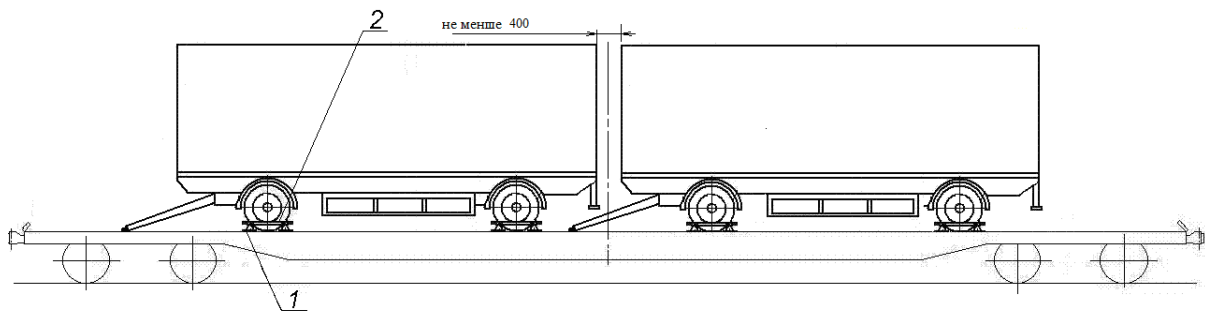


Рис. 2.13. Розміщення та кріплення причепів:  
1 - колісний упор; 2 - поперечний упор

Опорну балку для кріплення напівпричепа встановлюють поперек платформи в робоче положення. Для цього:

- виймають стопорну цапфу з втулки;
- повертають опорну балку до поєднання з кареткою на протилежній бічній балці платформи;
- закріплюють опорну балку на каретці стопорною цапфою;
- фіксують стопорну цапфу ув'язкою з дроту діаметром 6 мм у дві нитки до скоби на опорній балці;
- встановлюють опорну балку з каретками на відстань не менше 100 мм від обох торців ковзунів;
- важіль переводять у крайнє праве положення, перевіряють положення захвата, який не повинен перекривати отвір центра.

Навантаження і кріплення напівпричепа на платформі здійснюється у такому порядку:

- напівпричіп вантажопідйомним механізмом встановлюють на платформі так, щоб зчіпний шворінь напівпричепа повністю увійшов до отвору центра в опорній балці;
- зчіпний шворінь напівпричепа фіксують на опорній балці; для цього піднімають фіксатор і переміщують важіль у крайнє ліве положення;

- опорні стійки напівпричепа піднімають так, щоб проміжок між ними і підлогою платформи був не менше 100 мм;
- після навантаження напівпричіп не загальмовують.

Вивантаження напівпричепа здійснюється у такому порядку:

- звільняють кріплення зчіпного шворня напівпричепа, піднявши фіксатор і обернувши важіль на опорній балці в крайнє праве положення;
- опускають опорні стійки напівпричепа до торкання ними підлоги платформи;
- знімають напівпричіп з платформи за допомогою вантажопідйомних механізмів;
- опорну балку на каретках пересувають до центра платформи; від'єднують її від однієї каретки, для чого виймають стопорну цапфу з втулки кареток, повертають опорну балку уздовж бічної балки платформи так, щоб вільний її кінець розташувався над втулкою бічної балки;
- фіксують опорну балку у втулці бічної балки стопорною цапфою;
- фіксують стопорну цапфу ув'язкою з дроту діаметром 6 мм у дві нитки до скоби на опорній балці.

Розміщення напівпричепів на платформі виконується у відповідності зі схемою, наведеною на рис. 2.14 Підкатний візок закріплюють чотирма колісними упорами і двома поперечними упорами.

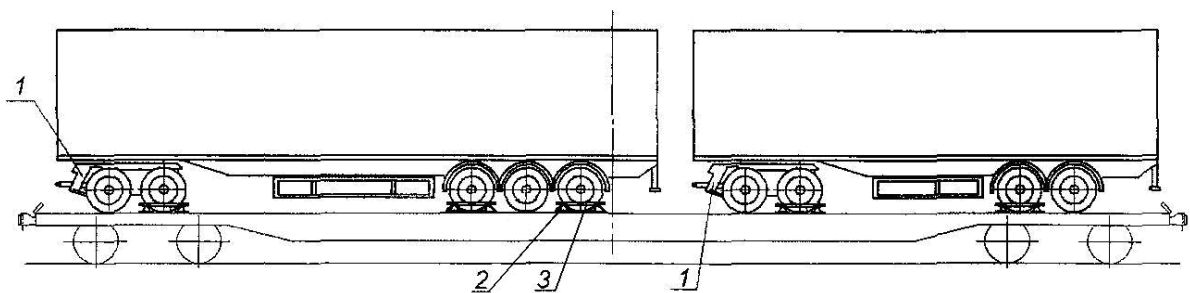


Рис. 2.14. Розміщення і кріплення напівпричепів:  
1 - підкатний візок; 2 - колісний упор; 3 - поперечний упор

Розглянемо порядок розміщення та кріплення тягачів. Одиночний тягач розміщують симетрично відносно поперечної площини симетрії платформи (рис. 2.15, а). Два тягачі розміщують так, щоб відстань між ними становила не менше 400 мм (рис. 2.15, б).

Кріплення кожного тягача від зсувів здійснюється вісьмома колісними і чотирма поперечними упорами, що встановлені під колеса передньої і однієї з задніх осей тягача.

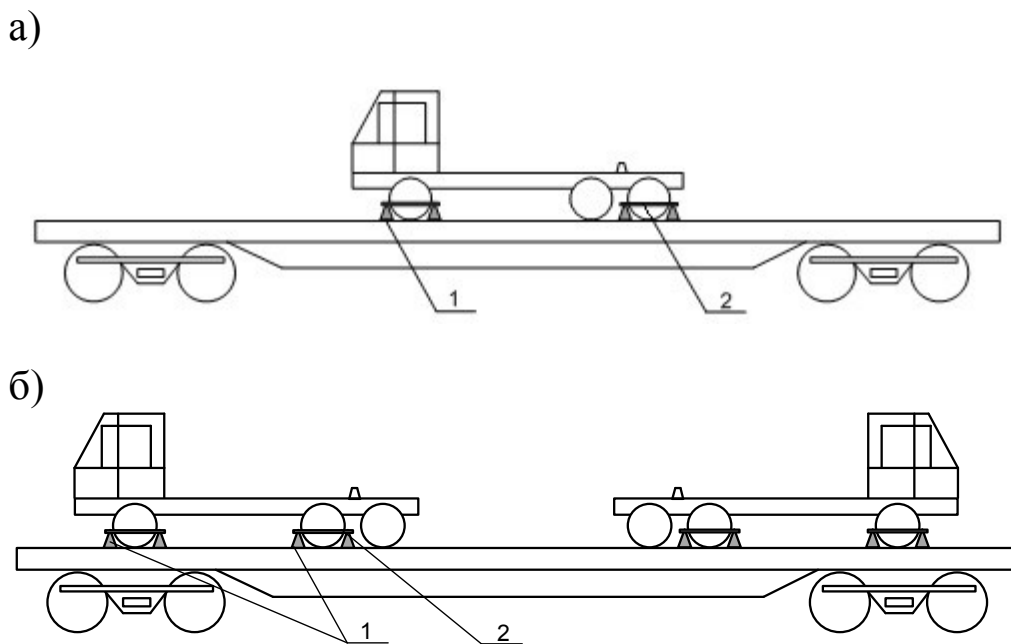


Рис. 2.15. Розміщення та кріплення тягачів:  
1 – колісний упор; 2 – поперечний упор

Платформи моделей 13-9009, 13-4095 і 13-9004М мають знижений вантажний майданчик з металевою підлогою, на якій можуть встановлюватися колісні упори для закріплення автопоїздів, автомобілів, тягачів, причепів і напівпричепів.

При розміщенні автопоїзда (тягач-напівпричеп) на платформі моделей 13-4095, 13-9004М його розміщують таким чином, щоб колеса напівпричепа і задні колеса тягача перебували на горизонтальній площадці зниженої частини підлоги платформи (рис. 2.16). Передні колеса тягача можуть розташовуватися на верхній або зниженій горизонтальній частині вантажної площадки або на похилій її ділянці.



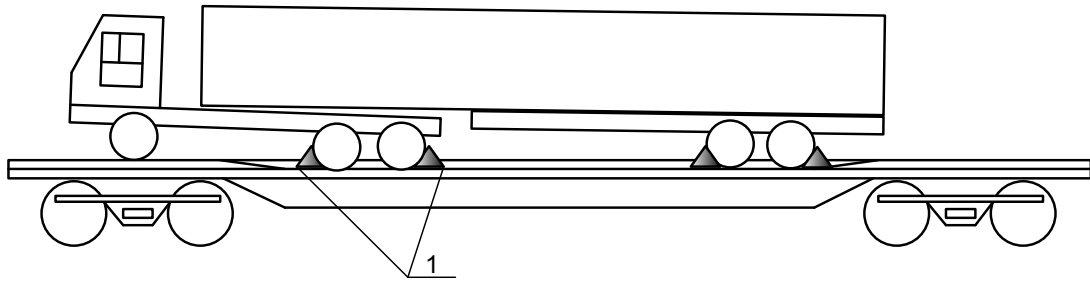


Рис. 2.16. Розміщення та кріплення автопоїзда (тягач-напівпричіп): 1 - колісний упор

Автопоїзд від поздовжніх зміщень закріплюють вісьмома колісними упорами. При цьому чотири колісних упори встановлюють під задній міст тягача і чотири - під колеса напівпричепа.

Допускається встановлювати упори під колеса автопоїзда, автомобіля, напівпричепа, причепа, тягача з зазорами, сумарна величина яких для кожної пари упорів не повинна перевищувати 100 мм.

Автопоїзд (автомобіль-причіп) розміщують на платформі так, щоб передні колеса автомобіля і задні колеса причепа знаходилися на верхніх горизонтальних ділянках підлоги платформи (рис. 2.17).

Допускається встановлювати автопоїзд у зчепленому (рис. 2.17) або розчепленому стані. При установленні в розчепленому стані зчіпний пристрій (дишло) причепа опускають і спирають на підлогу платформи, автомобіль розташовують на відстані не менше 250 мм від причепа.

Автопоїзд від поздовжніх зміщень закріплюють вісьмома колісними упорами: чотири колісних упору встановлюють під задній міст автомобіля і чотири - під передню вісь причепа.

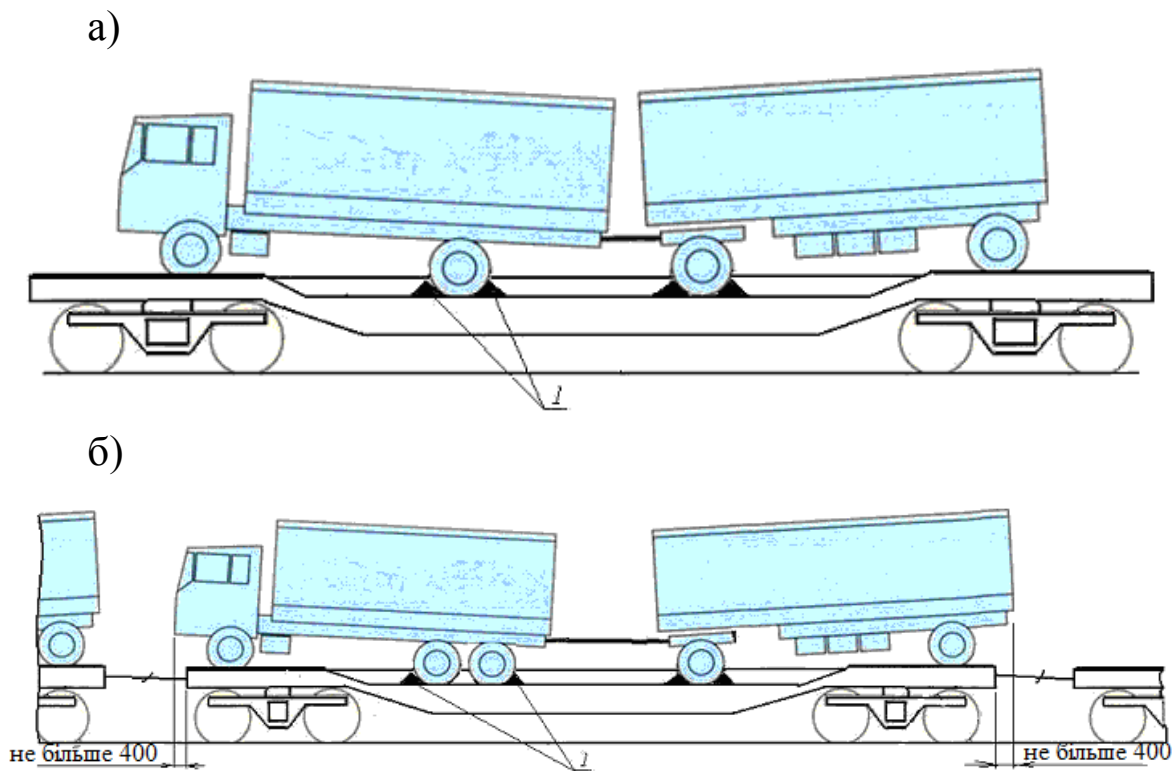


Рис. 2.17. Розміщення та кріплення автопоїзда (автомобіль-причіп): 1 - колісний упор

### 2.3. Вимоги щодо розміщення та кріплення вантажів у критих вагонах

Загальний центр ваги вантажу повинен розташовуватися на лінії перетину поздовжньої і поперечної площин симетрії вагона. Якщо дана вимога з об'єктивних причин не виконується, допускається зміщення загального центра ваги вантажу відносно поздовжньої і поперечної площин симетрії вагона, який не повинен перевищувати величин, встановлених главою 1 Технічних умов.

При розміщенні у вагоні вантажів різної маси кількома ярусами вантажі більшої маси розміщують у нижньому, а вантажі меншої маси - у верхньому ярусі.

Якщо вантажі верхнього ярусу можуть пошкодити або порушити упаковку вантажів нижнього ярусу, між ярусами розміщують відповідний матеріал.

Для кріплення вантажу у вагоні використовують тільки ті елементи конструкції вагона, які призначені для установлення засобів кріплення, наприклад скоби або отвори на балках незнімного обладнання вагона, дерев'яний настил підлоги. Не допускається кріпити засоби кріплення вантажу до стін, дверних коробок, деталей незнімного обладнання вагона цвяхами, скобами, болтами та ін., а також приварювати кріпильні пристрої до елементів конструкції вагона.

Допускається кріпити цвяхами до дверних коробок вагона дошки огорожі дверного отвору.

Якщо торцеві стіни вагона при перевезенні можуть бути пошкоджені гострими або виступаючими крайками вантажу, їх огорожують на висоту завантаження дерев'яними щитами.

Щит огорожі виготовляють з дошок товщиною не менше 40 мм (рис. 2.18). Щит складається з чотирьох вертикальних дошок (стояків) і необхідної кількості горизонтальних дошок. Довжина горизонтальних дошок повинна дорівнювати ширині вагона. Висота щита по верхній горизонтальній дошці повинна бути не менше висоти навантаження вантажу біля торцевої стіни. Проміжки між горизонтальними дошками щита повинні бути не більше ширини дошки і не більше висоти окремих місць вантажу.

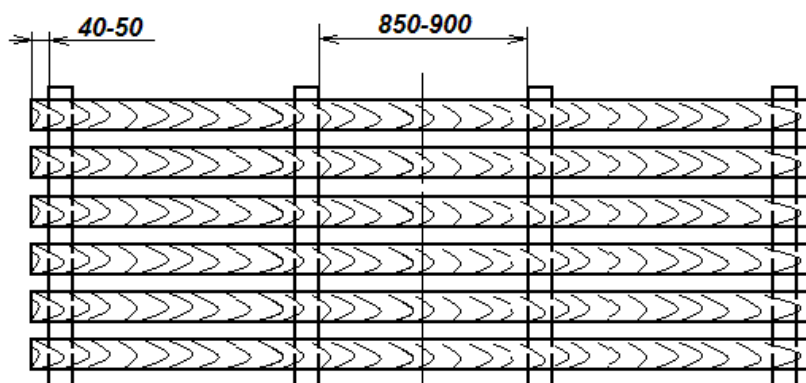


Рис. 2.18. Щит огороження

Дошки щита скріплюють між собою цвяхами довжиною не менше 80 мм по два в кожне з'єднання. Щит встановлюють стояками до торцевої стіни вагона.

У міждверному просторі вагона вантаж розміщують так, щоб забезпечувалась можливість установа огороджі дверей.

Двері критого вагона огорожують дошками перетином не менше 40x150 мм.

Допускається не огорожувати двері вагона, якщо:

- вантаж не розміщений у міждверному просторі;
- місця вантажу, розміщені в міждверному просторі вагона, перебивають ширину дверного отвору;
- довжина вантажу, що розміщується уздовж бічних стін вагона, у міждверному просторі становить менше половини довжини місця вантажу;
- вантаж, розміщений у міждверному просторі, закріплений від зсуву і перекидання в поперечному напрямку.

Навантаження вантажу повинно проводитися у вагони, очищені від залишків раніше перевезеного вантажу, засобів кріплення, сміття, бруду. Бічні і верхні завантажувальні люки, пічні розділки критих вагонів повинні бути зачиненими зсередини вагона на запірні пристрої. Незаварені верхні завантажувальні люки залежно від їх конструкції повинні бути додатково закріплені зсередини вагона.

Конструктивні зазори кузова критого вагона, які можуть з'явитися причиною пошкодження або втрати вантажу, повинні бути закладеними зсередини вагона. Спосіб закладення зазорів повинен забезпечувати збереження вагона, можливість відновлення вихідного працездатного стану вагона після перевезення вантажу і не повинен вносити змін у конструкцію вагона.

При перевезенні швидкопсувних вантажів у критих вагонах з вентиляванням бічні люки вагона відкривають і проріз люка закривають зсередини вагона металевими решітками, а за відсутності у вагоні металевої решітки кришки закріплюють у напіввідкритому положенні дротом діаметром 4 – 6 мм з установа дерев'яних брусків.

При перевезенні вантажів, що потребують підготовки критих вагонів у протипожежному відношенні, кузов вагона не повинен мати щілин. Щільність кузова перевіряється зсередини вагона при закритих люках і дверях.

Конструктивні зазори в місцях з'єднання даху з обшивкою стін (за їх наявності) у дверних і люкових отворах повинні бути закладеними зсередини вагона способом, передбаченим умовами перевезень конкретного вантажу, наприклад папером мішечним або крафт-обгортковим на рідкому склі, або склотканиною на клейовій основі, руберойдом, щільним картоном і т. п. Використання монтажної піни забороняється.

Двері вагона, які не використовуються для навантаження, закривають, замикають дверною накладкою і фіксують зовні дерев'яними клинами. Зазори між дверима і рамою дверного отвору, підлогою заклеюють зсередини вагона смугами паперу шириною 150 мм по всьому периметру дверного отвору.

Для закладення зазорів у критих вагонах використовують склотканини будь-яких марок, що відповідають вимогам пожежної безпеки. Поверхню вагона, на яку наклеюють склотканину, очищають від пилу.

Двері вагона фіксують зовні дерев'яними клинами. Зазори у дверному отворі усувають смугами склотканини шириною 200-250 мм, які приклеюють:

- у місці з'єднання вертикальних стояків дверного отвору зі стулкою дверей;
- у місці з'єднання підлоги зі стулкою дверей і порогом дверного отвору.

Для кріплення вантажів у критих вагонах застосовують пневмооболонки (надувні пакети), розпірні рами, розпорні конструкції, стяжні ремені, стропи текстильні стрічкові.

Пневмооболонки складаються з зовнішньої оболонки, внутрішнього пакета і клапана для наповнення пневмооболонки повітрям. Кожна пневмооболонка повинна мати маркування, що включає її позначення, ідентифікаційний номер, значення робочого тиску пакета, необхідні технічні характеристики (розміри, величину допустимого розміру зазора, який може бути заповнений пневмооболонкою), інформацію щодо застосування. Пневмооболонки повинні відповідати вимогам щодо стійкості до впливу кліматичних чинників: температура навколишнього середовища - від мінус 60 °С до плюс 50 °С і відносна вологість повітря 100 % при 15 °С.

Пневмоболонки розміщують у зазор між штабелями (групами) ящиків, пакетів на висоті від підлоги вагона 100-200 мм і заповнюють повітрям до робочого тиску за інструкцією виробника (рис. 2.19).

Розміри пневмооболонок підбирають так, щоб після встановлення контактна поверхня пневмооболонок перекривала не менше половини площі кожного ящика і не менше  $3/4$  площі кожного пакета. При величині зазора більше того, який може бути заповнений однією пневмооболонкою, у зазор встановлюють дві пневмооболонки (рис. 2.19, б) або ящики, пакети розміщують трьома штабелями так, щоб зазори були однаковими (рис. 2.19, в). Якщо поверхні ящиків, пакетів мають гострі кути або виступаючі частини, які можуть пошкодити пневмооболонки, між ними і пневмооболонкою встановлюють прокладочний матеріал (рис. 2.19, д).

При встановленні двох однакових пневмооболонок по довжині штабеля вздовж вагона (рис. 2.19, б, 2.19, в, 2.19, и) їх несуча спроможність дорівнює несучій спроможності однієї пневмооболонки. При встановленні двох різних пневмооболонок їх несуча спроможність приймається за меншим значенням.

Підбирання пневмооболонок і варіанта їх встановлення здійснюють залежно від величини зазора між штабелями (групами) ящиків, пакетів, маси і висоти кожного штабеля (групи), несучої спроможності конкретного типу і розміру пневмооболонки. Під несучою спроможністю пневмооболонки розуміється величина допустимого навантаження при конкретній величині заповнюваного зазора.

Розглянемо **розміщення та кріплення непакетованих вантажів** у тарі ящикового типу (дерев'яні, полімерні ящики, коробки з гофрованого або плоского склеєного картону, ящикові піддони та ін.), а також порожніх ящиків і пакетів порожніх ящиків, вантажів, сформованих у транспортні пакети.

Ящики розміщують кількома ярусами по висоті по всій довжині та ширині вагона. Кількість ярусів вантажу у вагоні визначають виходячи з механічних властивостей тари. У кожному ярусі ящики розміщують так, щоб зазори між ящиками і поздовжніми стінами вагона були мінімальними. Допускається комбіноване розташування ящиків у вагоні, тобто вздовж і поперек вагона. Допускається розміщувати в одному вагоні ящики різних розмірів.

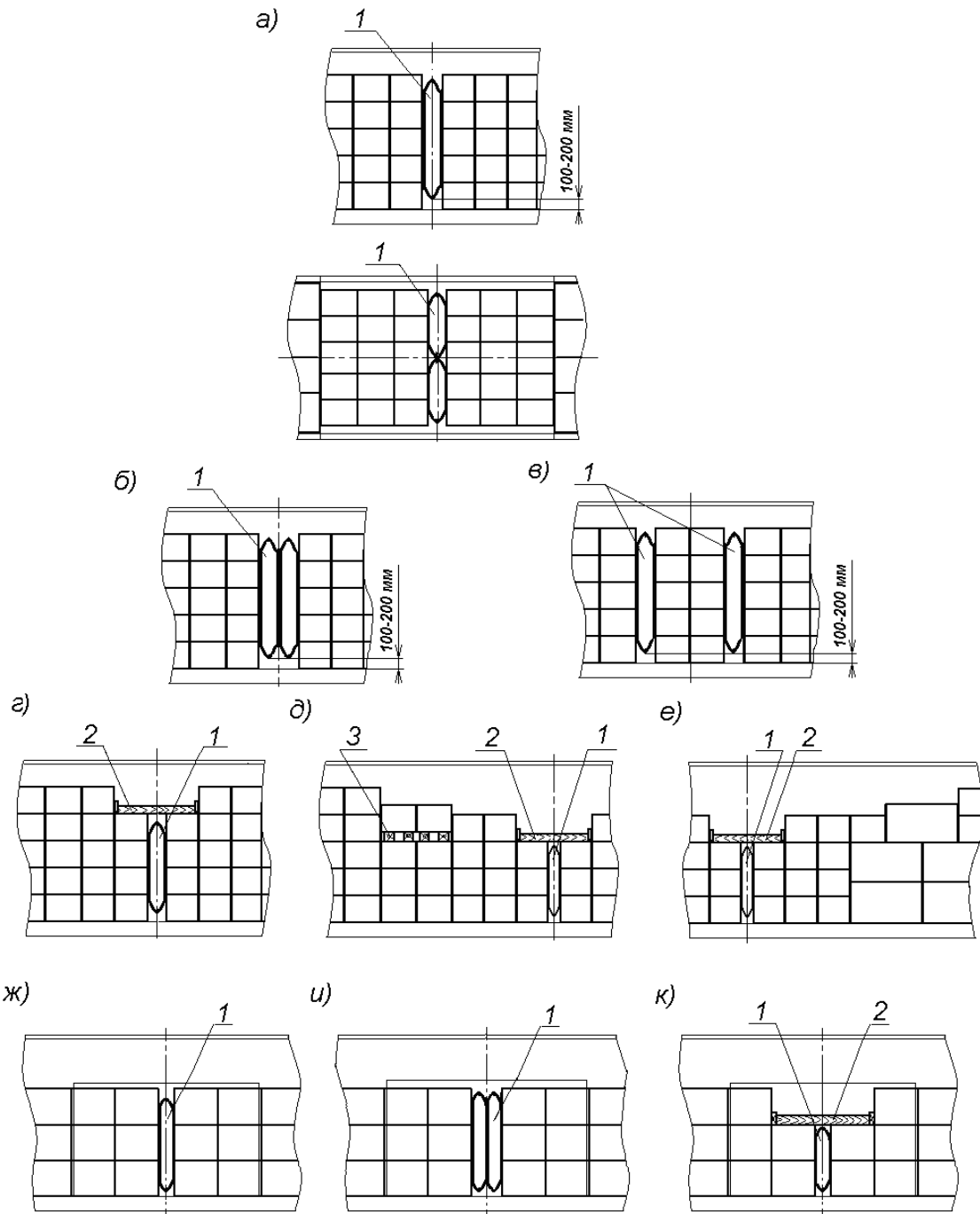


Рис. 2.19. Приклади кріплення ящиків, пакетів у поздовжньому напрямку з використанням пневмооболонки: 1 – пневмооболонка; 2 – розпірна рама; 3 – підкладка

Якщо проміжок між штабелями в середині вагона не перевищує 200 мм, кріплення ящиків у поздовжньому напрямку не виконують.

Пакети розміщують у вагоні двома штабелями від торцевих стін до міждверного простору впритул до торцевих стін вагона і один до одного в один або кілька ярусів по висоті.

Якщо сумарний зазор по ширині вагона між пакетами, пакетами і бічними стінами, не перевищує 200 мм, пакети розміщують впритул один до одного симетрично поздовжній площині симетрії вагона.

При кріпленні ящиків, пакетів у поздовжньому напрямку використовують розпирні рами, розпирні конструкції або пневмооболонки (рис. 2.20).

Довжина розпирних брусків, розпирних рам або розпирних конструкцій не повинна перевищувати 2500 мм - для брусків, закріплених до дерев'яної підлоги, 1700 мм - для брусків, що не закріплені до підлоги.

Розміри розпирних брусків розпирної рами і розпирної конструкції для кріплення в поздовжньому напрямку визначають за табл. 2.1 залежно від їх перерізу і маси закріпленої групи ящиків, пакетів.

Таблиця 2.1

Розміри розпирних брусків розпирної рами і розпирної конструкції

| Переріз розпирного бруска, мм | Маса групи ящиків, пакетів, т |                        |                         |
|-------------------------------|-------------------------------|------------------------|-------------------------|
|                               | до 5 включно                  | більше 5 до 10 включно | більше 10 до 15 включно |
| 50 x 100                      | 3                             | 5                      | 7                       |
| 80 x 100                      | 2                             | 3                      | 5                       |
| 100 x 100                     | 2                             | 3                      | 4                       |



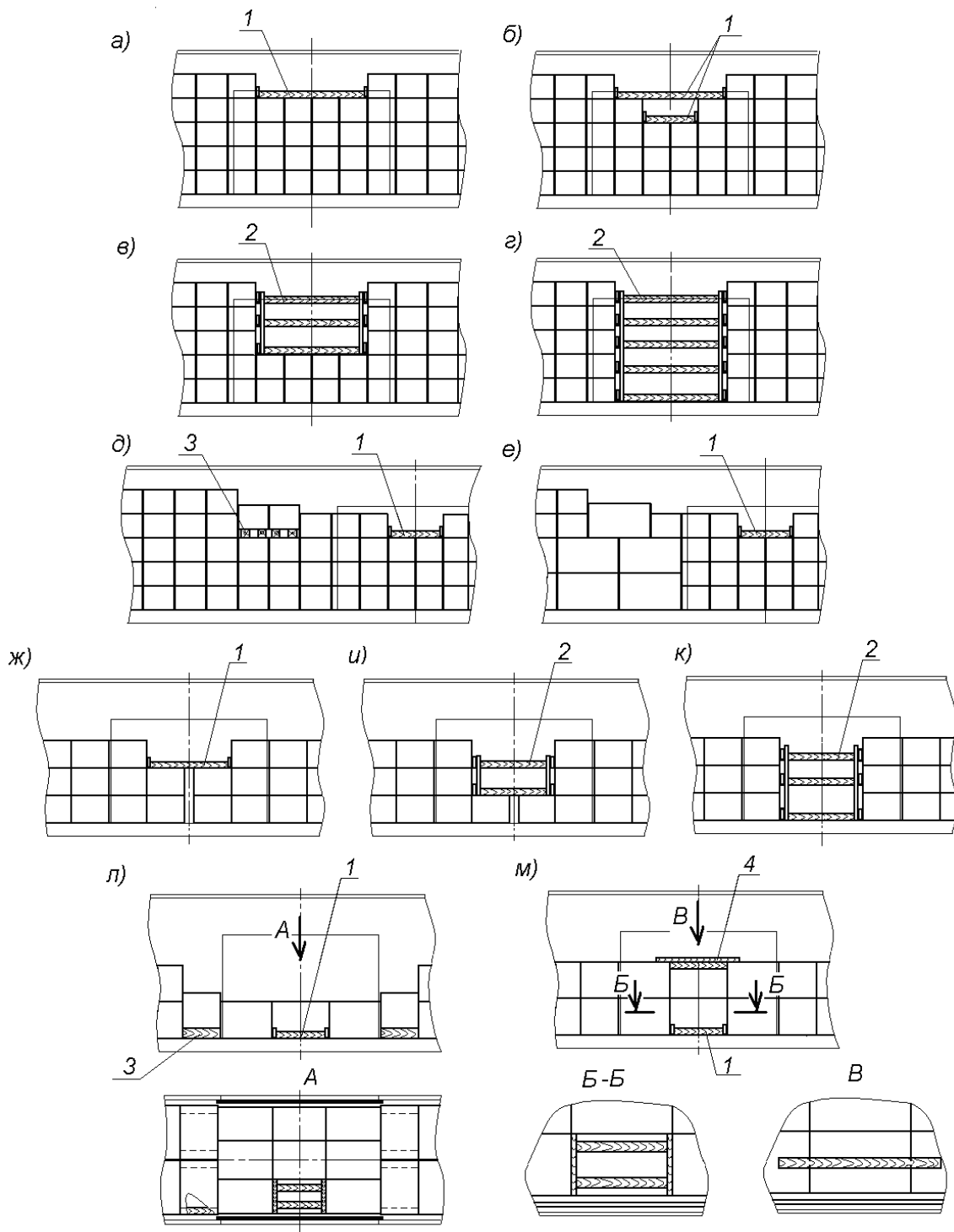


Рис. 2.20. Приклади кріплення ящиків, пакетів у поздовжньому напрямку: 1 – розпірна рама; 2 – розпірна конструкція; 3 – підкладка; 4 – накладка-розпірка

Кількість розпірних брусків визначають залежно від маси найважчої групи ящиків, пакетів.

Кріплення ящиків, пакетів у поперечному напрямку здійснюють розпірними щитами, пневмооболонками.

При розміщенні ящиків щільними штабелями в середині вагона в зазори між штабелями і бічними стінами встановлюють розпірні щити по всій довжині штабеля до дверного отвору. Щити виготовляють із стояків і горизонтальних упорних дошок товщиною не менше 40 мм. Відстань між стійками повинна бути не більше 1500 мм.

При розміщенні пакетів встановлюють розпірні щити по довжині трьох крайніх поперечних рядів; стояки щита розташовують приблизно посередині пакета. Розміри перерізу стояків і горизонтальних дошок підбирають так, щоб після встановлення щита зазор між щитом і ящиками, пакетами не перевищував 50 мм. Горизонтальні дошки розташовують приблизно на висоті середини ярусів: при розміщенні двома ярусами - кожного з ярусів, при розміщенні ящиків трьома або чотирма ярусами - верхніх двох; при більшій кількості ярусів - верхніх трьох ярусів. Допускається виконувати розпірні щити складовими (з кількістю стояків не менше двох) і встановлювати їх впритул один до одного. Дошки щита скріплюють зі стояками цвяхами довжиною не менше 80 мм по два в кожне з'єднання. Розпірні щити встановлюють стояками до бічної стіни вагона.

При розміщенні в один ярус ящики, пакети кріплять упорними брусками висотою не менше 50 мм, кожен з яких прибивають до підлоги вагона цвяхами діаметром не менше 5 мм - не менш ніж двома на кожен метр довжини бруска.

Кріплення ящиків, пакетів у поперечному напрямку з використанням пневмооболонок здійснюють у порядку, аналогічному кріпленню в поздовжньому напрямку. При розміщенні ящиків пневмооболонки встановлюють на рівній відстані одна від одної по всій довжині штабеля від торцевих стін до дверного отвору; при розміщенні пакетів - так, щоб пневмооболонки перекривали не менше трьох крайніх рядів пакетів у торцях вагона.

**Бочки, барабани** розміщують у критих вагонах у вертикальному положенні пробками (кришками) вгору в один або кілька ярусів по висоті.

У кожному ярусі бочки, барабани розташовують впритул до торцевих стін і один до одного рядами або в шаховому порядку по всій довжині вагона. У міждверному просторі бочки, барабани розміщують поздовжніми рядами впритул одне до одного. Якщо в торцевих частинах вагона бочки, барабани розміщені у шаховому порядку, між ними і бочками, барабанами, розміщеними в міждверному просторі, встановлюють листи фанери товщиною не менше 6 мм або щити.

Допускається розміщувати в одному вагоні бочки, барабани різних типів і розмірів за умови дотримання положень пункту 1.4 глави 11 [7]. У межах кожного ярусу, крім верхнього, розміщують бочки, барабани однакової висоти.

При розміщенні бочок, барабанів з металевими днищами кількома ярусами (за винятком випадків, коли днище і верхня частина виконані для взаємної фіксації бочок при штабелюванні) між ярусами укладають поздовжні дерев'яні прокладки з дошок перерізом не менше 25x100 мм або листовий прокладковий матеріал, які розташовують так, щоб забезпечувалася стійкість кожної бочки, барабана. При розміщенні порожніх бочок, барабанів допускається не укладати прокладки між ярусами.

При неповному верхньому ярусі бочки, барабани розміщують групами в торцях вагона і закріплюють від зсуву в поздовжньому напрямку розпирними конструкціями та пневмооболонками. Упорні дошки, розпирні бруски розпирних конструкцій розташовують по висоті не менше половини висоти бочок, барабанів, розпирні бруски розташовують навпроти кожної бочки в поперечному ряду.

Кріплення бочок, барабанів у критих вагонах виконують пневмооболонками відповідно до положень, які були розглянуті вище. Кількість, розміри і розташування (вертикальне чи горизонтальне) пневмооболонок визначають залежно від маси закріплюваного штабеля, розмірів бочок, барабанів так, щоб пневмооболонки перекривали всю ширину штабеля і не менше половини висоти кожного ярусу.

Для запобігання пошкодження пневмооболонки за необхідності між ними і бочками, барабанами встановлюють прокладкові матеріали.

**Рулони паперу та картону** розміщують у вагоні симетрично, відносно поздовжньої площини симетрії з установленням на торець в один або кілька ярусів по висоті. У кожному ярусі рулони розміщують впритул до торцевих стін і один до одного двома або трьома рядами по ширині вагона або в шаховому порядку (рис. 2.21). При розміщенні в шаховому порядку біля торцевих стін розташовують по два рулони.

При розміщенні рулонів у вагоні трьома і більше ярусами по висоті допускається в міждверному просторі у верхньому ярусі розміщувати не більше двох рулонів одним поздовжнім рядом без зазорів між ними.

Допускається розміщувати в міждверному просторі один або кілька рулонів, встановлених на піддоні, якщо це обумовлено технологією навантаження. При великій величині зазорів (більше 100 мм) їх заповнюють прокладковими матеріалами, розпірними рамами або конструкціями, щитами, пневмооболонками.

Якщо зазор між штабелями рулонів в середині вагона не перевищує 200 мм, їх кріплення в поздовжньому напрямку допускається не виконувати. При більшій величині зазорів їх заповнюють прокладковими матеріалами, розпірними рамами або конструкціями, щитами, пневмооболонками.

При неповному верхньому ярусі рулони розміщують групами в торцях вагона і закріплюють від зсуву в поздовжньому напрямку розпірними щитами, розпірними рамами, розпірними конструкціями, пневмооболонками, що встановлюються в зазори в міждверному просторі.

Упорні дошки, розпірні бруски розпірних конструкцій, розпірних щитів розташовують по висоті не менше 1/4 висоти закріплюваних рулонів, розпірні бруски розташовують навпроти кожного рулона в поперечному ряду. Для забезпечення необхідної висоти розташування упорних дошок допускається розпірну раму встановлювати на підкладки (наприклад, піддон для пакетування вантажів, підставка з пиломатеріалів).

Якщо кріплення рулонів виконують пневмооболонками, у міждверному просторі між групами рулонів повинно бути не більше двох зазорів по довжині вагона.

Кріплення рулонів у поздовжньому напрямку пневмооболонками здійснюють, якщо зазори між рулонами перевищують 100 мм. При розміщенні у верхньому ярусі меншої кількості рулонів, ніж у нижньому, рулони верхнього ярусу закріплюють розпірною рамою.

Якщо при розміщенні рулонів двома поздовжніми рядами зазори між рулонами і бічними стінами перевищують 100 мм, рулони кріплять від зсуву в поперечному напрямку розпірними щитами або пневмооболонками. Пневмооболонки встановлюють навпроти кожного поперечного ряду рулонів, за винятком рулонів, розміщених у міждверному просторі.

Допускається заповнювати зазор між рулонами і бічними стінами вагона прокладковими матеріалами необхідної товщини, а також використовувати ці матеріали спільно з розпірними щитами.

**Вантажі у м'якій тарі** (мішках, сітках, тюках, м'яких контейнерах та ін.) розміщують у вагоні одним штабелем симетрично відносно поздовжньої і поперечної площин симетрії вагона.

*Мішки, тюки, кіпи* розміщують у вагоні одним штабелем по всій площі підлоги кількома рядами по ширині в кілька ярусів по висоті (рис. 2.22).

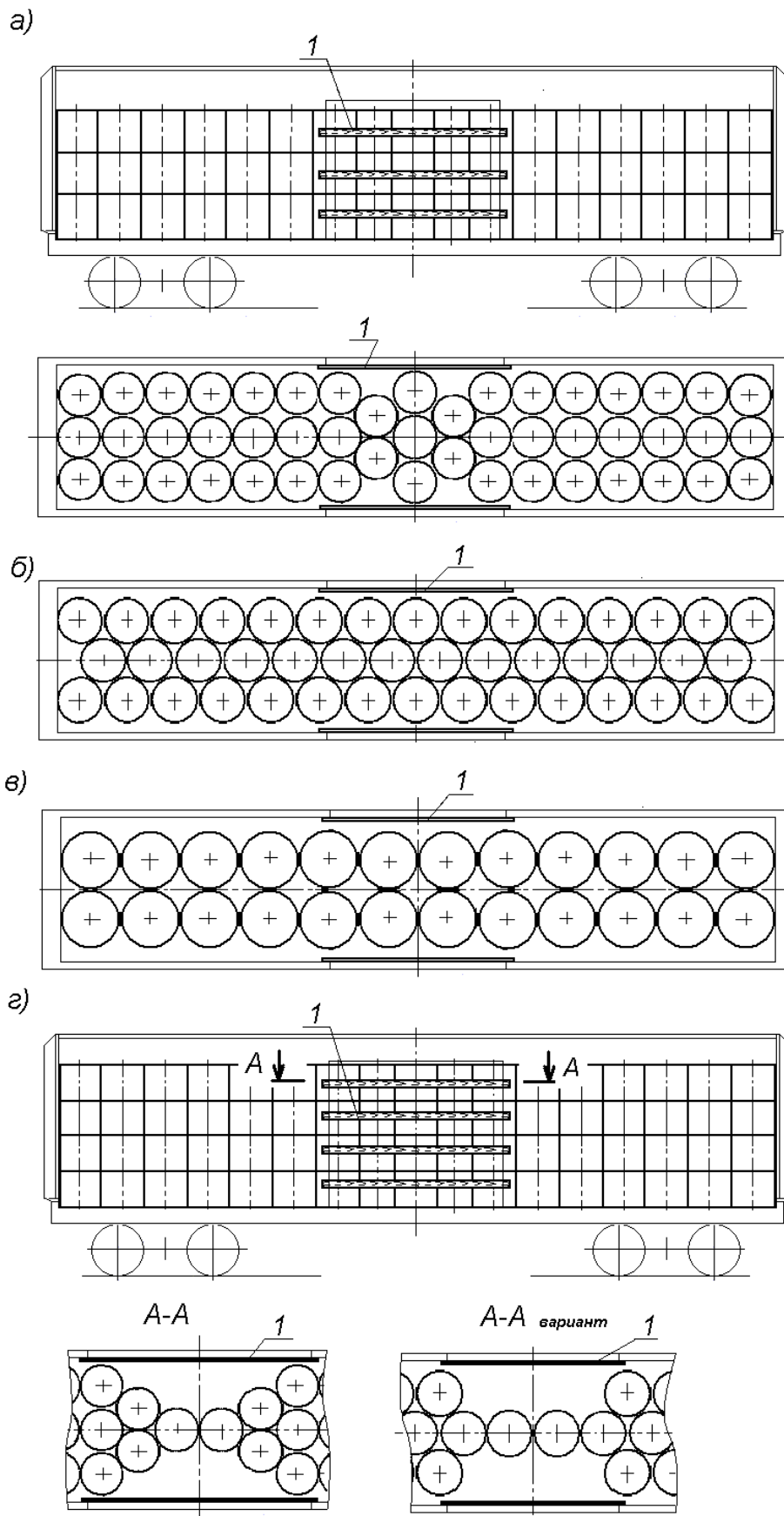


Рис. 2.21. Приклади розміщення рулонів бумаги и картона:  
1 – дошка огорожі дверей

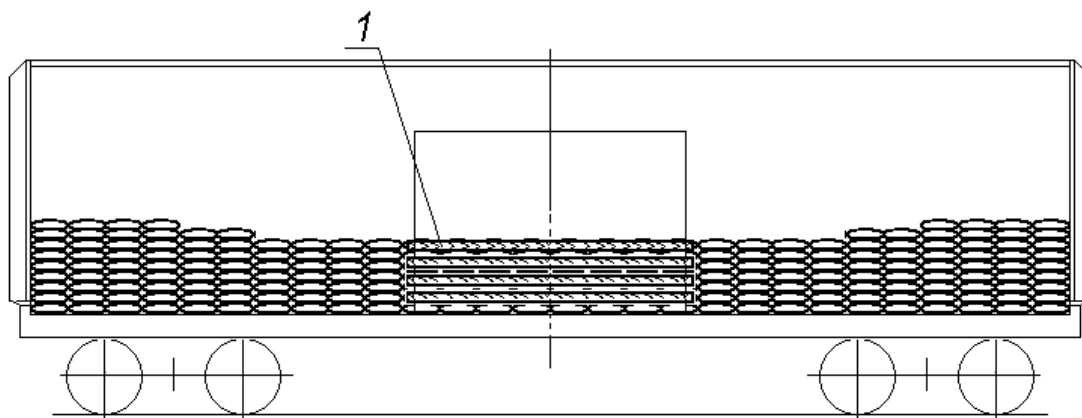


Рис. 2.22. Приклад розміщення вантажів у мішках:  
1 - дошка огороження дверного отвору

При неповному верхньому ярусі мішки розміщують двома групами в торцях вагона впритул до торцевих стін.

Кількість неповних ярусів мішків допускається не більше двох. Мішки в першому неповному ярусі закінчують укласти, не доходячи не менше трьох мішків до дверного отвору, у другому неповному ярусі - не доходячи не менше двох мішків до краю нижчого ярусу.

Кількість неповних ярусів тюків і кип повинно бути не більше одного.

*М'які контейнери* (тобто мішки великого розміру і вантажопідйомності, що мають стропи й петлі) розміщують у вагоні одним штабелем по всій площі підлоги кількома рядами по ширині в один або два яруси по висоті.

У нижньому ярусі м'які контейнери розміщують поперечними або поздовжніми рядами або в шаховому порядку. Біля торцевих стін розміщують поперечний ряд з найбільшою кількістю контейнерів.

М'які контейнери у верхньому ярусі розміщують аналогічно м'яким контейнерам нижнього ярусу. Допускається у верхньому ярусі розміщувати меншу кількість контейнерів двома групами біля торцевих стін.

Якщо висота м'яких контейнерів більше за їх діаметр, і верхній ярус заповнений не повністю, декілька контейнерів, розташованих у торцях груп, звернених до середини вагона, зв'язують між собою за стропи ув'язкою з полімерного троса, стрічки, що мають міцність на розрив не менше 200 кг. При

цьому зв'язують не менш ніж по два сусідніх контейнери, розташованих уздовж вагона, а при розміщенні в шаховому порядку - не менше трьох сусідніх контейнерів.

**Шини та колеса (шини з дисками)** діаметром не більше 1400 мм розміщують:

- боковинами уздовж вагона;
- боковинами поперек вагона;
- на боковину;
- боковинами вздовж і поперек вагона;
- боковинами вздовж і поперек вагона і (або) на боковину.

Шини розміщують по всій ширині кузова впритул до торцевих стін і один до одного, одним або кількома ярусами по висоті (рис. 2.23). У нижньому ярусі розміщують максимально можливу кількість шин по довжині вагона.

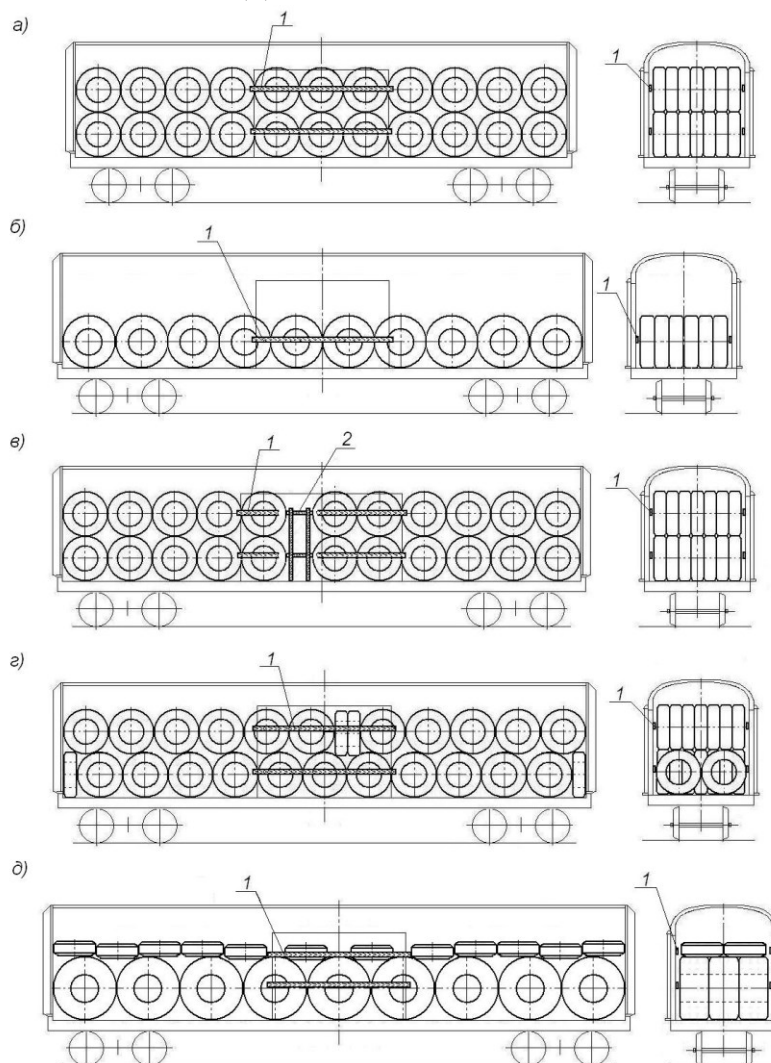


Рис. 2.23. Розміщення шин у вагоні: 1 – огороження дверей; 2 – розпірна конструкція (розпірний щит)



У міждверному просторі вагона шини розміщують так, щоб забезпечувалась можливість установлення огорожі дверей.

Якщо зазор між шинами в середині вагона перевищує 200 мм, шини закріплюють у поздовжньому напрямку розпірними щитами або розпірними конструкціями (рис. 2.24, а, 2.24, б). Допускається закріплювати шини пневмооболонками (рис. 2.24, в) або заповнювати зазор шинами, які розташовані поперек вагона.

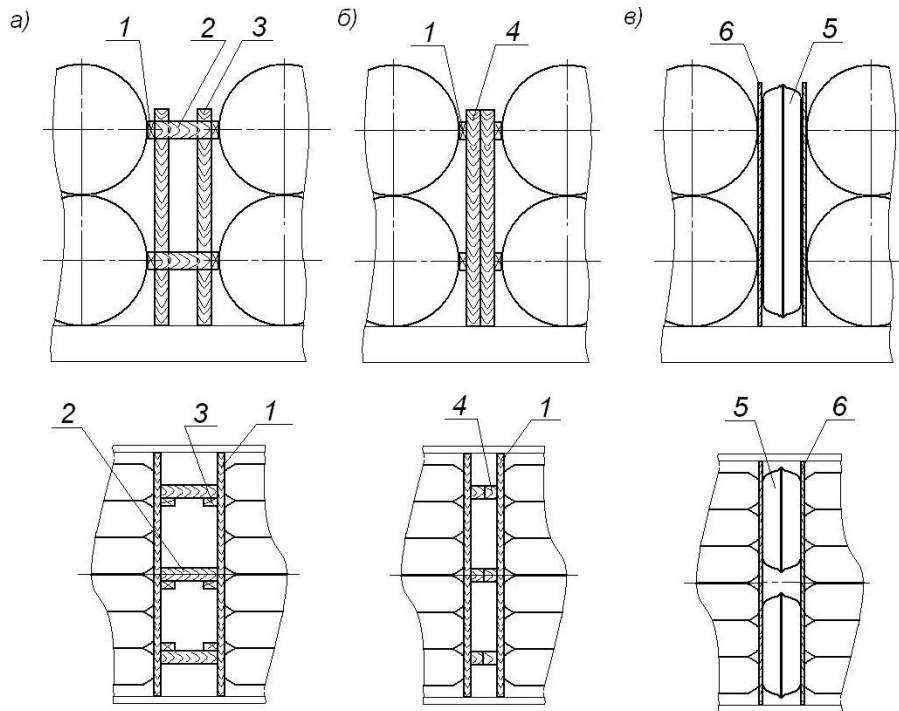


Рис. 2.24. Закріплення шин у поздовжньому напрямку:  
 1 – упорний брусок; 2 – розпірний брусок; 3, 4 – стояки;  
 5 – пневмооболонка; 6 – листовий прокладковий матеріал

Розпірний щит виконують зі стояків перетином не менше 50x100 мм і упорних брусків довжиною, що дорівнює внутрішній ширині вагона, перерізом не менше 50x100 мм.

Упорні бруски щита в кожному ярусі встановлюють на висоті розташування осі шин. Кількість і переріз стояків визначають залежно від величини зазора між шинами. Стояки скріплюють між собою цвяхами діаметром не менше 5 мм з кроком не більше 400 мм по довжині стояків. Упорні бруски скріплюють зі стояками цвяхами діаметром не менше 4 мм, не менше двох в кожне з'єднання.

Упорні та розпирні бруски розпирної конструкції в кожному ярусі встановлюють на висоті розташування осі шин відповідного ярусу.

Кількість розпирних брусків розпирної конструкції для кріплення в поздовжньому напрямку визначають за табл. 1 глави 11 [7] залежно від перерізу брусків і маси закріпленої групи шин.

Кріплення шин у поздовжньому напрямку з використанням пневмооболонки проводять відповідно до положень пункту 3.1.5 глави 11 [7]. Між шинами і пневмооболонками встановлюють листовий прокладковий матеріал (ДСП, фанера товщиною не менше 5 мм та ін.).

Двері вагона огорожують відповідно до вимог пункту 1.9 глави 11 [7]. При розміщенні шин у вагонах, переобладнаних з рефрижераторних, огороження дверей не проводиться.

## **2.4. Розміщення та кріплення середньотоннажних, великотоннажних контейнерів і контейнерів-цистерн**

### **2.4.1. Розміщення та кріплення універсальних середньотоннажних контейнерів**

Середньотоннажні контейнери розміщують:

- у вагонах для середньотоннажних контейнерів на базі напіввагона або критого вагона (далі - контейнеровози);
- у напіввагонах;
- на універсальних платформах з бортами.

Основні параметри середньотоннажних контейнерів наведені в табл. 2.2.

Схеми розміщення контейнерів наведені на рис. 2.25-2.27. На схемах позначено: прямокутниками - 5-тонні контейнери, прямокутниками з перехресними діагоналями - 3-тонні контейнери; потовщеними лініями - двері контейнерів; стрілками - напрям усунення навантаженого контейнера для виключення доступу до його дверей.

Таблиця 2.2

## Основні параметри середньотоннажних контейнерів

| Позначення<br>типорозміру<br>контейнера | Максимальна<br>маса брутто, т | Зовнішні розміри, мм |        |        |
|---|-------------------------------|----------------------|--------|--------|
|   |                               | довжина              | ширина | висота |
| УУКП-5 (6)                              | 6,0                           | 2100                 | 2650   | 2591   |
| УУКП-5                                  | 5,0                           | 2100                 | 2650   | 2591   |
| УУК-5 (6)                               | 6,0                           | 2100                 | 2650   | 2400   |
| УУК-5                                   | 5,0                           | 2100                 | 2650   | 2400   |
| УУК-5 У                                 | 5,0                           | 2100                 | 1325   | 2400   |
| УУКП-3 (5)                              | 5,0                           | 2100                 | 1325   | 2591   |
| УУК-3 (5)                               | 5,0                           | 2100                 | 1325   | 2400   |
| УУК-3                                   | 3,0                           | 2100                 | 1325   | 2400   |

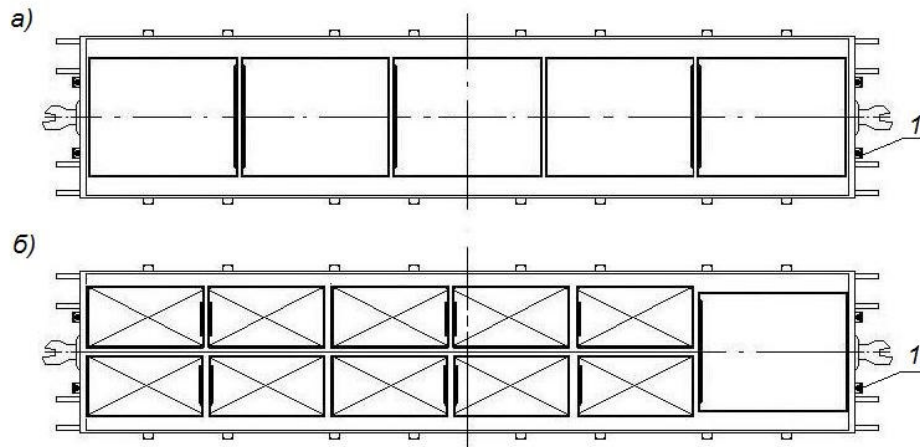


Рис. 2.25. Розміщення контейнерів на універсальній платформі з внутрішньою довжиною кузова 13300 мм: 1 - торцевий стояк

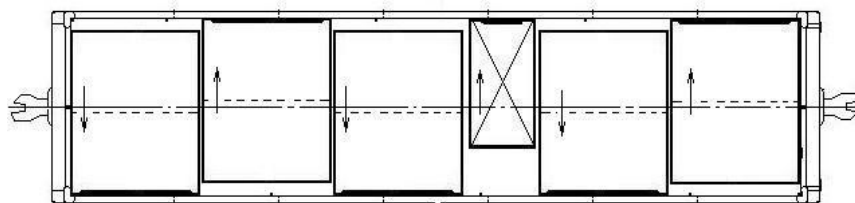


Рис. 2.26. Розміщення контейнерів у напіввагоні і контейнеровозі з внутрішньою довжиною кузова до 12228 мм

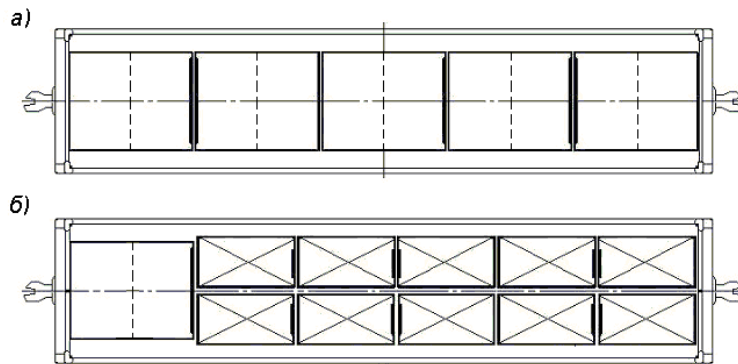


Рис. 2.27. Розміщення контейнерів у контейнеровозі з внутрішньою довжиною кузова 13430 мм

Допускається спільне розміщення в одному вагоні 3-тонних і 5-тонних контейнерів.

Кожен 5-тонний контейнер може бути замінений двома 3-тонними контейнерами. Можливість такої заміни на рис. 2.26 – 2.27 показана пунктирною лінією. У цьому випадку 3-тонні контейнери, що розміщуються довгою стороною уздовж вагона, встановлюють симетрично відносно поздовжньої площини симетрії вагона впритул один до одного; 3-тонні навантажені контейнери, що розміщуються довгою стороною поперек вагона, по черзі зміщують дверима до протилежних бічних стін вагона.

Допускається заміна двох 3-тонних контейнерів одним 5-тонним контейнером з розміщенням його довгою стороною поперек вагона і зміщенням дверима впритул до бічної стіни вагона (бокового борту платформи).

Разом з навантаженими контейнерами допускається розміщувати порожні, при цьому порожні контейнери розміщують у середній частині вагона.

#### **2.4.2. Розміщення та кріплення великотоннажних контейнерів**

Зовнішні розміри великотоннажних контейнерів наведені в табл. 2.3.

При розміщенні на платформі порожніх контейнерів дверима назовні, одного порожнього контейнера або двох порожніх контейнерів у торцях платформи на двері контейнера встановлюють закрутку зі сталевого дроту в термообробленому стані діаметром не менше 4 мм в один оборот із закруткою кінців дроту в три оберти (по всій довжині) або тросову закрутку. При розміщенні на платформі аналогічно навантажених контейнерів, запломбованих пломбами, на двері контейнерів встановлюють таку саму закрутку.

Таблиця 2.3

Зовнішні розміри великотоннажних контейнерів

| Позначення<br>типу<br>контейнера | Довжина |     | Ширина | Висота |
|----------------------------------|---------|-----|--------|--------|
|                                  | мм      | фут | мм     | мм     |
| <b>1EEE</b>                      | 13716   | 45* | 2438   | 2896   |
| <b>1EE</b>                       |         |     |        | 2591   |
| <b>1AAA</b>                      | 12192   | 40* | 2438   | 2896   |
| <b>1AA</b>                       |         |     |        | 2591   |
| <b>1A</b>                        |         |     |        | 2438   |
| <b>1AX</b>                       |         |     |        | <2438  |
| <b>1BBB</b>                      | 9125    | 30* | 2438   | 2896   |
| <b>1BB</b>                       |         |     |        | 2591   |
| <b>1B</b>                        |         |     |        | 2438   |
| <b>1BX</b>                       |         |     |        | <2438  |
| <b>1CC</b>                       | 6058    | 20* | 2438   | 2591   |
| <b>1C</b>                        |         |     |        | 2438   |
| <b>1CX</b>                       |         |     |        | <2438  |

На платформі для великотоннажних контейнерів, а також на універсальній платформі, спеціально обладнаній упорами для закріплення контейнерів, довжиною бази 9720 мм розміщують два контейнери довжиною 20 футів (рис. 2.28, а), один контейнер довжиною 20 футів (рис. 2.28, б) або один контейнер довжиною 40 футів (рис. 2.28, в). Один контейнер довжиною 20 футів розміщують на платформі симетрично відносно поперечної площини симетрії платформи.

Підбір контейнерів довжиною 20 футів для розміщення на одній платформі виконують залежно від їх маси брутто.

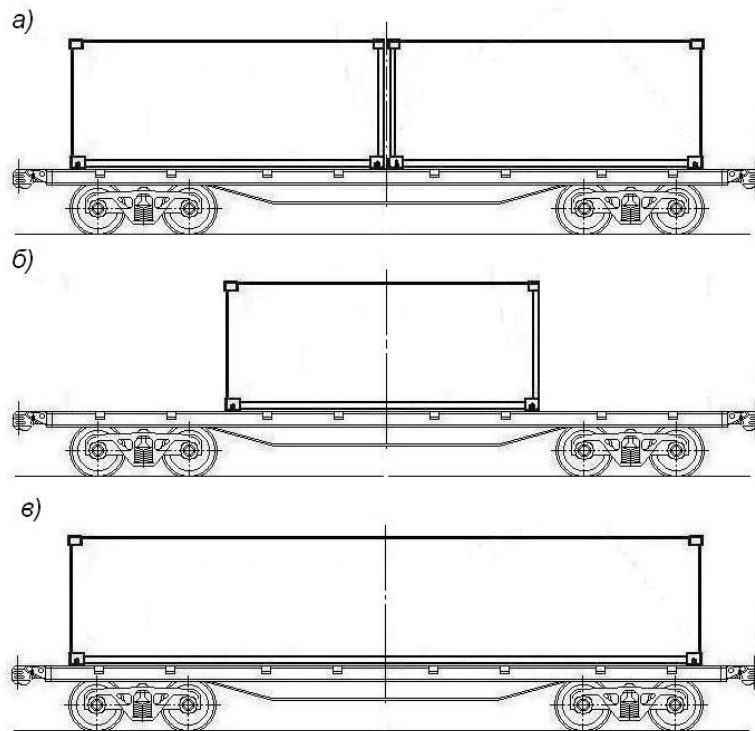


Рис. 2.28. Розміщення контейнерів на платформі для великотоннажних контейнерів і на універсальній платформі, спеціально обладнаній упорами для закріплення контейнерів, базою 9720 мм

На платформах для великотоннажних контейнерів базою 13900 мм, 14400 мм, 14720 мм розміщують:

- контейнери довжиною 20 футів;
- один контейнер довжиною 30 футів;
- два контейнери довжиною 30 футів;
- один контейнер довжиною 40 футів і один контейнер довжиною 20 футів;
- один контейнер довжиною 40 футів.

На універсальній платформі базою 9720 мм розміщують:

- два контейнери довжиною 20 футів масою брутто не більше 24 т кожен;
- один контейнер довжиною 40 футів масою брутто не більше 30,48 т.

Для кріплення двох контейнерів довжиною 20 футів використовують упорні та розпірні бруски (рис. 2.29).

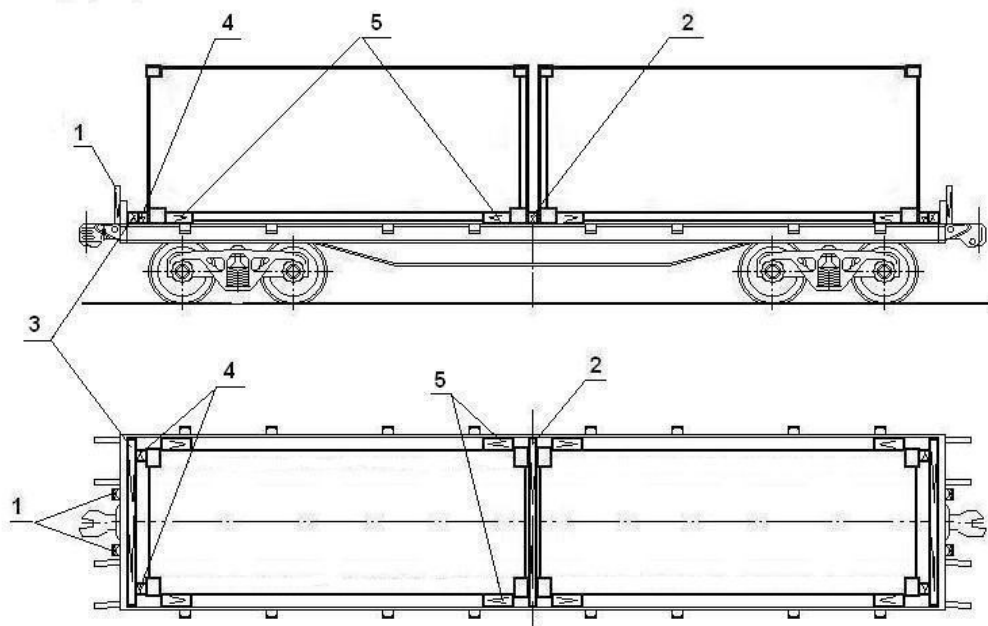


Рис. 2.29. Кріплення двох контейнерів довжиною 20 футів на платформі: 1 - стояк; 2, 3 – упорний брусок; 4, 5 - розпирний брусок

У поперечній площині симетрії платформи на підлогу укладають поперечний упорний брусок (поз. 2) довжиною, що дорівнює внутрішній ширині платформи. Брусок (поз. 2) кріплять до підлоги 32 цвяхами. Впритул до нього розміщують два контейнери. Впритул до торцевих бортів платформи укладають упорні бруски (поз. 3) довжиною, що дорівнює внутрішній ширині платформи, кожен з яких кріплять до підлоги вісьмома цвяхами. У розпір між упорними брусками (поз. 3) і фітингами контейнерів укладають розпирні бруски (поз. 4), які кріплять до підлоги платформи чотирма цвяхами кожен. Торцеві борти платформи підкріплюють короткими стояками. Від поперечного зсуву кожен контейнер закріплюють чотирма розпирними брусками (поз. 5) довжиною не менше 400 мм. Бруски встановлюють у розпір між контейнером і бічними бортами платформи і кріплять до підлоги платформи трьома цвяхами кожен.

Поперечний переріз брусків має бути не менше 60 x 125 мм; діаметр цвяхів - не менше 5 мм. Допускається замість розпирних брусків (поз. 5 на рис. 2.29) кріпити кожен контейнер чотирма

розтяжками з дроту діаметром 6 мм. Розтяжки встановлюють за нижні фітинги контейнера і найближчі стоякові скоби платформи. За відсутності бічних бортів платформи кожен контейнер закріплюють чотирма розтяжками з дроту діаметром 6 мм.

*Контейнери у напіввагоні* розміщують симетрично відносно поздовжньої площини симетрії напіввагона впритул до одного торцевого поріжку (торцевої стіни) напіввагона. Кожен контейнер розташовують на двох підкладках перерізом не менше 50x150 мм і довжиною, що дорівнює внутрішній ширині кузова напіввагона. У торцях напіввагона підкладки укладають поперек напіввагона в місцях розташування фітингів, у середині напіввагона - впритул до середніх поперечних балок (навпроти середніх стояків) напіввагона. Перед навантаженням на кінці підкладок кріплять розпирні бруски (поз. 2) перерізом не менше 100x100 мм (рис. 2.30).

У зазор між контейнером і протилежним торцевим порізком (торцевою стіною) напіввагона (рис. 2.30, а) встановлюють розпирну раму, що складається з чотирьох поздовжніх розпирних брусків (поз. 3) перерізом не менше 150x150 мм і довжиною по місцю, скріплених двома сполучними планками (поз. 4) перерізом не менше 25x100 мм і довжиною, що дорівнює внутрішній ширині кузова напіввагона, які кріплять до розпирних брусків цвяхами довжиною не менше 80 мм по два в кожне з'єднання.

Якщо зазор між контейнером і торцевим порізком (стіною) напіввагона не перевищує 200 мм, допускається замість розпирної рами встановлювати упорний брусок або набір брусків (поз. 5) довжиною, що дорівнює внутрішній ширині кузова напіввагона, висотою не менше 150 мм, сумарною шириною, що дорівнює величині зазора (рис. 2.30, б).



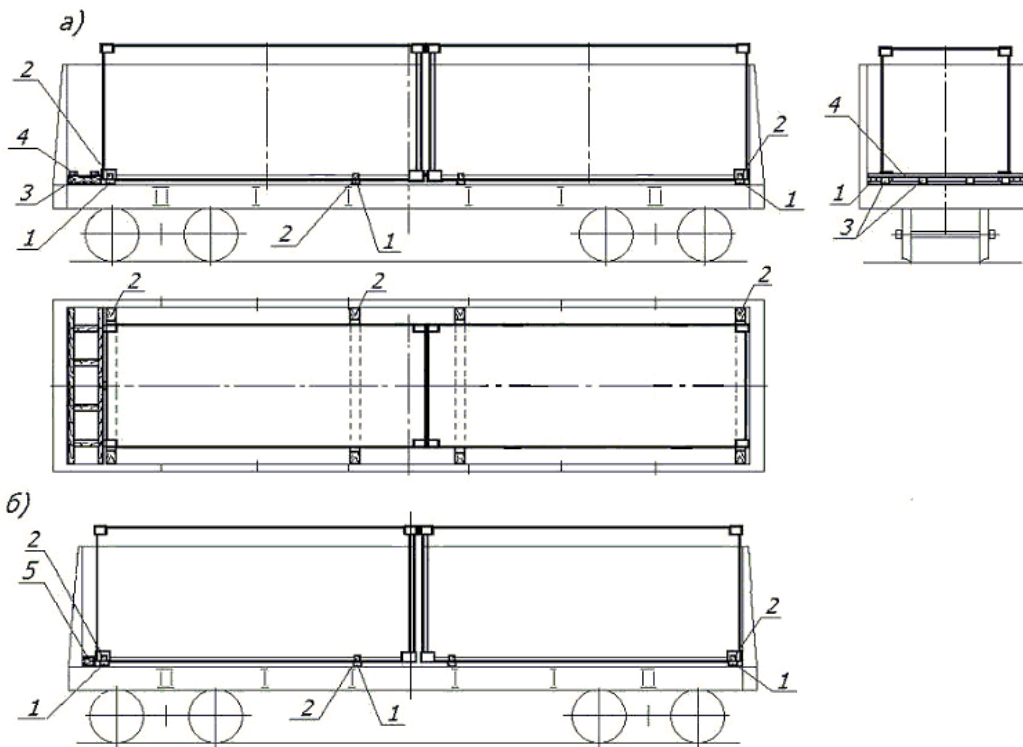


Рис. 2.30. Розміщення та кріплення контейнерів довжиною 20 футів у напіввагоні: 1 - підкладка; 2, 3 - розпірний брусок; 4 - сполучна планка; 5 – упорний брусок (набір брусків)

### 2.4.3. Розміщення та кріплення великотоннажних контейнерів-цистерн

На платформі для великотоннажних контейнерів, а також на універсальній платформі, спеціально обладнаній упорами для закріплення контейнерів, базою 9720 мм розміщують два контейнери-цистерни довжиною 20 футів (рис. 2.31, а) або один контейнер-цистерну довжиною 20 футів, у тому числі з цистерною довжиною 7150-8100 мм (рис. 2.31, б, в). Один контейнер-цистерну довжиною 20 футів розміщують на платформі симетрично відносно поперечної площини симетрії платформи.

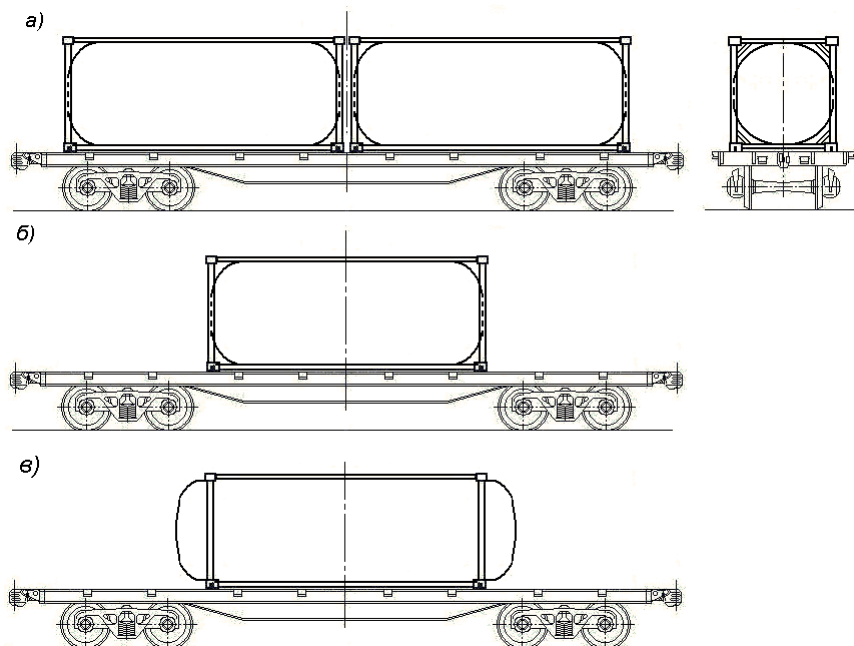


Рис. 2.31. Розміщення контейнерів-цистерн довжиною 20 футів на платформі для великотоннажних контейнерів і на універсальній платформі, спеціально обладнаній упорами для закріплення контейнерів, базою 9720 мм

Підбір контейнерів-цистерн для розміщення на одній платформі виконують залежно від їх маси брутто.

На платформах для великотоннажних контейнерів базою 13900 мм, 14400 мм, 14720 мм розміщують:

- один, два або три контейнери-цистерни довжиною 20 футів (рис. 2.32);
- один або два контейнери-цистерни довжиною 30 футів.

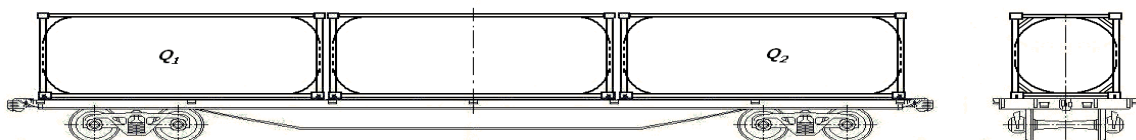


Рис. 2.32. Розміщення трьох контейнерів-цистерн довжиною 20 футів на платформі для великотоннажних контейнерів базою 13900 мм, 14400 мм, 14720 мм

## **2.5. Особливості розміщення та кріплення будівельних вантажів**

Залізобетонні і азбестоцементні вироби розміщують у вагоні штабелями симетрично відносно поздовжньої і поперечної площин симетрії вагона, якщо конкретними способами розміщення не передбачено інше. Під штабелем розуміється група виробів, що розміщується в один або кілька ярусів по висоті. Кожен ярус може складатися з одного або декількох виробів по ширині вагона. У кожному ярусі штабеля розміщують однакову кількість виробів. У верхньому ярусі допускається розміщувати меншу кількість виробів, ніж у нижніх ярусах. При розміщенні в ярусі штабеля декількох виробів по ширині вагона товщина (висота) виробів повинна бути однаковою.

Кожний штабель розміщують на поперечних або поздовжніх підкладках з дошки так, щоб кожен виріб нижнього ярусу спирався не менш ніж на дві підкладки.

При розміщенні виробів у напіввагоні довжина поперечних підкладок має дорівнювати ширині кузова напіввагона.

Поздовжні підкладки повинні мати довжину не менше за довжину виробів, розміщених у нижньому ярусі штабеля.

Допускається залізобетонні вироби з плоскою опорною поверхнею розміщувати на платформі з суцільним дерев'яним настилом безпосередньо на підлогу.

Між ярусами штабеля встановлюють прокладки, які розташовують над підкладками. Висота прокладок повинна бути достатньою для забезпечення зазора між виробами в суміжних ярусах. Допускається розміщення залізобетонних плит без прокладок, якщо це не призводить до пошкодження виробів і не перешкоджає виконанню вантажно-розвантажувальних робіт.

Підкладки і прокладки розташовують у відповідності зі стандартами, технічними умовами або проектною документацією на вироби виходячи з їх конструкції так, щоб вони не перешкождали встановленню розтяжок.

Розтяжки закріплюють за монтажні петлі або стропувальні пристрої виробів. Допускається кріплення виробів складовими розтяжками з дроту або комбінованими розтяжками з використанням складових частин з прутка або троса (рис. 2.33), виконаними відповідно до положень глави 1 ТУ [7].

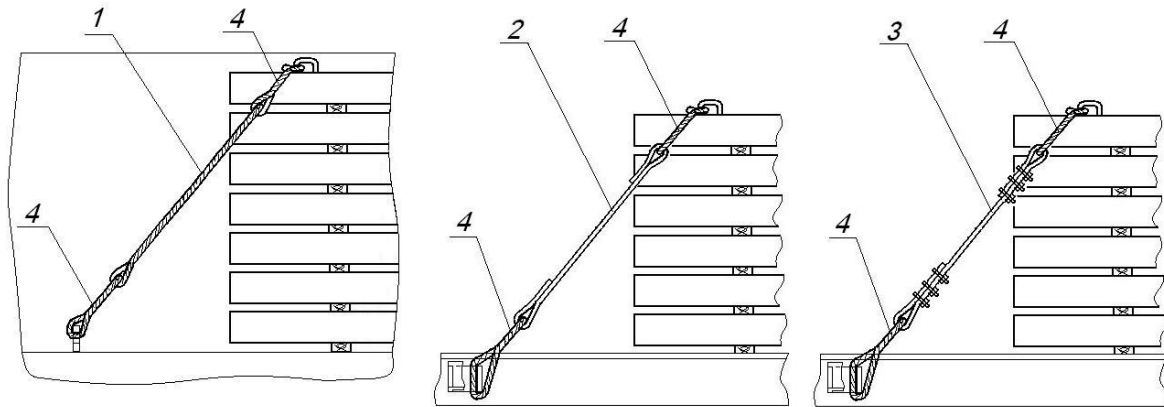


Рис. 2.33. Встановлення складових і комбінованих розтяжок:

- 1 - розтяжка з дроту, виготовлена машинним способом;
- 2 - розтяжка з прутка; 3 - розтяжка з троса; 4 - стяжка

Для запобігання пошкодження вантажу засобами кріплення допускається встановлювати між ними і вантажем прокладки, які повинні бути закріплені від випадання.

*Залізобетонні шпали* для залізниць колії 1520 мм типів Ш 1, Ш 2, Ш 3, ШС-АРС і шпали для залізниць колії 1435 мм типів PS-83, PS-83S, PS-83/К на платформах розміщують чотири штабелями (рис. 2.34).

Кожний штабель розташовують симетрично відносно бічних стоякових скоб платформи на двох поперечних підкладках перерізом не менше 50×100 мм і довжиною, що дорівнює внутрішній ширині платформи. Підкладки розміщують під серединами підрейкових площадок шпал і закріплюють до підлоги кожен вісьмома цвяхами діаметром не менше 6 мм.

У кожному ярусі, крім верхнього, розміщують по 8 шпал по ширині платформи впритул один до одного подошвою вниз. Шпали кожного ярусу укладають на дві поперечні прокладки шириною не менше 100 мм, розташовувані на підрейкових майданчиках шпал нижчого ярусу. Прокладки повинні мати довжину, що перевищує загальну ширину штабеля на 100–150 мм, і висоту не менше 40 мм, але достатню для забезпечення зазора між ярусами. У верхньому ярусі укладають по дві шпали поперек платформи подошвою вниз посередині штабеля безпосередньо на шпали нижчого ярусу.

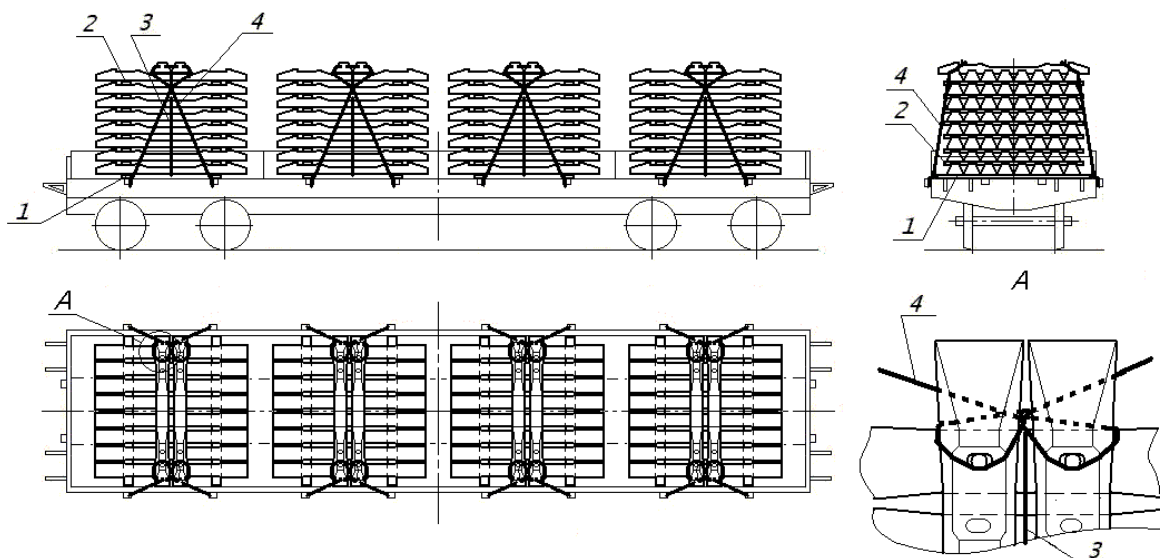


Рис. 2.34. Розміщення та кріплення залізобетонних шпал:  
 1 - підкладка; 2 - прокладка; 3 - ув'язка; 4 - розтяжка

Допускається розміщувати на платформі штабелі з різною кількістю ярусів за умови їх симетричного розташування. Штабелі з більшою кількістю ярусів розміщують у торцевих частинах платформи.

Всі поздовжньо розташовані шпали кожного штабеля до укладання двох верхніх шпал скріплюють ув'язкою з дроту діаметром 6 мм у чотири нитки. Після укладання двох верхніх шпал кожен штабель закріплюють двома парами розтяжок з дроту діаметром 6 мм у вісім ниток. Розтяжки закріплюють за стоякові скоби платформи і за кінці верхніх поперечних шпал. Нитки розтяжки обводять навколо шпали так, щоб вони огинали болт (анкер) з внутрішньої сторони. За відсутності в шпалах болтів у болтові отвори підрейкових площадок верхніх шпал забивають дерев'яні клини.

На платформі залізобетонні плоскі плити (панелі) шириною до 2,75 м включно розміщують:

- довжиною від 2,4 м до 3,3 м включно - чотирма штабелями;
- довжиною більше 3,3 м до 4,4 м включно - трьома штабелями впритул один до одного;
- довжиною більше 4,4 м до 6,5 м включно - двома штабелями впритул один до одного;
- довжиною більше 6,5 м - одним штабелем.

При розміщенні в ярусах штабеля декількох плит (панелей) по ширині платформи їх укладають впритул одна до одної. Плити (панелі) у верхніх трьох ярусах зв'язують між собою за монтажні петлі двома поперечними ув'язками з дроту діаметром 6 мм у чотири нитки. Ширина штабеля не повинна перевищувати ширину підлоги платформи.

Допускається розміщення в ярусі двох різних по ширині плит (панелей), сумарна ширина яких має дорівнювати ширині штабеля. Плити (панелі) розміщують кососиметрично так, щоб плити (панелі) вищого ярусу перекривали поздовжні стики між плитами в нижчому ярусі.

Кожний штабель плит (панелей), транспортування яких передбачено з обпиранням на поперечні підкладки, укладають на дві підкладки перерізом не менше 40×100 мм і довжиною, що дорівнює внутрішній ширині підлоги платформи. Підкладки закріплюють до підлоги платформи цвяхами діаметром 6 мм з розрахунку один цвях на одну тонну маси штабеля, але не більше 20 штук на одну підкладку. Наступні яруси укладають на прокладки перерізом не менше 25×100 мм і довжиною, що дорівнює ширині ярусу, що спирається на них. При розміщенні на платформі одного штабеля плит (панелей) довжиною більше 6,5 м ширина підкладок і прокладок повинна бути не менше 150 мм.

Кожний штабель закріплюють розтяжками з дроту діаметром 6 мм у вісім ниток:

- при розміщенні чотирма штабелями - двома парами розтяжок;

- при розміщенні трьома штабелями - крайні штабелі закріплюють трьома парами розтяжок, середній - чотирма парами;

- при розміщенні двома штабелями - чотирма парами розтяжок;

- при розміщенні одним штабелем - вісьмома парами розтяжок: чотири пари за верхній повний ярус і чотири пари за другий зверху ярус. Крайні розтяжки кріплення плит (панелей) довжиною понад 10 м закріплюють за торцеві кронштейни платформи.

При розміщенні у верхньому ярусі штабеля меншої кількості плит (панелей) по ширині платформи розтяжки кріплять за монтажні петлі верхнього повного ярусу, а плити верхнього неповного ярусу скріплюють з плитами (панелями), що лежать нижче, ув'язками з дроту діаметром 6 мм у чотири нитки.

Розміщення та кріплення плит (панелей) шириною понад 2,75 до 3,2 м включно, довжиною 4,5-6,0 м включно виконують на платформах з відкритими бічними бортами в межах пільгового габариту навантаження.

## 2.6. Основні вимоги щодо розміщення вантажів циліндричної форми

До вантажів циліндричної форми належать вантажі, що мають опорну поверхню циліндричної частини однакового діаметра по довжині (рис. 2.35).

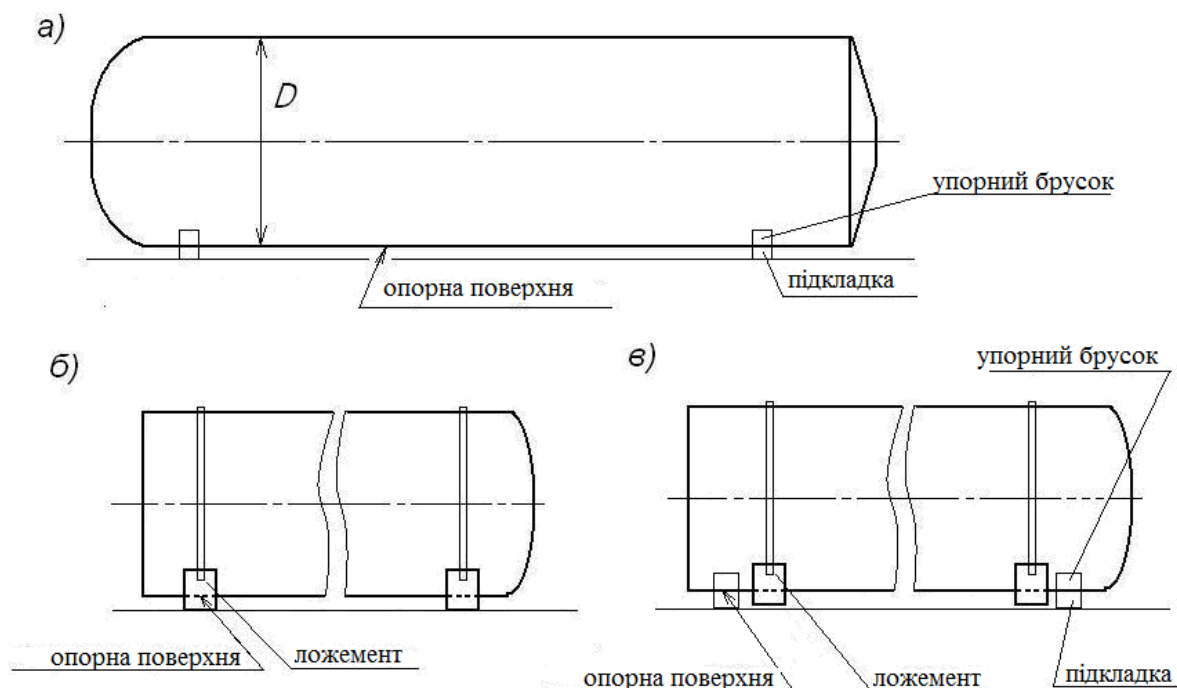


Рис. 2.35. Приклади вантажів циліндричної форми: а - без опорних пристроїв; б - з ложементами, що використовуються для встановлення на платформу; в - з ложементами, що не використовуються для встановлення на платформу

Вантажі циліндричної форми можуть перевозитися на підкладках, а також з використанням опорних пристроїв (ложементів). Вантажі циліндричної форми, що мають жорстко прикріплені (наприклад, за допомогою зварювання, болтових, клепаних з'єднань) технологічні опори, які відповідно до технічної документації призначені в тому числі і для транспортування залізничним транспортом, розміщують і закріплюють згідно з положеннями глав 1 або 5 Технічних умов розміщення та кріплення вантажів [7].

Кріплення вантажу розтяжками проводиться тільки за місця на вантажі, призначені для його кріплення.

На платформах розміщують вантажі діаметром опорної поверхні циліндричної частини (далі - діаметр вантажу) від 1000 до 3200 мм включно, масою одного місця вантажу до 30 т включно, у яких центр ваги знаходиться не вище половини діаметра циліндричної частини вантажу від рівня підкладки (ложемента). Поздовжня вісь вантажу циліндричної форми повинна бути горизонтальною і розташована уздовж платформи.

Розміщені на платформі вантажі не повинні виступати по довжині за межі кінцевих балок рами платформи більш ніж на 400 мм з однієї або обох сторін.

При розміщенні на платформі вантажів циліндричної форми в один ряд по ширині поздовжні осі вантажів повинні знаходитися в поздовжній площині симетрії платформи.

Допускається на одній платформі розміщувати вантажі циліндричної форми різних розмірів і маси за умови дотримання положень глави 1 ТУ за допустимим зміщенням загального центра ваги вантажу на платформі.

Вантажі, що розміщуються в один ряд по ширині платформи, повинні бути діаметром не менше 1200 мм, у два ряди по ширині платформи - не менше 1000 мм. Вантажі у два ряди по ширині платформи розміщують циліндричною частиною впритул один до одного. При цьому вантажі не повинні торкатися один одного частинами, що виступають за їх циліндричні поверхні.

Кожен вантаж циліндричної форми розміщують не менш ніж на двох поперечних дерев'яних підкладках шириною не менше 200 мм і довжиною, що дорівнює ширині платформи.



Висота підкладок для вантажів масою до 5 т включно повинна бути не менше 50 мм, масою більше 5 т - не менше 100 мм і має забезпечувати необхідний зазор між виступаючими частинами вантажу і підлогою платформи. При цьому відношення ширини підкладки до її висоти повинно бути не менше 1,5.

Відстань уздовж платформи від центра ваги вантажу до зовнішніх граней підкладок має бути не менше 1,25 висоти центра ваги вантажу від рівня підкладок. При розміщенні двох вантажів по ширині платформи їх розташовують на загальних підкладках.

Кожну підкладку прибивають до підлоги платформи не менше ніж вісьмома цвяхами. Складові підкладки виготовляють і закріплюють відповідно до пункту 9.21 глави 1 ТУ [7].

Допускається кріпити підкладки за допомогою поздовжніх упорних брусків перерізом не менше 50x100 мм, по два упорних бруски з кожного боку підкладки, які розташовують симетрично на відстані 1400-2000 мм один від одного. Кожний упорний брусок прибивають не менше ніж чотирма цвяхами довжиною, що перевищує висоту упорного бруска не менше ніж на 50 мм. При розміщенні вантажу на платформі з закритими бортами прибивати підкладку не потрібно. При розміщенні вантажу на платформі з відкритими бортами кожную підкладку, закріплену поздовжніми упорними брусками, прибивають не менш ніж чотирма цвяхами.

Кріплення вантажів циліндричної форми виконують упорними брусками, що підклинюють, обв'язками, розтяжками, розпірними рамами, упорними і розпірними брусками.

Обв'язки виконують зі смугової сталі товщиною не менше 4 мм з гвинтовими натяжними пристроями або з дроту діаметром 6 мм.

Допускається вантажі масою до 1,0 т включно кріпити чотирма розтяжками з дроту діаметром 6 мм у дві нитки.

Відстань від крайньої обв'язки до границі циліндричної поверхні вантажу має бути не менше половини його діаметра. Допускається установа обв'язок на меншій відстані, якщо форма вантажу або виступаючі над циліндричною поверхнею елементи забезпечують фіксацію обв'язки в поздовжньому напрямку.

Якщо смугові обв'язки спираються на бічні борти платформи, борти платформи відкривають і закріплюють відповідно до положень глави 1 ТУ [7].

Від зсуву в поздовжньому напрямку кожен вантаж циліндричної форми додатково закріплюють з торцевих сторін упорними брусками, розпірними рамами. Висоту упорних брусків, які безпосередньо контактують з вантажем, підбирають так, щоб вони перевищували нижній обрис поверхні вантажу не менш ніж на 50 мм.

Розпірні рами встановлюють у зазор між вантажем і торцевим бортом платформи або між розміщеними уздовж платформи вантажами. Бруски розпірних рам, розташовані на дерев'яному настилі підлоги, прибивають до нього цвяхами. Бруски, розташовані на металевому настилі підлоги, скріплюють з брусками, що прилягають, будівельними скобами з прутка діаметром 6-8 мм.

Якщо зазор між вантажем і торцевим бортом не перевищує 400 мм, допускається замість розпірної рами встановлювати набір поперечних упорних брусків.

Бруски розпірних рам, упорні бруски прибивають до підлоги платформи цвяхами діаметром не менше 6 мм і довжиною, що перевищує висоту брусків не менш ніж на 50 мм.

За наявності на вантажі кріпильних пристроїв для установлення розтяжок замість розпірних рам і упорних брусків або при неможливості їх установлення допускається закріплювати вантаж чотирма розтяжками з дроту діаметром 6 мм: при масі вантажу до 10 т включно - у чотири нитки, при масі понад 10 т до 20 т включно - у шість ниток, при масі понад 20 т до 30 т включно - у вісім ниток.

Довгомірні вантажі циліндричної форми розміщують на зчехах платформ з обпиранням на одну платформу в один ряд по ширині з розташуванням поздовжньої осі циліндричної частини в поздовжній площині симетрії платформи (рис. 2.36).

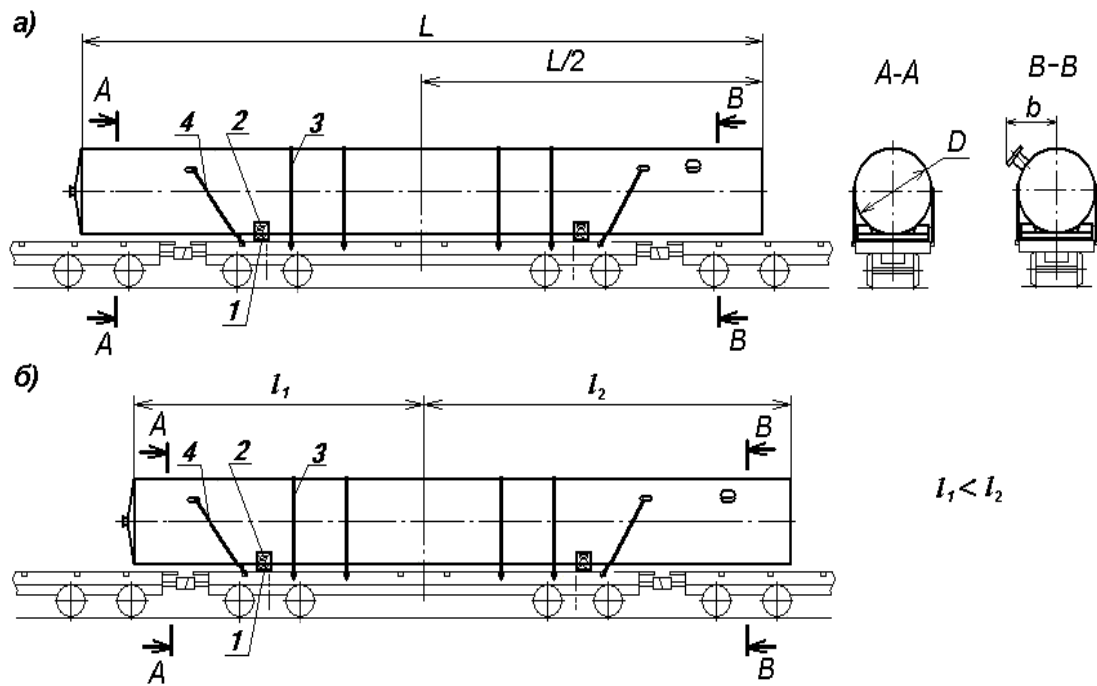


Рис. 2.36. Розміщення довгомірних вантажів циліндричної форми на зчехах платформ: а - симетричне розміщення вантажу відносно поперечної площини симетрії платформи; б - несиметричне розміщення вантажу відносно поперечної площини симетрії платформи; 1 - підкладка; 2 - упорний брусок, що підклинює; 3 - обв'язка; 4 - розтяжка; D - діаметр вантажу; b - «напівширина» вантажу (відстань від поздовжньої осі вантажу до крайньої точки елемента вантажу, що виступає за циліндричну поверхню вантажу)

Вантаж циліндричної форми розміщують не менш ніж на двох поперечних дерев'яних підкладках. Відношення ширини підкладки до її висоти має бути не менше 1,5.

Відстань уздовж платформи від центра ваги вантажу до зовнішніх граней підкладок має бути не менше 1,25 висоти центра ваги вантажу від рівня підкладок.

Допускається встановлювати підкладки, виконані складовими по висоті з двох брусків і по ширині - не більш ніж з трьох брусків. Мінімальна висота складових брусків повинна бути не менше 50 мм і ширина - не менше 150 мм.

Якщо на частинах вантажу, розташованих над платформами прикриття, є конструктивні елементи, які виступають нижче циліндричної опорної поверхні, висота підкладок повинна бути збільшена на величину виступання.

Вантаж на платформі закріплюють упорними брусками, що підклинюють, обв'язками, розтяжками відповідно до положень глави 6 [7].

Розглянемо *розміщення барабанів у напіввагонах*. Барабани з кабелем, тросом, канатом (далі - барабани), що мають діаметр 1200-2600 мм, ширину 650-1680 мм і масу до 10,5 т включно, а також порожні барабани аналогічних розмірів розміщують у напіввагоні: щоками уздовж вагона, щоками поперек вагона, щоками вздовж і поперек вагона.

Барабани, розташовані щоками уздовж напіввагона, розміщують одним або декількома рядами по ширині вагона.

Барабани, розташовані щоками уздовж піввагона, розміщують одним або декількома рядами по ширині вагона. Принципову схему розміщення барабанів наведено на рис. 2.37. При розміщенні в напіввагоні барабанів різних розмірів і маси повинні виконуватися положення глави 1 ТУ [7] відносно зміщення загального центра ваги вантажу у вагоні.

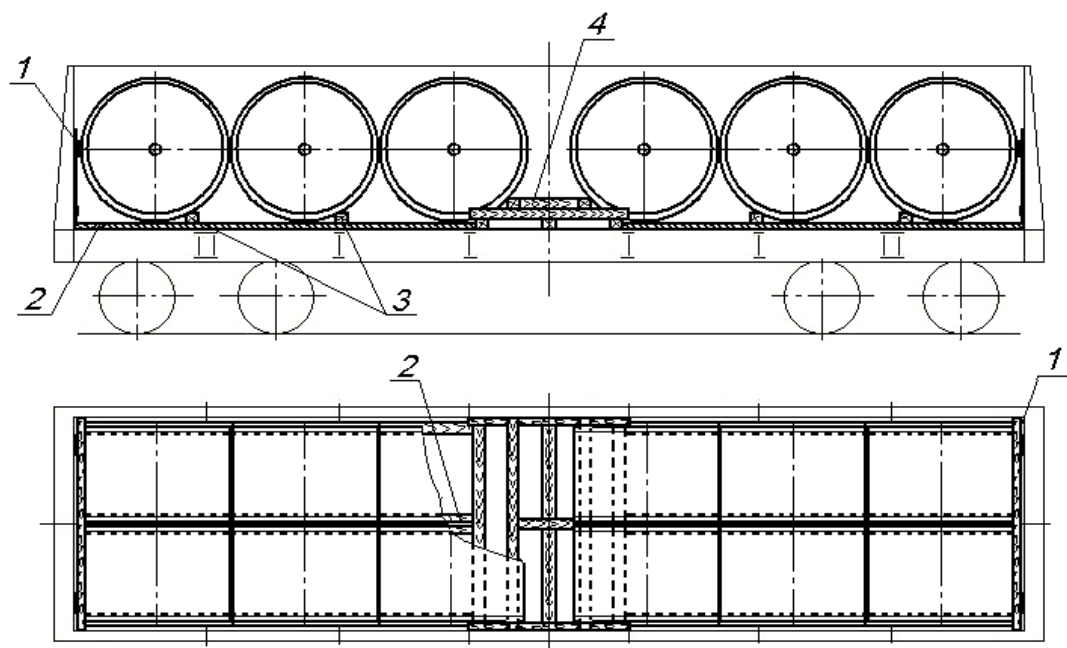


Рис. 2.37. Розміщення барабанів у напіввагоні: 1 – щит; 2 – підкладка; 3 – упорний брусок; 4 – розпірна рама

Розміщення барабанів виконують починаючи від торців напіввагона. У напіввагонах з торцевими дверима двері огорожують щитами. Щит складається з двох стояків з дошки перерізом не менше 30x130 мм, упорного бруска довжиною 2800 мм і перерізом: не менше 100x100 мм - при розміщенні барабанів діаметром менше 2500 мм, не менше 100x150 мм - при розміщенні барабанів діаметром 2500 мм і більше; сполучної планки - перерізом не менше 30x100 мм. Упорний брусок розташовують на висоті  $H$ , що дорівнює половині діаметра барабана. Елементи щита скріплюють між собою цвяхами довжиною не менше 80 мм по два в кожне з'єднання.

У напіввагонах з торцевими стінами щити допускається не встановлювати. У випадку встановлення щита замість упорного бруска встановлюють упорну дошку довжиною 2800 мм і перерізом не менше 30x100 мм.

Щит закріплюють дротом діаметром не менше 3 мм за верхні ув'язувальні пристрої або дверні петлі. До щита дрот кріплять цвяхами.

На люки напіввагона під кожен поздовжній ряд барабанів укладають по дві поздовжні підкладки перерізом не менше 40x150 мм і довжиною по довжині навантаження так, щоб барабани спиралися колом щоби на підкладки.

Кожен барабан від перекошування підклинюють поперечними упорними брусками, які укладають на підкладки впритул до барабана з боку, протилежного торцевому щиту (торцевій стіні напіввагона).

Довжина упорних брусків повинна бути не менше ширини барабана. При розміщенні у два ряди по ширині напіввагона барабанів однакового діаметра кожен пару барабанів підклинюють одним упорним бруском. Упорні бруски прибивають до підкладок цвяхами (не менше двох в кожне з'єднання) довжиною не менше сумарної висоти бруска і підкладки. За наявності в середині напіввагона вільного простору між групами барабанів встановлюють розпірну раму.

Розпірну раму виготовляють з трьох брусків перерізом 100x200 мм довжиною не менше 2800 мм, двох брусків перерізом 100x120 мм, двох брусків перерізом 100x200 мм довжиною не менше ширини розпірної рами по брусках, одного бруска

перерізом не менше 100x120 мм і трьох брусків перерізом 100x120 мм. Два бруски укладають впритул до барабана, третій брусок - посередині між ними. Бруски скріплюють поздовжніми брусками, які укладають впритул до щік барабанів. На середній бруску укладають поперечний брусок. На бруску впритул до барабана укладають інші бруски, між ними встановлюють три бруски. Всі бруски скріплюють між собою цвяхами довжиною не менше 150 мм по два в кожне з'єднання. Довжина розпірної рами по верхніх брусках не повинна перевищувати 1700 мм.

## 2.7. Розміщення та кріплення труб

Сталеві труби довжиною 10500-12000 мм діаметром 219-1420 мм розміщують у напіввагонах симетрично поздовжній і поперечній площинам симетрії вагона.

Сталеві труби діаметром від 219 до 426 мм включно, довжиною 10500-12000 мм, не ув'язані в пакети або зв'язки, розміщують у напіввагоні одним штабелем з підняттям над верхнім обв'язувальним брусом напіввагона не більше 0,5 діаметра труби (рис. 2.38).

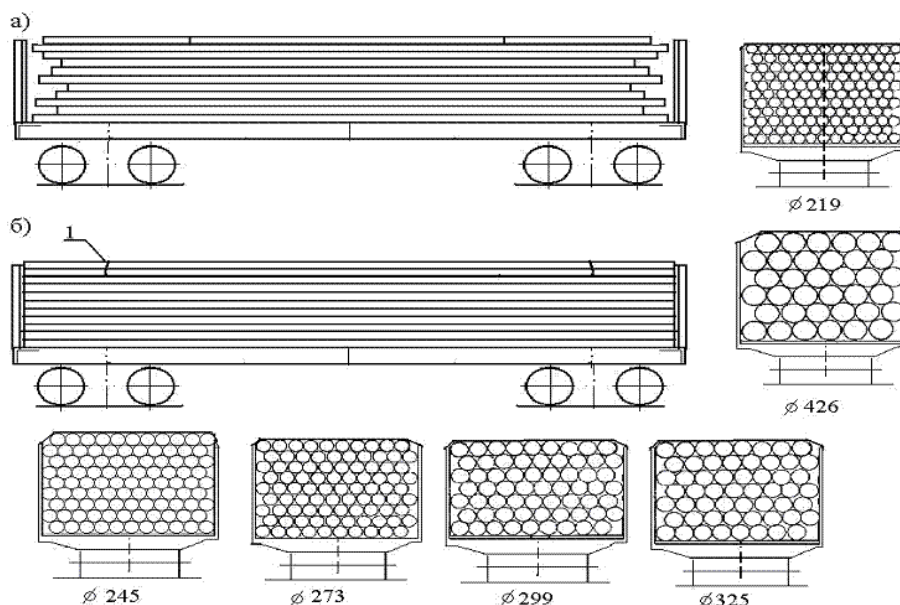


Рис. 2.38. Розміщення сталевих труб у напіввагоні: 1 - обв'язка

Допускається всередині штабеля розміщувати труби довжиною від 4000 до 8000 мм по довжині вагона встик одна до одної.

Труби в кузові напіввагона розміщують ярусами. У кожному ярусі труби розміщують у кількості:

- діаметром 426 мм - по 6 труб;
- діаметром 325 мм - по 8 труб;
- діаметром 299 мм - по 9 труб;
- діаметром 273 мм - по 10 труб;
- діаметром 245 мм - по 11 труб;
- діаметром 219 мм - по 13 труб у непарних ярусах і по 12 у парних ярусах.

Труби діаметром 245-426 мм у непарних ярусах розміщують впритул до однієї стіни напіввагона, а в парних ярусах - впритул до протилежної стіни.

Труби в напіввагоні закріплюють двома обв'язками з дроту діаметром 6 мм у чотири нитки. Для цього дві нитки дроту пропускають у зовнішні або внутрішні верхні ув'язувальні пристрої, розміщені поблизу проміжних стояків з обох сторін напіввагона, кінці дроту вирівнюють і перегинають навпіл. Чотири нитки дроту від однієї стіни з'єднують з такими самими чотирма нитками дроту від протилежної стіни, перегинають їх на 180° і закручують навколо цих же ниток два-три рази. Кожну обв'язку скручують ломиком до повного її натягу.

Для зручності виконання навантажувальних робіт допускається застосовувати підкладки розмірами 40x100x2850 мм, укладені на шворневі балки вагона, і прокладки між ярусами розмірами (25-40) x100x2850 мм, укладені над підкладками. На підкладки і прокладки можна встановлювати упорні клини перерізом не менше 25x100 мм і довжиною по місцю, кожен з яких кріплять до підкладок і прокладок двома цвяхами довжиною не менше 80 мм. Для виконання вантажно-розвантажувальних робіт труба може мати спеціальні хомути, виготовлені з дроту діаметром 6 мм кількістю ниток залежно від її маси.

Допускається розміщення в одному вагоні труб різного діаметра. При цьому труби меншого діаметра розміщують у нижніх ярусах. В одному ярусі розміщують труби однакового діаметра і товщини стінки.

Труби діаметром 219, 245, 273, 299, 325 мм у зв'язках або пакетах розміщують у напіввагоні горизонтальними ярусами з підняттям над верхнім обв'язувальним брусом напіввагона не більше 0,5 діаметра труби. Варіанти розміщення пакетів наведені на рис. 2.39.

Пакет формують з труб одного діаметра і товщини стінки. Труби в пакеті щільно зв'язують не менш ніж чотирима обв'язками з дроту діаметром 6 мм у чотири нитки або пакувальною стрічкою перерізом (1,2-1,5)х30 мм. Для виконання вантажно-розвантажувальних робіт пакет може мати спеціальні хомути, виготовлені з дроту діаметром 6 мм кількістю ниток залежно від маси пакета.

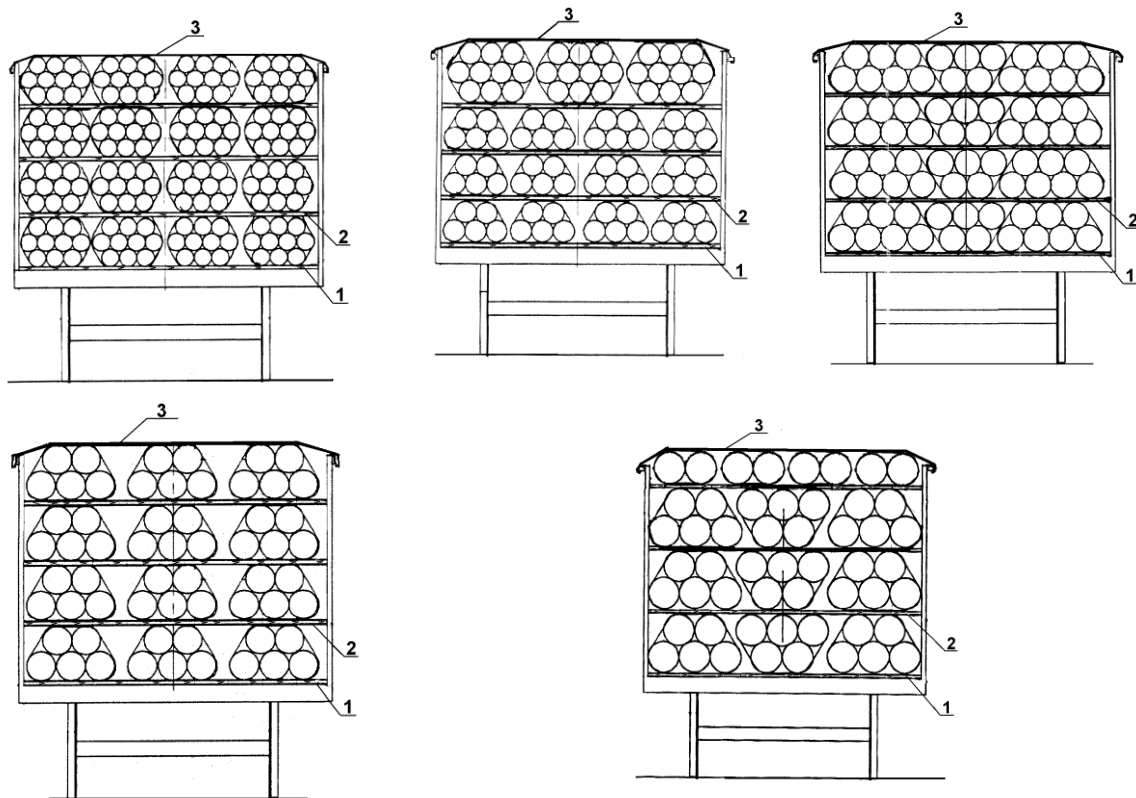


Рис. 2.39. Варіанти розміщення пакетів труб: 1 - підкладка; 2 - прокладка; 3 - обв'язка

Пакети труб у вагоні розміщують у кілька ярусів по висоті. Пакети нижнього ярусу укладають на дві підкладки розміром 40х100х2850 мм. Між ярусами пакетів встановлюють прокладки розміром (25-40)х100х2850 мм.



Пакети в напіввагоні кріплять двома обв'язками (поз. 3). Допускається розміщення в одному вагоні пакетів з трубами різного діаметра. При цьому більш важкі пакети розміщують у нижніх ярусах. В одному ярусі розміщують пакети труб однакового діаметра і товщини стінки. Висота пакетів в ярусі повинна бути однаковою.

Сталеві труби діаметром від 530 до 1420 мм включно розміщують і закріплюють у напіввагонах так.

Розміщення першого (нижнього) ярусу труб (крім труб діаметром 720 мм у напіввагоні з об'ємом кузова до 70,0 м<sup>3</sup> і крім труб діаметром 1420 мм) здійснюють на дві підкладки перерізом 40x100 мм і довжиною, що дорівнює ширині кузова напіввагона, які укладають над шворневими балками.

Від поздовжнього і поперечного зсувів труби кріплять трьома дротяними обв'язками з дроту діаметром 6 мм у чотири нитки - для труб, укладених у верхній звуженій частині габариту навантаження ("шапці"), і двома обв'язками - для труб, які виступають над рівнем стін напіввагона, не більше половини їх діаметра.

Обв'язки кріплять за верхні ув'язувальні пристрої, розташовані на шворневих і проміжних стояках напіввагона.

Труби, занурені в "шапці", закріплюють так, як на (рис. 2.40).

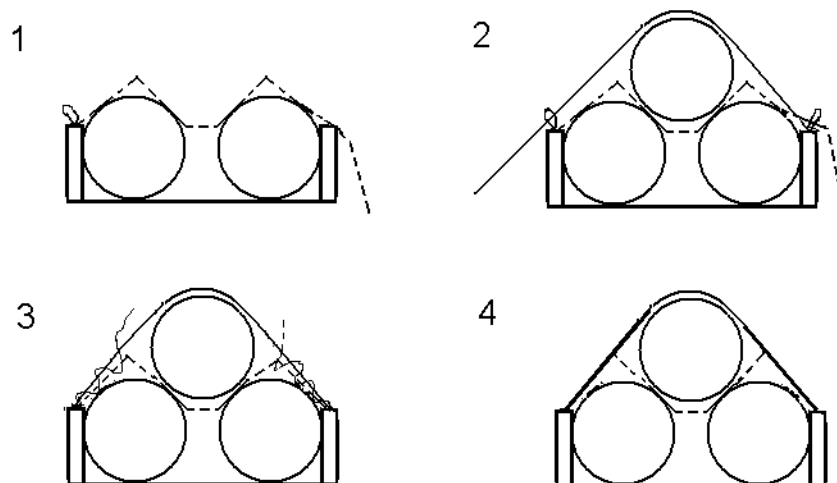


Рис. 2.40. Порядок закріплення труб, занурених у "шапці"

Перед навантаженням останнього ярусу труб діаметром 630, 720 мм (при розміщенні їх у напіввагоні в кількості 15 шт.), 820, 1220 мм, а також перед навантаженням верхніх двох ярусів труб діаметром 530 і 720 мм (при навантаженні їх у напіввагоні в кількості 17 шт.) укладають нижній батіг дроту діаметром 6 мм у дві нитки з пропусканням петлі через верхній ув'язувальний пристрій напіввагона, розташований на шворневому стояці (вигляд 1 на рис. 2.40). Після навантаження верхнього ярусу (ярусів) труб кладуть верхній батіг дроту діаметром 6 мм у дві нитки з пропусканням петлі через верхній ув'язувальний пристрій напіввагона, розташований на проміжному стояці. При цьому кінці верхнього батогу дроту заводять у петлю нижнього, а кінці нижнього - у петлю верхнього батогу дроту (вигляд 2 на рис. 2.40).

Вільні кінці батогів дроту загинають і обводять не менше трьох разів навколо батогів дроту (вигляд 3 на рис. 2.40). Потім верхні і нижні батоги скручують між собою в сідловині між трубами до повного натягу (вигляд 4 на рис. 2.40).

Труби діаметром 530 мм розміщують по ширині напіввагона п'ятьма рядами в кількості 27 шт. (рис. 2.41).

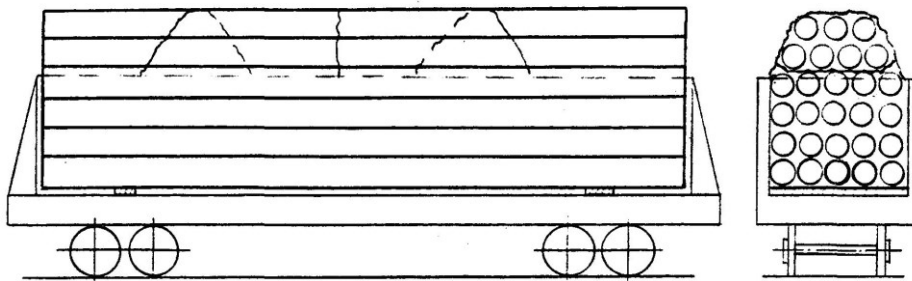


Рис. 2.41. Розміщення труб діаметром 530 мм по ширині напіввагона

Труби діаметром 630 мм розміщують по ширині напіввагона чотирма рядами в кількості 19 шт. (рис. 2.42).

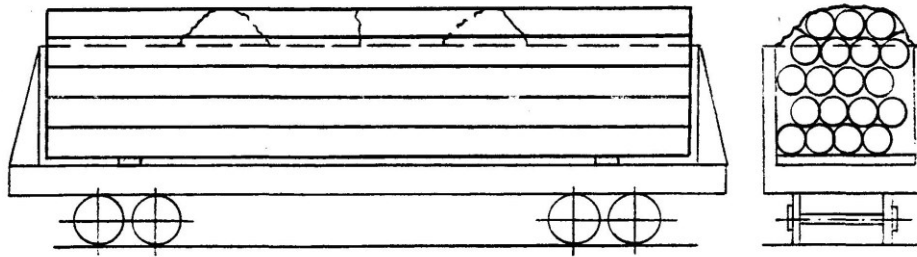


Рис. 2.42. Розміщення труб діаметром 630 мм по ширині напіввагона

Труби діаметром 1420 мм розміщують у напіввагоні в кількості 4 шт. (рис. 2.43). Перший (нижній ярус) труб укладають безпосередньо на підлогу напіввагона.

Після укладання першого ярусу труб над шворневими балками напіввагона розміщують дві прокладки перерізом 25x150 мм і довжиною, що дорівнює ширині кузова піввагона, на які прибивають по чотири клини розмірами 150x150x300 мм кожен трьома цвяхами довжиною 175 мм.

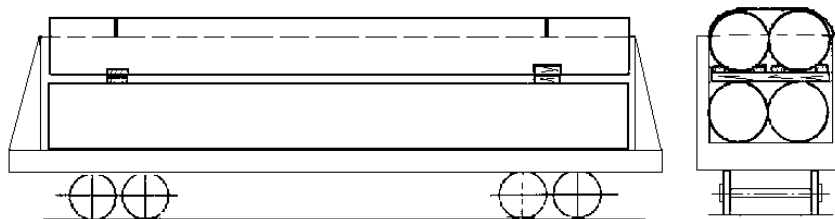


Рис. 2.43. Розміщення труби діаметром 1420 мм у напіввагоні

## 2.8. Особливості розміщення та кріплення колісних пар

Перед навантаженням колісних пар, не обладнаних буксовими вузлами, осьові шийки повинні бути захищені від корозії і пошкоджень.

Вагонні колісні пари в кількості до 22 одиниць з буксовими вузлами і без буксових вузлів розміщують на платформі в один ярус (рис. 2.44). Першу колісну пару встановлюють біля торцевого борту зі зміщенням до одного з бічних бортів і кріплять з боку торцевого борту поперечним упорним брусом

(поз. 2) перерізом не менше 100x100 мм і довжиною 2000 мм. Між упорним бруском і торцевим бортом навпроти торцевих скоб встановлюють два розпирних поздовжніх бруски (поз. 1) перерізом не менше 100x100 мм і довжиною по місцю виходячи з наявного зазора.

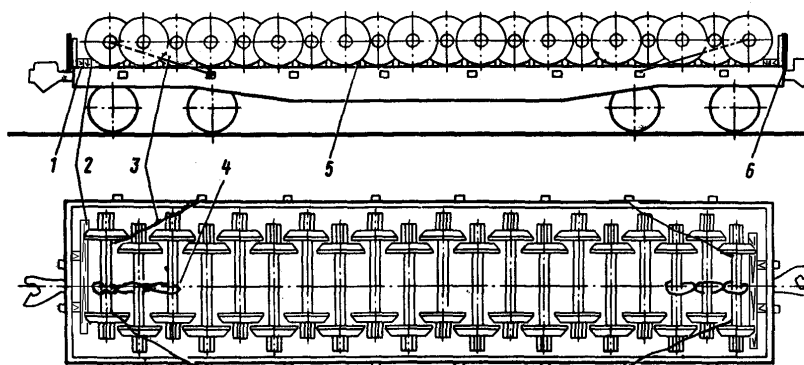


Рис. 2.44. Розміщення вагонних колісних пар на платформі:  
 1 - розпирний брусок; 2 - упорний брусок; 3 - розтяжка;  
 4 - ув'язка; 5 - клин; 6 - стояк

Бруски (поз. 1 і поз. 2) скріплюють між собою будівельними скобами з прутка діаметром не менше 8 мм - по одній скобі в кожне з'єднання. У торцеві скоби платформи встановлюють короткі стояки. Наступні колісні пари встановлюють впритул один до одного з почерговим зміщенням до протилежних бічних бортів симетрично поздовжній площині симетрії вагона. Кожне колесо з обох сторін зміцнюють клинами висотою 50 мм, шириною 100 мм і довжиною 250 мм (під колеса крайніх колісних пар клини встановлюють з внутрішньої сторони). Поздовжній розпирний брусок кріплять двома цвяхами, поперечний упорний брусок - вісьмома цвяхами, клин - двома цвяхами діаметром 5 мм довжиною не менше 100 мм. Крайні колісні пари закріплюють з двох сторін розтяжками з дроту діаметром 6 мм у чотири нитки за стоякові скоби і за технологічні отвори в колесах або за внутрішню частину осі поблизу коліс. Кожні три крайні колісні пари пов'язують між собою дротом діаметром 6 мм у дві нитки.

Колісні пари чавуновозів, шлаковозів та іншого технологічного рухомого складу промислових підприємств і паровозів розміщують на платформі в один ярус в кількості 16-18 шт. (рис. 2.45). Розміщення та кріплення їх аналогічно вагонним колісним парам. При навантаженні колісних пар масою 1,9 т і більше кожен поперечний упорний брусок кріплять десятима цвяхами, клин - п'ятьма цвяхами діаметром 6 мм довжиною 150 мм. Фігурні клини застосовують для колісних пар масою 1,9 т і більше і встановлюють впритул один до одного так, щоб колесо спиралося на два клини і забезпечувалося збереження підлоги платформи від пошкоджень гребенями коліс.

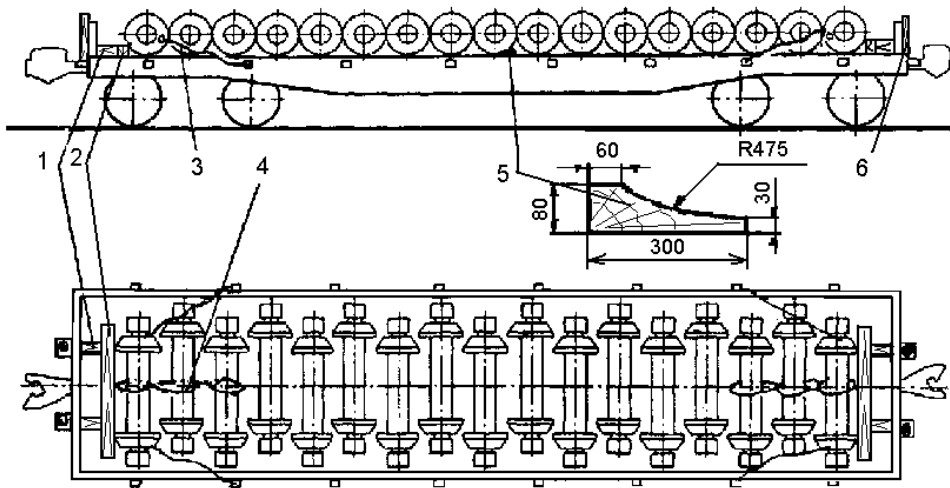


Рис. 2.45. Розміщення колісних пар чавуновозів, шлаковозів та іншого технологічного рухомого складу промислових підприємств і паровозів на платформі: 1 - розпирний брусок; 2 - упорний брусок; 3 - розтяжка; 4 - ув'язка; 5 - клин; 6 - стояк

Колісні пари електровозів (рис. 2.46, а) і тепловозів (рис. 2.46, б) розміщують на платформі в один ярус на попередньо укладені симетрично поздовжній площині симетрії платформи поздовжні підкладки перерізом не менше 40x100 мм, які кріплять до підлоги платформи п'ятнадцятьма цвяхами довжиною не менше 100 мм.

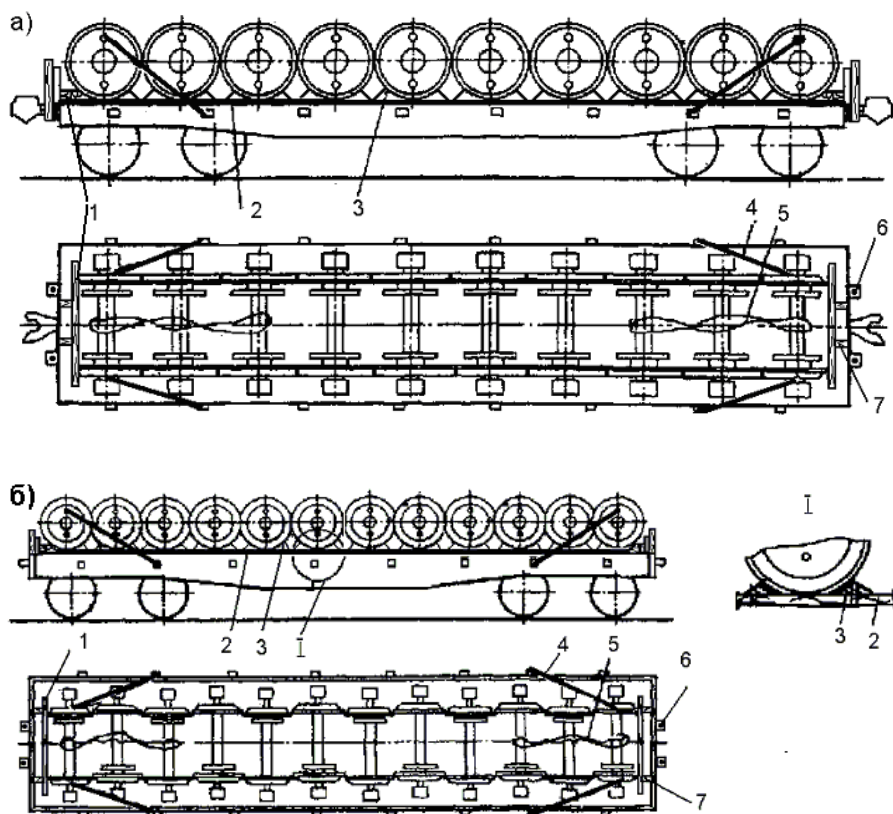


Рис. 2.46. Розміщення колісних пар електровозів і тепловозів на платформі: 1 – упорний брус; 2 - підкладка; 3 - клин; 4 - розтяжка; 5 - ув'язка; 6 - стояк; 7 - розпірний брус

Першу колісну пару встановлюють на відстані не більше 650 мм від торцевого борту, підкріпленого короткими стояками. Наступні колісні пари електровозів встановлюють впритул один за одного в одну лінію, а колісні пари тепловозів - впритул один до одного. Крайні колісні пари зміцнюють з боку торцевого борту поперечним упорним брусом перерізом не менше 100x100 мм і довжиною 2000 мм. Між упорним брусом і торцевим бортом встановлюють два поздовжніх розпірних бруски перерізом не менше 100x100 мм і довжиною по місцю.

Кожне колесо з обох сторін зміцнюють клинами розмірами не менше 75x100x250 мм, кожен розпірний брусок закріплюють двома цвяхами, упорний брусок - десятьма цвяхами, клин - трьома або чотирма відповідно для тепловозних або електровозних колісних пар діаметром 6 мм і довжиною 150 мм. Під колеса крайніх колісних пар клини встановлюють з внутрішньої сторони.

Крайні колісні пари закріплюють з двох сторін розтяжками з дроту діаметром 6 мм у чотири нитки за стоякові скоби платформи. Кожні три крайні колісні пари зв'язують між собою дротом діаметром 6 мм у дві нитки. У торцеві скоби платформи встановлюють короткі стояки.

## 2.9. Правила розміщення та кріплення пакетів

Пакети повинні бути сформовані відповідно до нормативно-технічної документації, яка передбачає можливість перевезення залізничним транспортом. Пакети формують із окремих одиниць вантажу в тарі (наприклад, ящиків, мішків, бочок) або без тари, скріплених між собою за допомогою засобів пакування, на піддонах або без них (рис. 2.47).

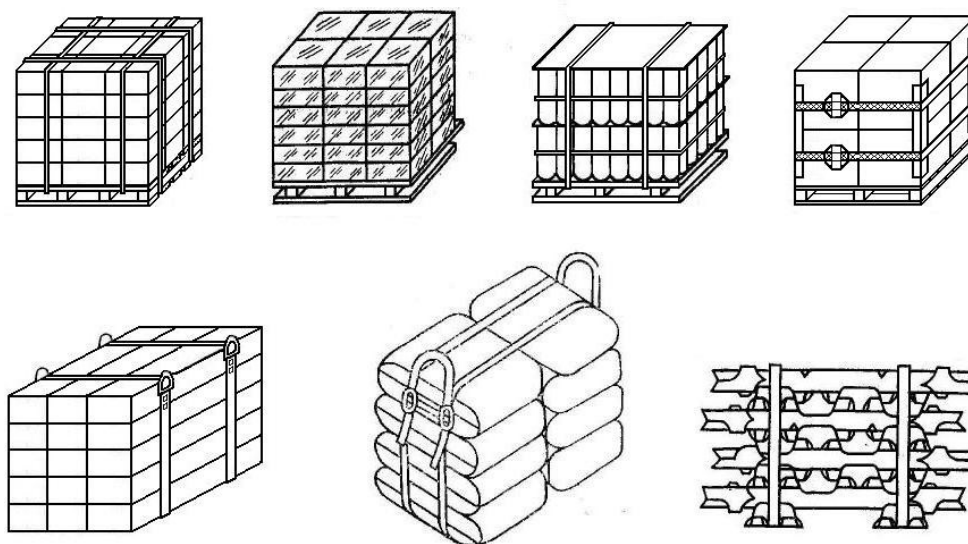


Рис. 2.47. Пакети вантажів

При розміщенні у вагоні пакетів різної маси кількома ярусами пакети більшої маси розміщують у нижньому, а меншої маси - у верхньому ярусі. Між ярусами пакетів може встановлюватися прокладковий матеріал.

При розміщенні пакетів у напіввагонах, що мають торцеві двері, їх огорожують дерев'яними щитами. Щит огорожі виготовляють з дошок або обапола перерізом не менше 40x100 мм. Щит складається з чотирьох вертикальних дошок (стояків) і

необхідної кількості горизонтальних дошок. Довжина горизонтальних дошок повинна дорівнювати внутрішній ширині кузова напіввагона. Кількість горизонтальних дошок і відстань між ними визначають за умови, щоб по висоті кожного ярусу пакетів розташовувалося не менше двох дошок. Верхня горизонтальна дошка щита повинна розташовуватися на висоті не менше  $3/4$  висоти пакетів верхнього ярусу. Дошки щита скріплюють між собою цвяхами довжиною не менше 80 мм по два в кожне з'єднання. Щит огорожі встановлюють стояками до дверей напіввагона.

Пакети розміщують у напіввагонах впритул один до одного одним штабелем по всій довжині напіввагона або двома штабелями впритул до торцевих дверей (рис. 2.48). У штабелі пакети встановлюють одним або кількома ярусами по висоті.

Висота частини пакетів верхнього ярусу, що виступають над рівнем верхнього обв'язувального бруса напіввагона, повинна бути не більше  $1/3$  висоти пакета.

При розміщенні в напіввагоні пакетів різної висоти в кожному ярусі штабеля розміщують пакети однакової висоти; більш високі пакети розміщують у нижніх ярусах штабеля.

Пакети в ярусах штабеля розміщують так, щоб зазори між пакетами і (або) пакетами і бічними стінами напіввагона були мінімальними. З цією метою допускається комбінувати установлення пакетів довгою стороною вздовж і поперек напіввагона, а також розміщувати в одному напіввагоні пакети різних розмірів (рис. 2.48, б, в, г, д).

Якщо сумарний зазор по ширині вагона між пакетами, пакетами і бічними стінами не перевищує 200 мм, пакети розміщують впритул один до одного симетрично відносно поздовжньої площини симетрії вагона (рис. 2.48, а). Якщо сумарний зазор складає 200-400 мм, пакети розміщують так: біля торцевих дверей (стін) пакети встановлюють впритул до бічних стін напіввагона з рівними зазорами між пакетами, у наступному ряду - впритул один до одного. Далі ряди чергують (рис. 2.48, б, е). При такому розміщенні кріплення пакетів у поперечному напрямку можна не виконувати.



Якщо зазор між штабелями в середині напіввагона не перевищує 200 мм, допускається не робити кріплення пакетів у поздовжньому напрямку.

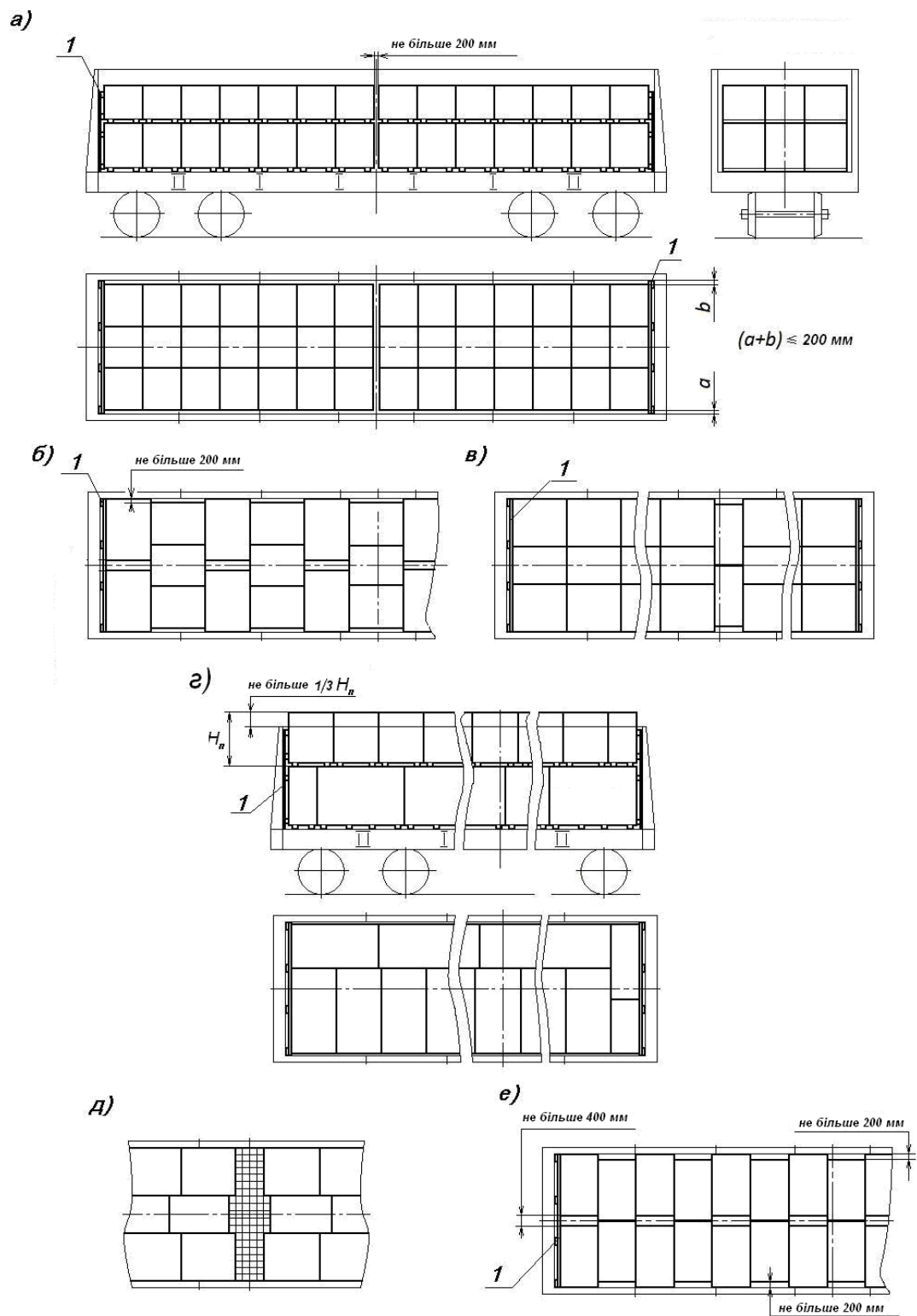


Рис. 2.48. Приклади розміщення пакетів: 1 - щит огорожі дверей;  
 $H_p$  – висота пакета

У напіввагонах з розвантажувальними люками розміщення пакетів виконують так, щоб сумарна маса пакетів, що спираються на люк, не перевищувала допустимого значення навантаження на люк, встановленого главою 1 ТУ.

Допускається заповнювати зазори між пакетами в середині напіввагона вантажем (за винятком вантажу в мішках), що перевозиться в напіввагоні і не сформований у пакет, якщо при цьому забезпечується збереження вантажу і пакетів (рис. 2.48, д).

Кріплення пакетів у поздовжньому напрямку виконують розпірними рамами (рис. 2.49, а, г, д), розпірними конструкціями (рис. 2.49, б, в).

Довжина розпірних брусків розпірних рам або розпірних конструкцій не повинна перевищувати 1700 мм.

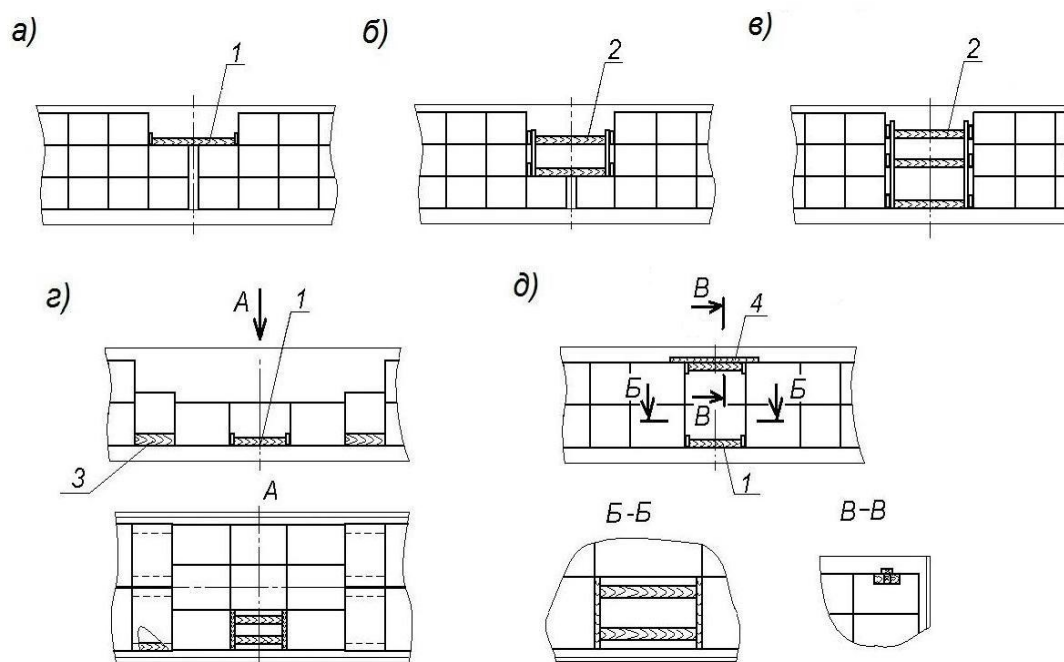


Рис. 2.49. Приклади кріплення пакетів у поздовжньому напрямку:  
 1 - розпирна рама; 2 - розпирна конструкція; 3 - підкладка;  
 4 - накладка-розпирка

Якщо в одному з поперечних рядів у середині напіввагона розміщують меншу кількість пакетів, ніж у сусідніх, у зазор встановлюють: за відсутності пакета в одному ярусі - розпирну раму (рис. 2.49, г), за відсутності пакета у двох ярусах - розпирну раму в нижньому ярусі і накладку - розпирку у верхньому ярусі (рис. 2.49, д).

Розпірну раму виготовляють з розпірних брусків і упорних дошок перерізом не менше 40x100 мм, довжиною не менше ширини ярусу.

Накладку-розпірку виконують з розпірного бруска, упорних дошок перерізом не менше 40x100 мм, довжиною не менше 200 мм і дошки перерізом не менше 25x100 мм, довжиною, що перевищує відстань між пакетами на 300 - 400 мм, яку прибивають до розпірних брусків цвяхами діаметром не менше 5 мм.

Розпірні конструкції виконують зі стояків і опорних брусків перерізом не менше 40x100 мм, упорних дошок перерізом не менше 40x100 мм, а також розпірних брусків. Упорні дошки і розпірні бруски в розпірних конструкціях встановлюють навпроти кожного закріплюваного ярусу.

Упорні дошки скріплюють з розпірними брусками цвяхами діаметром не менше 5 мм, інші елементи - цвяхами діаметром не менше 4 мм, не менше двох у кожне з'єднання. Якщо товщина упорних дошок складає більше 80 мм, допускається скріплювати їх з розпірними брусками будівельними скобами з прутка діаметром 6 - 8 мм.

Кількість розпірних брусків кожної розпірної рами і розпірної конструкції для кріплення в поздовжньому напрямку визначають за табл. 1 [7] залежно від їх перерізу і маси закріпленої групи пакетів у кожному неповному ярусі. Якщо маса груп пакетів не однакова, кількість розпірних брусків приймається за масою більш важкої групи.

Між пакетами й упорними дошками допускається встановлювати прокладковий матеріал.

Якщо при розміщенні пакетів в одному або декількох ярусах зазори поперек вагона перевищують величини, зазначені в пункті 2.1 глави 10 [7], пакети закріплюють від зсуву в поперечному напрямку розпірними щитами (рис. 2.50).

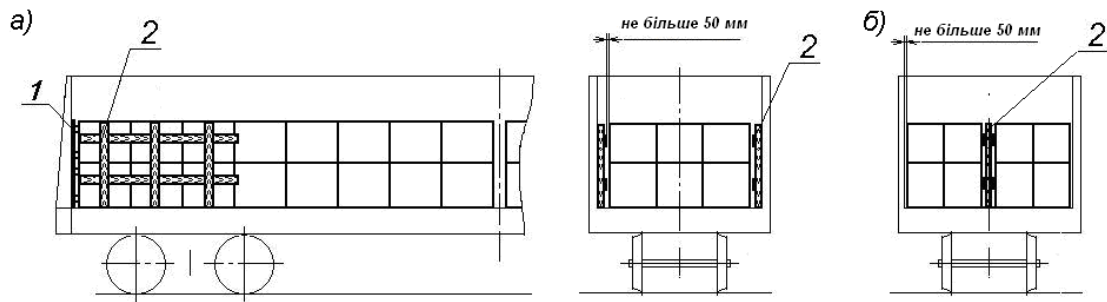


Рис. 2.50. Приклади кріплення пакетів у поперечному напрямку:  
1 - торцевий щит; 2 - розпирний щит

При розміщенні пакетів щільними штабелями в середині вагона (рис. 2.50, а) у зазори між штабелями і бічними стінами по довжині трьох крайніх поперечних рядів встановлюють розпирні щити зі стояків і упорних дошок перерізом не менше 40x100 мм. Щити виготовляють таким чином, щоб стояки щита розташовувалися приблизно посередині пакета, упорні дошки - приблизно на висоті середини ярусів пакетів. Розпирні щити встановлюють стояками до бічної стіни вагона.

Розміри перерізу стояків і упорних дошок підбирають так, щоб після встановлення щита зазор між щитом і пакетами не перевищував 50 мм. Дошки щита скріплюють зі стояками цвяхами довжиною не менше 80 мм по два в кожне з'єднання.

При розміщенні пакетів двома штабелями по ширині напіввагона впритул до бічних стін (рис. 2.50, б) розпирні щити встановлюють у зазор між пакетами в середині вагона. Щити виготовляють аналогічно, але упорні дошки прибивають до стояків з обох сторін.

Допускається виконувати розпирні щити складаними (з кількістю стояків не менше двох) і встановлювати їх впритул один до одного.

Допускається заповнювати зазор між пакетами, пакетами і бічними стінами вагона твердим прокладковим матеріалом необхідної товщини, а також використовувати цей матеріал спільно з розпирними щитами.

На універсальних платформах пакети розміщують безпосередньо на підлогу платформи впритул один до одного одним штабелем по всій довжині підлоги платформи в один ярус по висоті впритул до торцевих бортів симетрично відносно

поздовжньої і поперечної площин платформи. Борти платформи повинні бути закриті, а торцеві борти платформи додатково підкріплені короткими стояками відповідно до положень глави 1 ТУ.

Пакети в штабелі (у штабелях) розміщують так, щоб зазор між пакетами в середині платформи не перевищував 200 мм, зазори між пакетами і бічними бортами платформи - не більше 100 мм з кожного боку. З цією метою допускається комбінувати установлення пакетів довгою стороною вздовж і поперек платформи.

## **2.10. Розміщення та кріплення металобрухту**

Металобрухт до завантаження у вагон повинен бути підготовлений до перевезення: без вогненебезпечних і вибухонебезпечних матеріалів, радіоактивно безпечний, розрізаний, спресований або сформований у пакети (пачки).

При розміщенні металобрухту на платформі в межах висоти бічних бортів торцеві борти нарощують до рівня бічних бортів дошками або обаполлом товщиною не менше 50 мм, шириною не менше 150 мм і довжиною, що дорівнює ширині платформи.

Дошки закріплюють до торцевих стояків з боку вантажу цвяхами довжиною не менше 100 мм - по два в кожне з'єднання. Металобрухт розміщують рівномірно по всій площі підлоги платформи.

При розміщенні брухту вище бічних бортів платформи борта решетують так. У всі бічні і торцеві скоби платформи встановлюють стояки. Відстань від верхньої поверхні вантажу до верхнього обрізу стояків повинна бути від 100 до 150 мм включно. До стояків з боку вантажу закріплюють дошки або обапіл товщиною не менше 50 мм і шириною не менше 150 мм, що утворюють обрешітку вздовж бортів по всьому периметру платформи. Дошки (горбиль) обрешітки прибивають до кожної зі стійок цвяхами довжиною не менше 100 мм - по два в кожне з'єднання. При навантаженні брухту, що містить дрібні предмети, решетування повинно бути суцільним, без зазорів між дошками, а при навантаженні великих предметів металобрухту товщиною і шириною не менше 100 мм.

Торцеві стояки зміцнюють розтяжками з дроту діаметром 6 мм у чотири нитки за другі від торця платформи бічні стоякові скоби. Протилежні бічні стояки при висоті їх від підлоги платформи не більше 1500 мм скріплюють стяжками з дроту діаметром 6 мм у чотири нитки. Стояки висотою більше 1500 мм скріплюють стяжками з дроту діаметром 6 мм у чотири нитки у двох місцях: посередині висоти навантаження і зверху навантаження. Металобрухт масою однієї одиниці більше 100 кг не допускається встановлювати впритул до дошок обрешітки. Такий лом розміщують у частині навантаження, переважно на підлозі платформи.

При розміщенні непакетованого металобрухту в напіввагоні вище бічних стін виконують їх решетування з дошок або обапола товщиною не менше 35 мм, прибитих до стояків. При цьому протилежні бічні стояки додатково скріплюють стяжками з дроту діаметром 6 мм у чотири нитки. Висота навантаження не повинна перевищувати верхнього обв'язувального бруса напіввагона або верху обрешітки.

Пакетований і брикетований металобрухт розміщують у напіввагоні рядами по всій площі підлоги в кілька ярусів по висоті. Вихід пакетів (брикетів) металобрухту над рівнем верхнього обв'язувального бруса напіввагона не повинен перевищувати 1/3 висоти пакета (брикету).

При розміщенні пакетованого (брикетованого) і непакетованого металобрухту в одному напіввагоні непакетований металобрухт розміщують рівномірно по всій площі підлоги, а пакетований (брикетований) - щільними рядами по всій поверхні непакетованого металобрухту. Вихід пакетів над рівнем верхнього обв'язувального бруса напіввагона не повинен перевищувати 1/3 висоти пакета.

## **2.11. Основні вимоги щодо розміщення та кріплення лісоматеріалів**

Умови розміщення та кріплення лісоматеріалів у рухомому складі займають важливе значення в загальних технічних умовах навантаження та кріплення вантажів. Способи розміщення та

кріплення непакетованих і пакетованих лісоматеріалів (круглих лісоматеріалів і пиломатеріалів), а також виробів з деревини та відходів лісопромислового виробництва в межах основного і зонального габаритів навантаження є основою для забезпечення безпеки руху вантажних поїздів.

**Брусок** – пиломатеріал завтовшки до 100 мм і шириною не більше подвійної товщини.

**Обапіл** – бічна частина колоди, що має одну пропиляну, а іншу непропиляну або частково пропиляну поверхню, з нормованою товщиною і шириною тонкого кінця.

**Дошка** – пиломатеріал товщиною до 100 мм і шириною більше подвійної товщини.

**Комель** - нижня товста, прилегла до кореня (прикоренева) частина дерева.

**Кряж** – круглий лісоматеріал товщиною понад 160 мм, переважно листяних порід, рідше хвойних, для вироблення спеціальних видів лісопродукції (облицювального шпону, фанери, тари і т. д.).

**Лісоматеріали** - матеріали з деревини, що зберегли її природну фізичну структуру і хімічний склад. Лісоматеріали поділяють на необроблені та оброблені.

**Лісоматеріали оброблені** – вироблені з круглого лісу матеріали, які зберегли природну структуру деревини. До оброблених лісоматеріалів належать:

- пиломатеріали: бруси, бруски, шпали, дошки, резонансні дошки для музичних інструментів;
- колоті лісоматеріали: паркетна фриза, клепка для бочок;
- дерев'яний шпон та ін.

**Пакет** - місце вантажу, сформоване з кількох окремих одиниць лісоматеріалів, скріплених між собою за допомогою універсальних чи спеціальних пакетувальних засобів.

**Пачка** - місце вантажу, обв'язане дротом, тросом або відокремлене підкладками (прокладками), з одиниць лісоматеріалів певної довжини.

**Пиломатеріал** - частина лісоматеріалу, отримана шляхом поздовжнього пиляння або фрезерування колоди або деревини великих розмірів і, можливо, поперечного розпилювання та/або подальшої машинної обробки для отримання необхідної точності.

**Штабель** - лісоматеріали, укладені декількома рівними паралельними рядами по висоті.

На універсальних платформах пакетовані круглі лісоматеріали розміщують у межах основного габариту навантаження.

Розміщення та кріплення непакетованих круглих необкорованих лісоматеріалів з використанням зонального габариту навантаження здійснюється на платформах, обладнаних бічними стояками і торцевими стінками (щитами), за винятком особливо обумовлених випадків, а також у напіввагонах з висотою кузова не менше 2060 мм.

З використанням зонального габариту навантаження в напіввагонах допускається розміщення та кріплення непакетованих круглих необкорованих лісоматеріалів довжиною не менше 3,75 м, крім кряжів з обкорованої частини стовбурів і лісоматеріалів з обмерзанням.

Лісоматеріали розміщують у вагоні одним або декількома штабелями по довжині.

Допускається розміщувати лісоматеріали в напіввагоні з відкритими торцевими дверима з однієї або з обох його сторін у відповідності з конкретними способами розміщення та кріплення [7]. Вихід лісоматеріалів за кінцеву балку рами з кожного боку напіввагона повинен бути не більше 400 мм.

Допускається сумісне завантаження в один вагон штабелів різної довжини. При цьому штабелі більшої довжини розміщують у торцевих частинах вагона.

Лісоматеріали розміщують штабелями встик. При розміщенні лісоматеріалів з ухилом всередину вагона між штабелями понизу допускається технологічний зазор.

У штабелі круглі пакетовані і непакетовані пиломатеріали повинні бути однакової довжини в межах допусків, встановлених нормативними документами на відповідну продукцію.

При розміщенні в напіввагонах допускається формування штабеля з пиломатеріалів різної довжини, за винятком двох верхніх ярусів штабеля, а також двох ярусів, розташованих безпосередньо під прокладками, що розділяють штабель по висоті, і двох ярусів, розташованих безпосередньо над підкладками і прокладками.



Пиломатеріали в штабелі повинні бути укладені встик (без зазора по довжині). Торці штабеля повинні бути вирівняними. Кожний штабель має бути огорожений не менше ніж двома парами бічних стояків і щитами.

Штабелі лісоматеріалів, за винятком особливих випадків, наведених вище, розміщують на підкладках. Для створення ухилу крайніх штабелів або їх частин до середини вагона застосовують потовщені підкладки або (і) прокладки, які розташовують з боку зовнішніх торців крайніх штабелів. Потовщені прокладки розташовують між нижньою і другою знизу частинами штабелів. «Шапку» штабеля формують на подовжених прокладках.

Підкладки і прокладки виготовляють з дошок перерізом не менше 50x150 мм або дощаного обапола товщиною не менше 50 мм; потовщені підкладки і прокладки - з пиломатеріалів перерізом не менше 130x200 мм; подовжені прокладки - з дошок перерізом не менше: для круглих лісоматеріалів - 75x150 мм, для пиломатеріалів - 50x150 мм або дощатого обапола товщиною відповідно не менше 75 мм і 50 мм. Довжина підкладок має дорівнювати внутрішній ширині вагона. Довжина прокладок повинна бути не менше ширини штабеля. Довжина подовжених прокладок повинна перевищувати ширину штабеля на величину 150 - 200 мм.

Стояки для огороження штабелів лісоматеріалів виготовляють і встановлюють відповідно до положень [7]. Застосування стояків, виготовлених з пиломатеріалів, не допускається.

Кожний штабель з лісоматеріалів повинен бути огорожений не менш ніж двома парами стояків.

Для виготовлення торцевих щитів і обрешітки стін використовують дошки з хвойних порід деревини, а також дошки з берези і осики.

Перевезення лісоматеріалів з обмерзанням допускається тільки в напіввагонах з торцевими стінами або закритими торцевими дверима. При цьому висота навантаження повинна бути менше висоти бічних стін напіввагона не менш ніж на 100 мм.

Способи розміщення лісоматеріалів у напіввагонах повинні забезпечувати можливість механізованого навантаження лісоматеріалів.

Непакетовані круглі лісоматеріали довжиною 3,0 м і довше в напіввагонах у штабелі розміщують комелями в протилежні сторони приблизно в рівній кількості: у прямокутній частині штабеля – поштучно або пачками, у «шапці» штабеля – поштучно.

Виготовлення підкладок і прокладок, установлення і закріплення огорожувальних стояків, формування штабелів здійснюють відповідно до положень [7]. Кожний штабель залежно від його довжини огорожують: при довжині до 3,5 м включно - двома парами стояків; від 3,5 до 5,5 м включно - трьома парами стояків; більше 5,5 м - чотирма парами стояків.

При розміщенні в середині вагона штабеля довжиною до 4,5 м включно його огорожують двома парами стояків. При завантаженні лісоматеріалів нижче верхнього об'язувального бруса напіввагона бічні стояки допускається не встановлювати.

При розміщенні лісоматеріалів декількома штабелями кожен штабель, розташований у середині напіввагона, розміщують з опорою на дві підкладки. Крайні штабелі розміщують:

– у межах основного габариту навантаження - з опорою на підкладку і потовщену підкладку (рис. 2.51, б, 2.52, а) або на підкладку і торцевий поріжок (рис. 2.51, а, 2.53, а, 2.54, а);

– у межах зонального габариту навантаження - з опорою на потовщену підкладку (рис. 2.52, б) або на торцевий поріжок (рис. 2.53, б, 2.54, б).

Підкладки встановлюють на відстані 500-800 мм від кінців штабеля. Допускається розділяти прямокутну частину штабеля по висоті прокладками.

При розміщенні лісоматеріалів у напіввагоні з відкритими дверима зовнішні кінці крайніх штабелів укладають на торцеві поріжки напіввагона; у цьому випадку потовщені підкладки і прокладки не застосовують.

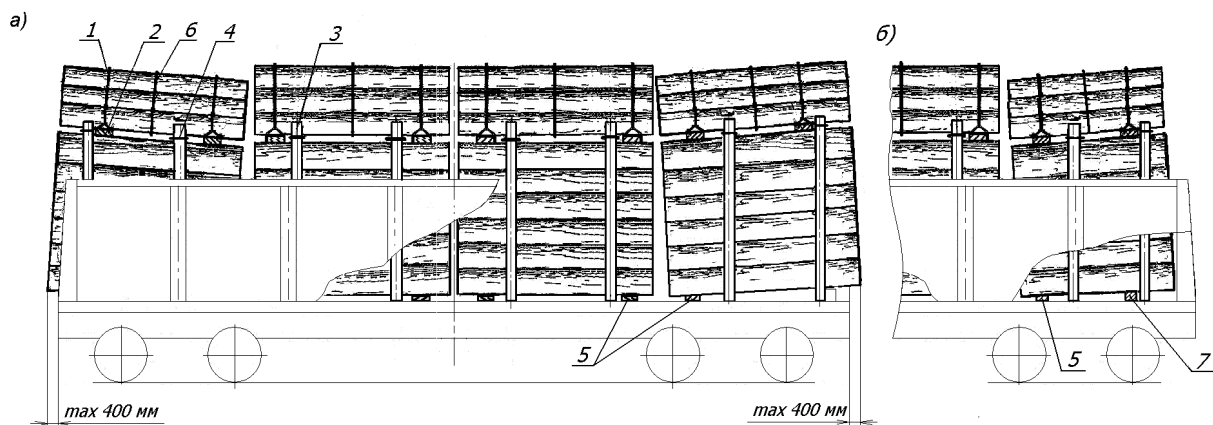


Рис. 2.51. Розміщення та кріплення круглих лісоматеріалів у межах основного габариту навантаження чотирма штабелями:  
 а – у напіввагоні з відчиненими дверьми; б – в межах кузова напіввагона;

- 1 – ув'язка з дроту або шестиланкова стяжка;
- 2 – подовжена прокладка; 3 – стояк; 4 – стяжка;
- 5 – підкладка; 6 – середня ув'язка «шапки»;
- 7 – потовщена підкладка

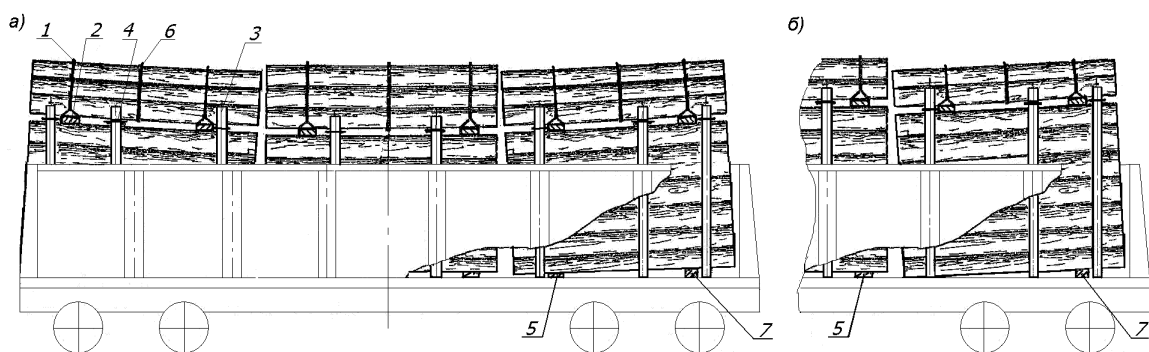


Рис. 2.52. Розміщення і кріплення круглих лісоматеріалів трьома штабелями в межах довжини кузова напіввагона:

- а – у межах основного габариту навантаження; б – у межах зонального габариту навантаження;
- 1 – ув'язка з дроту або шестиланкова стяжка; 2 – подовжена прокладка; 3 – стояк; 4 – стяжка; 5 – підкладка; 6 – середня ув'язка «шапки»;
- 7 – потовщена підкладка

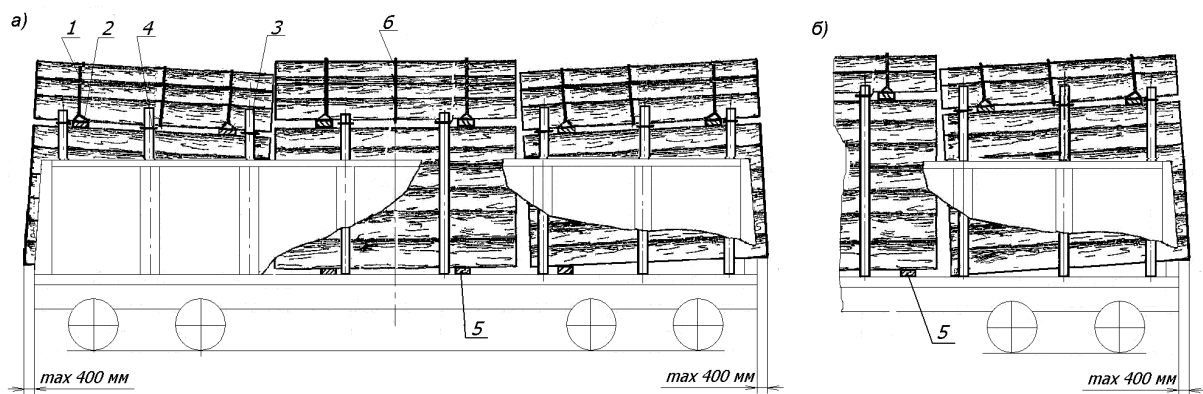


Рис. 2.53. Розміщення і кріплення круглих лісоматеріалів трьома штабелями в напіввагоні з відкритими дверима:

- а – у межах основного габариту навантаження;
- б - у межах зонального габариту навантаження;
- 1 – ув'язка з дроту або шестиланкова стяжка;
- 2 – подовжена прокладка; 3 – стояк; 4 – стяжка;
- 5 – підкладка; 6 – середня ув'язка «шапки»

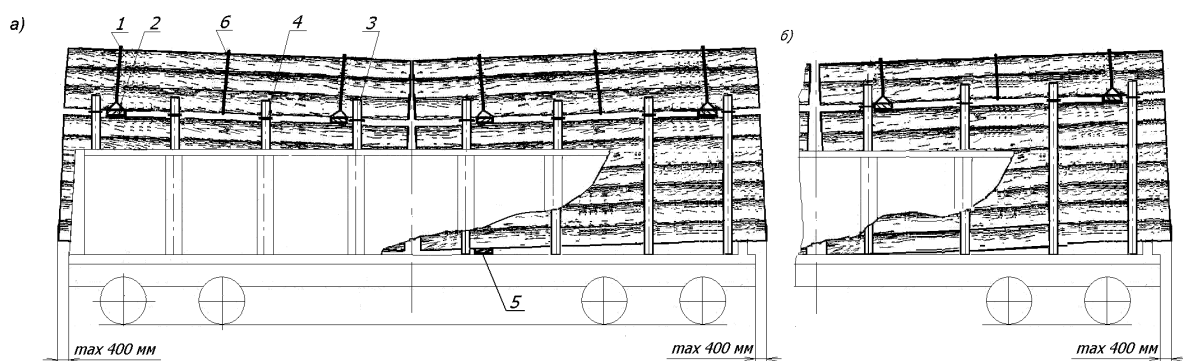


Рис. 2.54. Розміщення і кріплення круглих лісоматеріалів двома штабелями в напіввагоні з відкритими дверима:

- а - у межах основного габариту навантаження; б - у межах зонального габариту навантаження;
- 1 – ув'язка з дроту або шестиланкова стяжка; 2 – подовжена прокладка; 3 – стояк; 4 – стяжка; 5 – підкладка; 6 – середня ув'язка «шапки»

Лісоматеріали довжиною від 10,0 до 12,0 м включно розміщують одним штабелем з використанням основного або зонального габариту навантаження. Стояки встановлюють в усі лісові скоби, розташовані в межах довжини штабеля, за винятком скоб, що знаходяться на відстані менше 500 мм від

його торців (рис. 2.55). Штабель розміщують з опорою на чотири підкладки. «Шапку» штабеля формують на чотирьох подовжених прокладках і скріплюють трьома середніми ув'язками.

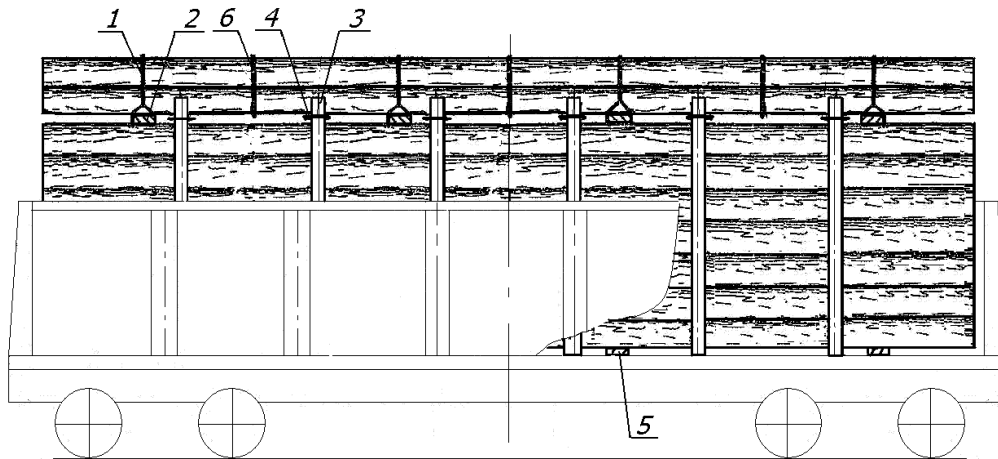


Рис. 2.55. Розміщення і кріплення круглих лісоматеріалів одним штабелем: 1 – ув'язка з дроту або шестиланкова стяжка; 2 – подовжена прокладка; 3 – стояк; 4 – стяжка; 5 – підкладка; 6 – середня ув'язка «шапки»

Формування «шапки» проводять у такому порядку (рис. 2.56). На круглі лісоматеріали верхнього ярусу прямокутної частини штабеля на відстані 500-800 мм від його кінців укладають дві подовжені прокладки. При формуванні «шапки» повинні використовуватися положення [7].

Непакетовані круглі лісоматеріали завдовжки менше 3,0 м розміщують у напіввагонах у межах основного габариту навантаження.

Розміщення круглих лісоматеріалів завдовжки від 1,8 до 3,0 м проводять із застосуванням торцевих щитів (рис. 2.57).

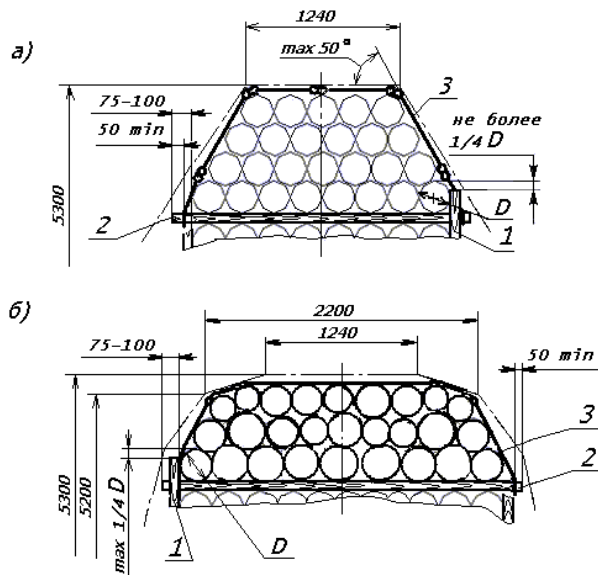


Рис. 2.56. Сформована «шапка»:  
 а – у межах основного габариту навантаження; б – у межах  
 зонального габариту навантаження;  
 1 – стояк; 2 – подовжена прокладка; 3 – ув'язка з дроту або  
 шестиланкова стяжка

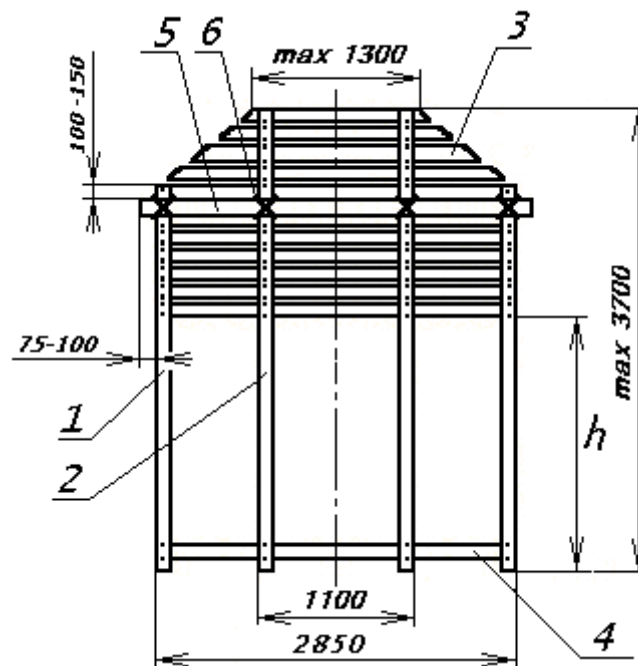


Рис. 2.57. Торцевий щит:  
 1 – крайній стояк; 2 – середній стояк; 3 – дошка; 4 – зв'язка;  
 5 – поперечка; 6 – ув'язка

Щит виготовляють з чотирьох стояків завтовшки не менше 100 мм у верхньому отруб'ї і дошок перерізом не менше 40x150 мм (обап'їл товщиною не менше 50 мм). Довжина середніх стояків повинна бути не більше 3700 мм, довжина крайніх стійок - дорівнювати висоті бічних стояків.

Обрис верхньої частини щита повинен мати форму рівнобедреної трапеції відповідно до рис. 2.57.

Висота  $h$  (рис. 2.57) від підлоги напіввагона до нижньої дошки щита повинна бути менше висоти верхнього обв'язувального бруса напіввагона на 100 - 150 мм.

Зібраний щит встановлюють і закріплюють відповідно до положень [7].

При розміщенні лісоматеріалів довжиною 1,0 м по всьому периметру напіввагона встановлюють два ряди огорожі вантажу (рис. 2.58).

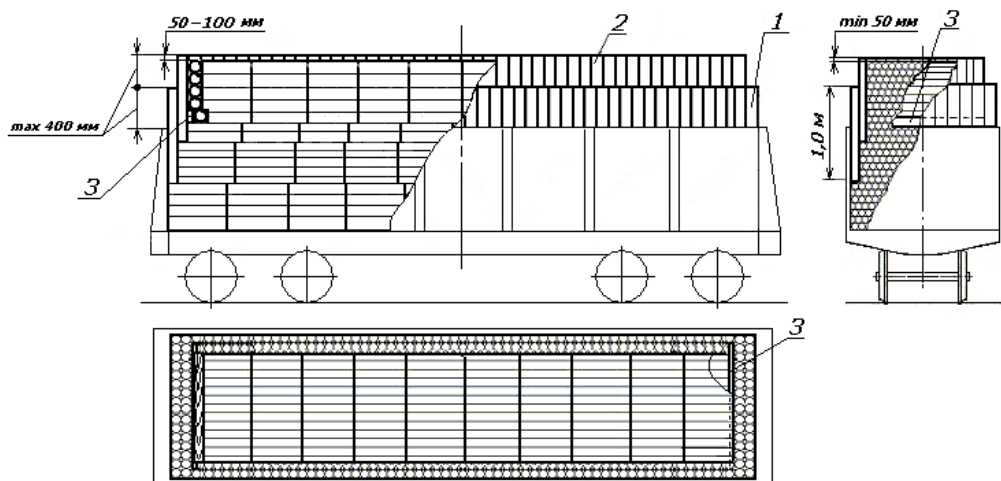


Рис. 2.58. Розміщення лісоматеріалів довжиною 1 м:  
1 – перший ряд огорожі; 2 – другий ряд огорожі; 3 – дошка скріплення другого торцевого ряду огорожі

Платформи, обладнані торцевими металевими стінками ВО-162 і металевими бічними стояками ВО-118 без ув'язувальних ланцюгів у верхній частині (рис. 2.59), призначені для перевезення непакетованих круглих необкорованих лісоматеріалів (крім кряжів з прикореневої частини стовбура) довжиною від 3,0 до 13,5 м включно та пиломатеріалів довжиною від 3,0 до 6,5 м включно в межах зонального габариту навантаження.

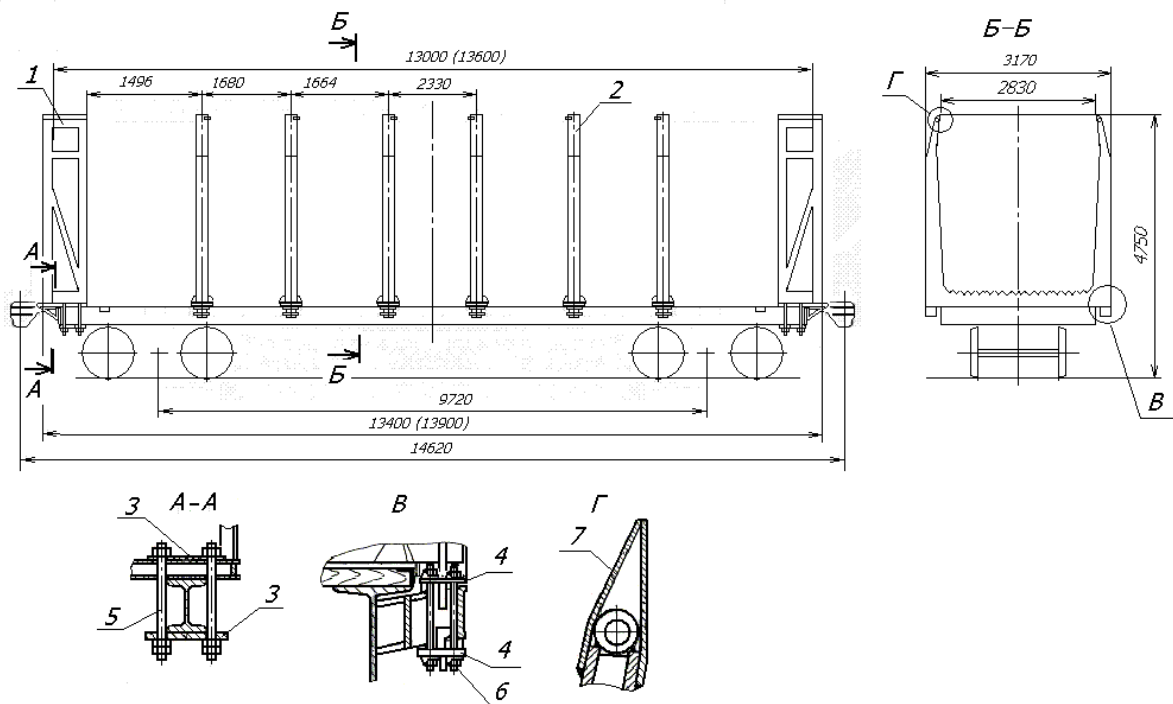


Рис. 2.59. Платформа, обладнана торцевими металевими стінками ВО-162 і металевими бічними стійками ВО-118 без ув'язочних ланцюгів у верхній частині:

- 1 – торцева стінка ВО-162; 2 – бічний стояк ВО-118;  
 3, 4 – металева плита; 5, 6 – болт; 7 – подовжувач (наконечник)

Між торцевими стінками на раму платформи симетрично її поздовжньої площини симетрії встановлюють і закріплюють у стоякових скобах шість металевих стояків ВО-118, що являють собою монолітну конструкцію, яка складається з двох стояків і поперечної балки з гребінкою. Стояки закріплюють у стоякових скобах платформи за допомогою двох металевих плит і чотирьох болтів. У верхній частині кожен стояк має подовжувач (наконечник).

Перед навантаженням лісоматеріалів на обладнані платформи повинна бути перевірена справність стояків і торцевих стінок, елементів їх кріплення (болтів, гайок, металевих плит).



## Контрольні запитання

1. Які вантажі відносять до довгомірних?
2. Де повинен розташовуватися центр ваги довгомірного вантажу, завантаженого на зчеп вагонів з опорою на два вагони?
3. Що таке турнікет?
4. Які види турнікетів застосовують для кріплення довгомірних вантажів
5. Дайте визначення поняття автопоїзд.
6. Як проводять навантаження автопоїздів, автомобілів, причепів і тягачів?
7. Як розміщують на платформі автопоїзди, автомобілі, причепи і тягачі?
8. Як здійснюється навантаження та кріплення напівпричепа на платформі?
9. Як здійснюється вивантаження напівпричепа?
10. Які засоби кріплення використовують для кріплення вантажів у критих вагонах?
11. Яка інформація наноситься на пневмооболонку?
12. Як виконується кріплення ящиків, пакетів у поздовжньому та поперечному напрямку з використанням пневмооболонок?
13. Як здійснюється кріплення бочок, барабанів у критих вагонах?
14. Розміщення і кріплення рулонів паперу та картону у критих вагонах.
15. Як розміщують і кріплять вантажі у м'якій тарі у критих вагонах?
16. Як здійснюється кріплення шин у вагоні?
17. Основні параметри середньотоннажних контейнерів.
18. Схеми розміщення середньотоннажних контейнерів на платформі, у напіввагоні і контейнеровозі.
19. Як розміщують залізобетонні плоскі плити на платформі?
20. Як закріплюють кожний штабель залізобетонних плит?
21. Як можуть розміщуватися вантажі циліндричної форми у вагоні?
22. Як виконують кріплення вантажів циліндричної форми?

23. Як додатково закріплюють вантаж циліндричної форми від зсуву в поздовжньому напрямку?
24. Як розміщують довгомірні вантажі циліндричної форми на зчехах платформ?
25. Розміщення барабанів у напіввагонах.
26. Як розміщують і закріплюють труби в напіввагоні?
27. Розміщення вагонних колісних пар на платформі.
28. Як закріплюють колісні пари на платформі?
29. Як розміщують пакети в напіввагонах?
30. Як виконують кріплення пакетів у поздовжньому та поперечному напрямку?
31. Розміщення та кріплення металобрухту.
32. Які умови розміщення та кріплення непакетованих круглих необкорованих лісоматеріалів?
33. Як укладаються круглі пакетовані та непакетовані пиломатеріали в штабелі?
34. Які умови перевезення лісоматеріалів з обмерзанням?

## РОЗДІЛ 3

### ТЕОРЕТИЧНІ ОСНОВИ УДОСКОНАЛЕННЯ ТЕХНІЧНИХ УМОВ НАВАНТАЖЕННЯ ТА КРІПЛЕННЯ ШТАБЕЛЬНИХ ВАНТАЖІВ НА ВІДКРИТОМУ РУХОМОМУ СКЛАДІ

#### 3.1. Надійність деталей та інших пристроїв кріплення вантажів у вагонах

На мережі залізниць діє значна кількість внутрішньодорожніх і міждержавних пунктів комерційного огляду вагонів і поїздів. При цьому комерційним оглядом зайнято кілька тисяч працівників, які здійснюють перевірку правильності навантаження та кріплення вантажів на відкритому рухомому складі, усунення комерційних несправностей і забезпечення схоронності вантажів [9].

Під надійністю пристроїв і деталей кріплення вантажів розуміється властивість, яка гарантує схоронність вантажу і безпеку руху на всьому шляху прямування. Розглядаючи надійність кріплення вантажів як складних технічних систем, можна установити такі основні напрямки:

- формування основних понять, моделей відмовлень технічних засобів;
- створення структурних схем закріплення вантажів;
- встановлення впливу відмовлень технічних засобів на ефективність роботи складної системи закріплення вантажів;
- встановлення можливості прогнозування надійності кріплення вантажів на етапі технічного і робочого проекту;
- вивчення впливу на технічні відмови різних чинників: інтенсивності експлуатації системи, кліматичних чинників та ін.;
- визначення можливості створення надійних схем закріплення вантажів з окремих елементів обмеженої надійності;
- розроблення заходів, які будуть проводитись на всіх стадіях експлуатації кріплення вантажів для досягнення необхідного рівня надійності;
- оцінка надійності схем навантаження та кріплення вантажів як складних технічних систем [10].

Надійність деталей та інших пристроїв кріплення вантажу є комплексною властивістю і включає такі критерії:

безвідмовність, довговічність і ремонтпридатність. Безвідмовність матеріалів і деталей для навантаження та кріплення визначається як властивість безпосередньо тари, одноразових і багаторазових засобів кріплення, також підкладок і прокладок безупинно зберігати працездатність протягом деякого часу або деякого наробітку на відмову обмірювану в тонно-кілометрах чи добах (годинах). Під відмовою розуміється часткова чи повна втрата властивостей матеріалів і деталей та інших пристроїв кріплення, а також тари і стропувальних петель вантажу, що призведе до зниження або повної втрати їх працездатності.

Типові приклади відмов деталей та інших пристроїв кріплення вантажів: обривання розтяжок і зрушення вантажу, зминання брусків та ін. Виникнення відмов пристроїв навантаження і деталей кріплення відбуваються внаслідок:

- помилок, допущених при розробленні кріплення;
- порушення технології експлуатаційної роботи.

За характером зміни параметра, що визначає надійність навантаження і кріплення до моменту відмови, останній може бути двох видів: раптовий і поступовий.

Раптова відмова не залежить від тривалості експлуатації вагона з закріпленим чи просто завантаженим у нього вантажем і виникають внаслідок випадкових зовнішніх впливів, що перевищують розрахункові можливості кріплення вантажу. Ознакою раптової відмови є незалежність імовірності її виникнення за даний проміжок часу від тривалості попередньої експлуатації вагона з цим вантажем. У цьому випадку відмова в кріпленні відбувається, як правило, раптово, без попередніх ознак руйнувань. З відзначених раніше відмов до цього виду можна віднести зсув вантажу й ушкодження торцевих стін вагонів внаслідок перевищення швидкості стикування вагонів при маневровій роботі.

Поступова відмова навантаження і кріплення є наслідком зносу в основному багатообігових засобів кріплення, опорно-кріпильних пристроїв, витягування розтяжок і залежить від відстані перевезення вантажу та умов експлуатації кріплення. При цьому чим довше знаходиться в експлуатації кріплення, тим вище імовірність виникнення відмови. Поступові відмови пов'язані з процесами зносу, втоми і плинності матеріалів кріплення.

Відмови в кріпленні вантажу можна подати як відмову функціонування, якщо кріплення вантажу не може виконувати свої функції в результаті обриву розтяжок, зсув центра маси вантажу більш припустимих границь та ін. При відмові функціонування подальше проходження вагона з вантажем можливо тільки після відновлення кріплення.

Параметричні відмови, якщо параметри навантаження і кріплення знаходяться в границях, що допускаються, у місці продовження прямування вагона з вантажем може призвести до відмови функціонування.

Під довговічністю навантаження і кріплення розуміється здатність системи кріплення елементів вантажу, деталей кріплення до експлуатації протягом терміну доставки вантажу (для засобів кріплення багаторазового використання – до тривалої експлуатації) при регламентованому технічному обслуговуванні і дотриманні необхідних видів ремонту на пунктах комерційного обслуговування. Особливе значення довговічність має для опорно-кріпильних пристроїв, різних багатообігових касет, знімних пристосувань багаторазового використання, турнікетів і т. ін. Неврахування чинника довговічності в практиці експлуатації багатообігових пристроїв призводить до значних втрат в експлуатаційній роботі [11].

Ремонтопридатність деталей кріплення визначається як властивість, що складається в попередженні і виявленні причин виникнення відмов, а також усунення наслідків відмов шляхом ремонту чи технічного обслуговування системи.

У загальному випадку завдання надійності складних систем не вирішено. Основні труднощі полягають не в обчисленні за формулою, а в тому, що невідомі умовні імовірності і їх дослідне визначення вимагає великої кількості експериментів. До надійності складних систем кріплення вантажів у вагонах, що складаються з великої кількості елементів, треба підходити так: поділити систему на окремі прості частини, кожна з яких з фізичних міркувань незалежна і вважається елементом (рис. 3.1). Для розрахунку надійності системи кріплення необхідно насамперед описати умови її працездатності, тобто викласти умови, за яких вона може виконувати завдання, що стоять перед нею [10].

Виходячи з розуміння класичної теорії надійності це можливо виконати такими способами: словесним описом, за допомогою структурної схеми або за допомогою функцій алгебри логіки [12]. У багатьох випадках аналітична модель вантажної станції (структурна схема) може містити повну інформацію про логіку виникнення відмов у системі. Таким чином, структурну схему можна розглядати як форму подання логічних зв'язків між подією “відмова системи” і подією “відмова елементів”, адекватну логічній функції працездатності.

Аналітична модель кріплення являє собою графічне зображення сукупності окремих структурних елементів, а так само функціонально-логічних зв'язків між ними, призначене для формалізації умов працездатності станції. На структурній схемі всі елементи рівноцінні і це підкреслюється їх однаковим графічним зображенням (у вигляді квадрата) і однаковим літерним позначенням з різними номерами.

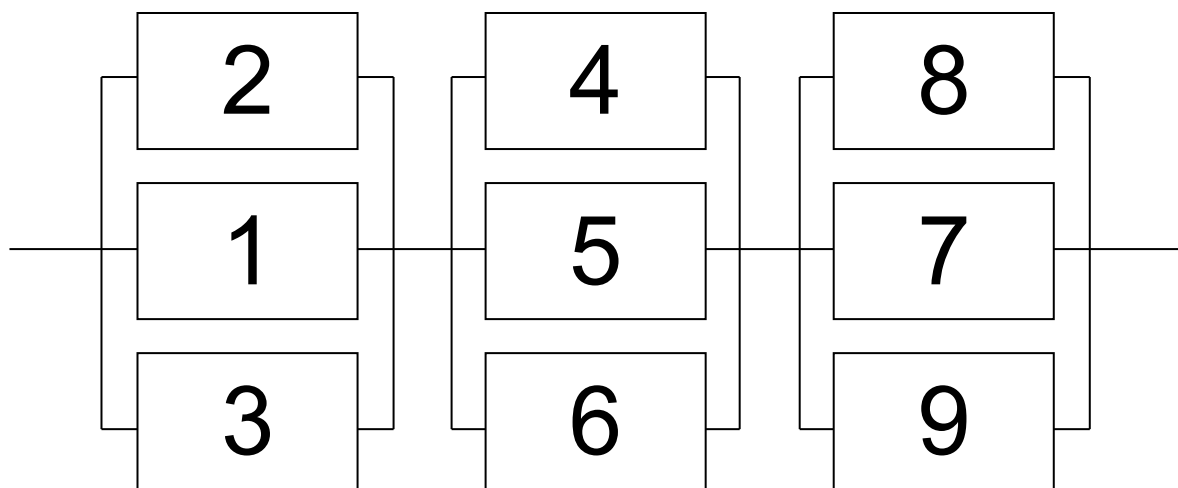


Рис. 3.1. Структурна схема до визначення надійності деталей та інших пристроїв кріплення вантажів:

- 1, 2, 3 – деталі вагона, за які дозволяється кріплення вантажу;
- 4, 5, 6 – дротові розтяжки, дерев'яні бруски тощо;
- 7, 8, 9 – стропувальні вузли вантажу

Під структурним елементом системи розуміється умовний еквівалентний елемент, що має кількісні характеристики рухливості послідовно з'єднані у функціональному змісті реальних елементів системи. Для кріплення структурним

елементом є дротові розтяжки, дерев'яні бруски, цвяхи та ін. Складання структурних схем має здійснюватися з урахуванням функціонального взаємозв'язку між їх елементами.

Математичний опис зносу рівнянням наробітку найчастіше дозволяє уникнути помилок у розрахунках. Математична залежність між відмовою елементів деталей кріплення і тонно-кілометрами перевезення має такий вигляд:

$$x_y = b_0 + b_1 y + b_2 y^2. \quad (3.1)$$

Коефіцієнти  $b_0, b_1, b_2$  обчислюються шляхом розв'язання системи

$$\left. \begin{aligned} b_0 N + b_1 \sum_{i=1}^N Y + b_2 \sum_{i=1}^N Y^2 &= \sum_{i=1}^N X; \\ b_0 \sum_{i=1}^N Y + b_1 \sum_{i=1}^N Y^2 + b_2 \sum_{i=1}^N Y^3 &= \sum_{i=1}^N XY; \\ b_0 \sum_{i=1}^N Y^2 + b_1 \sum_{i=1}^N Y^3 + b_2 \sum_{i=1}^N Y^4 &= \sum_{i=1}^N XY^2, \end{aligned} \right\} \quad (3.2)$$

де  $N$  – кількість одержуваних при спостереженні пар взаємозалежних величин.

У математичній формі для розв'язання на ЕОМ [13] вираз (3.2) набуває вигляд

$$\begin{bmatrix} N & \sum_{i=1}^N Y & \sum_{i=1}^N Y^2 \\ \sum_{i=1}^N Y & \sum_{i=1}^N Y^2 & \sum_{i=1}^N Y^3 \\ \sum_{i=1}^N Y^2 & \sum_{i=1}^N Y^3 & \sum_{i=1}^N Y^4 \end{bmatrix} \times \begin{bmatrix} b_0 \\ b_1 \\ b_2 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} \sum_{i=1}^N X \\ \sum_{i=1}^N XY \\ \sum_{i=1}^N XY^2 \end{bmatrix}. \quad (3.3)$$

### 3.2. Критерії надійності та ефективності деталей, вузлів і пристроїв кріплення вантажів

Для підвищення безпеки руху і схоронності вантажів важливе значення має розроблення критеріїв ефективності і надійності навантаження та кріплення вантажів [14, 15]. Справа в тому, що сучасні методи навантаження і розрахунку кріплення вантажів у вагоні не враховують значної безлічі випадкових чинників, від яких і залежить в остаточному підсумку безпека руху.

Запас тривкості за терміном служби деталей кріплення вантажу визначається як

$$K_{\phi} = \frac{T_{\phi}}{T_p} \times 100, \quad (3.4)$$

де  $T_{\phi}$  – фактичний термін служби деталей кріплення вантажів, доба;

$T_p$  – розрахунковий термін служби деталей кріплення вантажів, доба.

Інтенсивність параметричних відмов деталей кріплення на один кілометр перевезення

$$i_n = \frac{N_n}{L}, \quad (3.5)$$

де  $N_n$  – загальна кількість параметричних відмов за час перебування вантажу в дорозі;

$L$  – відстань перевезення, км.

Інтенсивність функціональних відмов деталей кріплення на один кілометр перевезення

$$i_{\phi} = \frac{N_{\phi}}{L}, \quad (3.6)$$



де  $N_{\phi}$  – загальна кількість функціональних відмов за час перебування вантажу в дорозі.

Інтенсивність параметричних відмов деталей кріплення за одиницю часу

$$i_n = \frac{N_n}{T_{\phi}}. \quad (3.7)$$

Інтенсивність функціональних відмов деталей кріплення за одиницю часу

$$i_{\phi} = \frac{N_{\phi}}{T_{\phi}}. \quad (3.8)$$

Інтенсивність параметричних відмов деталей кріплення на 1 ткм

$$i_n = \frac{N_n}{QL}, \quad (3.9)$$

де  $Q$  – маса вантажу у вагоні, т.

Інтенсивність функціональних відмов деталей кріплення на 1 ткм

$$i_{\phi} = \frac{N_{\phi}}{QL}. \quad (3.10)$$

Відношення часу на усунення відмов деталей кріплення на шляху доставки до часу на технічний і комерційний огляд вагонів

$$K_1 = \frac{t_{y.g.}}{t_{TKO}}, \quad (3.11)$$

де  $t_{y.g.}$  – час на усунення відмов, год;

$t_{TKO}$  – час на технічний і комерційний огляд поїзда, год.

Відношення максимального прискорення  $\omega$ , м/с<sup>2</sup>, що діє на деталі кріплення, до прискорення сили тяжіння  $g$

$$n = \frac{\omega}{g}. \quad (3.12)$$

Відношення максимальної напруги до допустимого значення напруги на деталі кріплення

$$\varepsilon = \frac{\delta}{|\delta|}, \quad (3.13)$$

де  $\delta$  – максимальне значення напруги на деталі кріплення, Н/м<sup>2</sup>;  
 $|\delta|$  – допустиме значення напруги, Н/м<sup>2</sup>.

Відношення маси матеріалів, необхідних на усунення відмов деталей кріплення, до загальних витрат матеріалів на деталі кріплення вантажу на місці навантаження

$$K_2 = \frac{\theta_{у.в.}}{\theta_{к.ван.}}, \quad (3.14)$$

де  $\theta_{у.в.}$  – маса матеріалів на ремонт і усунення відмов, кг;  
 $\theta_{к.ван.}$  – маса матеріалів на кріплення вантажів у вагоні, кг.

Відношення, що характеризує частку вагонів з комерційними пошкодженнями, виглядає як

$$K_3 = \frac{n_{від}}{n_{б.від} + n_{від}}, \quad (3.15)$$

де  $n_{від}$  – кількість вагонів, відчеплених для усунення комерційних браків;

$n_{б.від}$  – кількість вагонів, відправлених без відчеплення.

Відношення максимального фактичного пересування вантажу до допустимого пересування без пошкодження вантажу та кузова вагона

$$m = \frac{l_{\phi}}{l_Q}, \quad (3.16)$$

де  $l_{\phi}$  – фактичне пересування вантажу, м;

$l_Q$  – допустиме пересування вантажу без пошкодження вантажу та деталей вагона, м.

Використання вантажопідйомності вагона у свою чергу дорівнює

$$K_4 = \frac{P_{mex}}{P_{ван}}, \quad (3.17)$$

де  $P_{mex}$  – завантаження вагона, т;

$P_{ван}$  – трафаретна вантажопідйомність вагона, т.

Витрата матеріалів на деталі кріплення на одну тонну маси вантажу

$$K_5 = \frac{q_1 + q_2 + \dots + q_n}{Q}, \quad (3.18)$$

де  $q_1, q_2, \dots, q_n$  – витрата матеріалів на кріплення вантажу (дроту, пиломатеріалів та ін.), т.

Витрати матеріалів на деталі кріплення на 1 ткм перевезення

$$K_6 = \frac{q_1 + q_2 + \dots + q_n}{QL}. \quad (3.19)$$

Витрати матеріалів на 1 км перевезення

$$K_7 = \frac{q_1 + q_2 + \dots + q_n}{L}. \quad (3.20)$$

Витрати матеріалів на один завантажений вагон

$$K_8 = \frac{q_1 + q_2 + \dots + q_n}{\sum n}, \quad (3.21)$$

де  $\sum n$  – кількість завантажених вагонів.

Витрати матеріалів на 1 м<sup>3</sup> вантажу

$$K_9 = \frac{V_{кр}}{V_{ван}}, \quad (3.22)$$

де  $V_{кр}$  – об'єм витрати матеріалів на кріплення вантажу (дроту, пиломатеріалів, цвяхів тощо), м<sup>3</sup>;

$V_{ван}$  – об'єм вантажу, м<sup>3</sup>.

Відношення вартості закріплення вантажу до вартості вантажу

$$K_{10} = \frac{C_{кр}}{C_{ван}}, \quad (3.23)$$

де  $C_{кр}$  – вартість деталей кріплення і витрати на кріплення вантажу, грн;

$C_{ван}$  – вартість вантажу, грн.

Відношення часу на кріплення вантажу до часу на навантаження вантажу у вагон

$$K_{11} = \frac{t_{кр}}{t_{наван}}, \quad (3.24)$$

де  $t_{кр}$  – час, який витрачається на кріплення вантажу, год;

$t_{наван}$  – загальний час на навантаження, год.

Відношення часу на зняття деталей кріплення до загального часу розвантаження вагона

$$K_{12} = \frac{t_{з.кр}}{t_{роз}}, \quad (3.25)$$

де  $t_{з.кр}$  – час на зняття деталей кріплення, год;

$t_{роз}$  – загальний час, який витрачається на розвантаження вантажу, год.

Критерій несхоронності вантажів під час перевезення

$$K_{13} = \frac{\sum H}{C_{ван}}, \quad (3.26)$$

де  $\sum H$  – збитки від несхоронності вантажів, тис. грн;

$C_{ван}$  – вартість вантажу, тис. грн.

Критерій втрати вантажів на 1 ткм перевезення

$$K_{14} = \frac{\sum H}{\sum QL}. \quad (3.27)$$

Загальний критерій ефективності деталей та інших пристроїв кріплення вантажів буде дорівнювати добутку всіх цих коефіцієнтів:

$$K = K_1 K_2 K_3 \dots K_{14}. \quad (3.28)$$

Використання даного критерію при розробленні та визначенні ефективності нових технічних умов навантаження та кріплення вантажів дає можливість значно підвищити якість перевезень і знизити витрати матеріалів, які використовуються для кріплення.

Для розроблення технічних умов на тяжкий період необхідно використовувати метод “максимального навантаження”, який полягає в тому, що технічні умови навантаження та кріплення вантажу повинні виконувати свої функції в межах терміну доставки, або ж терміну експлуатації багатообігових засобів, якщо зовнішні навантаження мають максимальні значення, а умови перевезень найбільше відрізняються від нормативних.

При використуванні методу “максимального навантаження” є допустимим [11] таке:

- стикування завантажених вагонів при маневровій роботі на станціях і розпуску поїздів на сортувальних гірках відбувається з максимально можливими швидкостями;
- перевезення вантажу здійснюється в зимовий період;
- навантаження здійснюється на неочищену від снігу і льоду підлогу, а остання не посипається піском;
- матеріали кріплення мають дефекти і не повністю відповідають вимогам технічних умов;
- комерційний огляд вантажу і вагона, окрім огляду при їх прийманні і видачі, не передбачається.

### **3.3. Довговічність деталей та інших пристроїв кріплення вантажів**

Звичайно при розрахунку деталей кріплення вантажів з різнорідних матеріалів в одноярусних схемах навантаження надлишкові сили розподіляються між ними в довільному порядку [16], що в процесі експлуатації неминуче викликає відмову елементів кріплення, зміщення вантажу і створює небезпеку руху.

Найбільш розповсюдженими матеріалами в комбінованому кріпленні є дротові розтяжки, упорні та розпірні дерев'яні бруски.

Для розтяжок із дроту і стрижнів розрахунок на міцність ведеться за допустимими напруженнями розтягування встановленим порядком. Бруски, прокладки, підкладки розраховують за допущеними напруженнями зминання [17].

Розрахунок на обмежену довговічність розтяжок із дроту необхідно виконувати за межею текучості з урахуванням відносного подовження, що стримує кріплення за час доставки вантажу. При цьому умова забезпечення потрібної довговічності може бути записана як

$$\frac{0,01 N L \Delta s}{l_r \cos \alpha \sin \beta_{noz}} \leq \varepsilon_0, \quad (3.29)$$

де  $N$  – кількість ударів, які одержує вагон з вантажем в одну сторону, на 100 км перевезення (у середньому за один раз розпуску з гірки і при маневровій роботі на станції вагон з вантажем одержує три удари в одному та один – у протилежному напрямку);

$L$  – відстань перевезення, км;

$l_r$  – довжина дротової розтяжки, м;

$\Delta s$  – середнє переміщення вантажу за один удар у поздовжньому напрямку, м;

$\varepsilon_0$  – відносне подовження матеріалу дротової розтяжки, м;

$\alpha$  – кут нахилу розтяжки до площі підлоги вагона, рад;

$\beta_{noz}$  – кут між проекцією розтяжки на горизонтальну площу і поперечну вісь вагона, рад.

Найменше значення довжини дротової розтяжки, яке забезпечує безпеку руху, дорівнює

$$L_{\min} \geq \frac{100 \Delta L}{\varepsilon}, \quad (3.30)$$

де  $\Delta L$  – підсумкове збільшення розтяжки за термін доставки вантажу, м;

$\varepsilon$  – відносне подовження розтяжки, см/м.

Для дерев'яних брусків умова забезпечення обмеженої довговічності в границях терміну доставки вантажу запишеться у виразі

$$\Delta S_b \frac{L}{100} N \leq /S/, \quad (3.31)$$

де  $\Delta S_b$  – середнє переміщення вантажу за один удар при кріпленні його дерев'яними брусками, м;

$/S/$  – допустиме переміщення вантажу без руйнування кріплення (витягування цвяхів з дошок підлоги вагона), м.

Для вантажів при одноярусному навантаженні задача розподілу сил між розтяжками та упорними брусками розв'язується так.

Для знаходження сил, які викликають напруження розтяжках та брусках у поздовжньому напрямку, маємо лише одну умову статички

$$\Delta F_{noz}^p + \Delta F_{noz}^{\bar{o}} = \Delta F_{noz}. \quad (3.32)$$

Задача є статично невизначеною; друге рівняння отримаємо з розгляду вимог спільності деформацій з урахуванням того, що розтяжки подовжуються, а бруски зминаються на одну та ту саму величину  $\Delta l$ . З закону Гука отримаємо [18]

$$\Delta l = \frac{\Delta F_{noz}^{\bar{o}} l_{\bar{o}}}{E_{\bar{o}} F_{\bar{o}}} = \frac{\Delta F_{noz}^p l_p}{E_p F_p}, \quad (3.33)$$

де  $l_{\bar{o}}, F_{\bar{o}}, E_{\bar{o}}$  – робоча довжина, м, площа поперечного перерізу,  $m^2$ , і модуль пружності,  $H/m^2$ , матеріалу упорних або розпірних брусків;

$l_p, F_p, E_p$  – довжина, м, площа поперечного перерізу,  $m^2$ , і модуль пружності,  $H/m^2$ , матеріалу дровових розтяжок.

Виходячи з виразів (3.32) і (3.33) отримуємо, що надлишкове зусилля, яке необхідно заасити кріпленням, складе



$$\Delta F_{noz}^{\bar{\sigma}} = \frac{\Delta F_{noz}^p l_p E_{\bar{\sigma}} F_{\bar{\sigma}}}{E_p F_p l_{\bar{\sigma}}}; \quad (3.34)$$

$$\Delta F_{noz}^p = \frac{\Delta F_{noz}^{\bar{\sigma}} l_{\bar{\sigma}} E_p F_p}{E_{\bar{\sigma}} F_{\bar{\sigma}} l_p}.$$

Або в напруженнях

$$\begin{aligned} \sigma_{cm}^{\bar{\sigma}} &= \frac{\Delta F_{noz}^p l_{\bar{\sigma}} E_{\bar{\sigma}}}{E_p F_p l_{\bar{\sigma}}}; \\ \sigma_{cm}^p &= \frac{\Delta F_{noz}^{\bar{\sigma}} l_{\bar{\sigma}} E_p}{E_{\bar{\sigma}} F_{\bar{\sigma}} l_p}. \end{aligned} \quad (3.35)$$

Для вантажів, які допускають значне переміщення при перевезенні, розрахунок дровових розтяжок виконується на довговічність з умови

$$\Delta L_p < [\Delta L_p], \quad (3.36)$$

де  $\Delta L_p$  – фактично можливе подовження розтяжки за час доставки вантажу, м;

$[\Delta L_p]$  – подовження розтяжки з умови межі текучості матеріалу розтяжки, м.

### 3.4. Математичні моделі руху одиночних вантажів

Кінетична енергія переміщення вантажу у вагоні в поздовжньому напрямку гаситься роботою сили тертя і зусиллям пластичної деформації реквізитів кріплення

$$\frac{m}{2} \left[ \left( \frac{dX_0}{dt} \right)^2 - \left( \frac{dX}{dt} \right)^2 \right] = K' n' \frac{\pi d^2}{4} [\sigma_m] \cos \alpha \cos \beta_{noz} X_0, \quad (3.37)$$

де  $m$  – маса вантажу, кг;

$\frac{dX_0}{dt}, \frac{dX}{dt}$  – швидкість вагона відповідно до і після удару в

автозчеплення, м/с;

$[\sigma_m]$  – межа текучості матеріалу дротових розтяжок, Н/м<sup>2</sup>;

$K', n'$  – відповідно площа перерізу м<sup>2</sup>, і кількість розтяжок, які діють в одному напрямку;

$\beta_{noz}$  – кут між проекцією розтяжки на горизонтальну площу та поздовжньою віссю вагона, рад;

$\alpha$  – кут між розтяжкою та проекцією розтяжки на горизонтальну площину, рад;

$d$  – діаметр дроту, з якого зроблено розтяжку, м;

$X_0$  – переміщення вантажу за один удар, м.

Дослідженнями Новосибірського дослідницького інституту залізничного транспорту встановлено залежності переміщення вантажів від швидкості зіткнення вагонів і жорсткості кріплення [19]. Очевидно, що малі загасальні коливання вантажів виникають при значній жорсткості кріплення вже при жорсткості 120 мН/м. Амплітуда коливань становить для швидкості зіткнення 3,6 км/год – 1 мм, для швидкості 5,4 км/год – 1,9 мм і швидкості 9,0 км/год – 2,8 мм. Разом з тим при зниженні жорсткості кріплення зіткнення вагонів супроводжується не коливаннями, а переміщеннями вантажів по підлозі в бік руху. Так, при швидкості зіткнення 10,8 км/год і жорсткості кріплення 2 мН/м амплітуда переміщення вантажів досягає 132 мм.

Використовуючи теорему про кінетичну енергію в кінцевій формі, за якою зміна кінетичної енергії рухомої матеріальної точки дорівнює роботі прикладених до неї сил на пройденому цією точкою шляху, запишемо для першого поєднання сил вираз

$$\frac{m}{2} \left[ \left( \frac{dX_0}{dt} \right)^2 - \left( \frac{dX}{dt} \right)^2 \right] = F_{in} X_0, \quad (3.38)$$

де  $F_{in}$  – сила інерції, яка діє на вантаж, Н;

$X_0$  – пересування вантажу в напрямку осі X, м.

За принципом Даламбера, у кожний даний момент сила тертя  $F_{тер}$ , реакцій зв'язку (розтяжок)  $R_p$  та сила інерції  $F_{ін}$  взаємно врівноважуються (рис. 3.2)

$$R_p + F_{тер} + F_{ін} = 0, \quad (3.39)$$

звідки

$$F_{ін} = R_p + F_{тер}. \quad (3.40)$$

У даному випадку вираз (3.39) набуває вигляду

$$\sum_{i=1}^n \bar{F}_{1i} + \sum_{j=1}^k \bar{F}_{2j} + \bar{F}_i = 0, \quad (3.41)$$

де  $\bar{F}_{1i}$  – активні сили, які діють на вантаж, Н;

$\bar{F}_{2j}$  – сили реакцій зв'язків, Н;

$\bar{F}_i$  – сила інерції, Н.

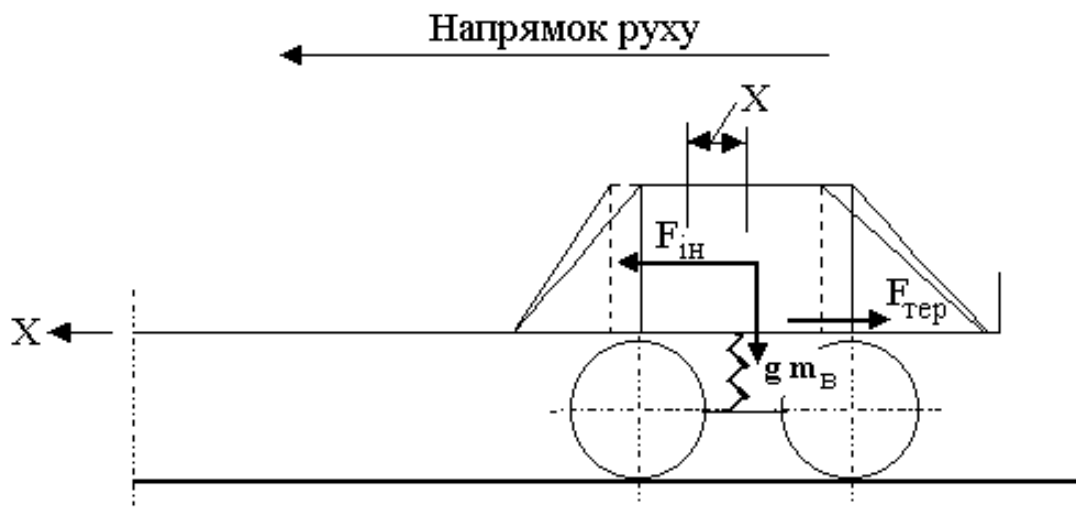


Рис. 3.2. Схема положення вантажу при зіткненні вагонів

Таким чином,

$$\frac{m}{2} \left[ \left( \frac{dX_0^2}{dt} \right) - \left( \frac{dX^2}{dt} \right) \right] = (R_p + F_{мер}) X_0; \quad (3.42)$$

$$\begin{aligned} \frac{m}{2} \left[ \left( \frac{dX_0^2}{dt} \right) - \left( \frac{dX^2}{dt} \right) \right] = K' n' \frac{\pi d^2}{4} [\sigma_m] (\mu \sin \alpha + \cos \alpha \cos \beta_{ноз}) X_0 + \\ + m g \mu \operatorname{Sign} \left( \frac{dX_0}{dt} \right) X_0, \end{aligned} \quad (3.43)$$

де  $K', n'$  – кількість розтяжок, які розкріплюють вантаж у поздовжньому напрямку, і кількість ниток дроту в кожній з них;

$\mu$  – коефіцієнт тертя ковзання вантажу по підкладках;

$\frac{dX_0}{dt}, \frac{dX}{dt}$  – відповідно кінцева та початкова швидкість руху вантажу по підлозі вагона, м/с;

$\operatorname{Sign} \left( \frac{dX_0}{dt} \right) = -1, +1$  – залежить від напрямку удару.

Перша складова правої частини останнього рівняння являє собою роботу сил пластичної деформації розтяжок, а друга – роботу сили тертя при пересуванні вантажу під дією сили інерції.

Оскільки кінцева швидкість вантажу  $\frac{dX}{dt} = 0$ , то рівняння (3.43) набуває вигляду

$$\begin{aligned} \frac{m}{2} \left( \frac{dX_0}{dt} \right)^2 = \left[ K' n' \frac{\pi d^2}{4} [\sigma_m] (\mu \sin \alpha + \cos \alpha \cos \beta_{ноз}) + \right. \\ \left. + m g \mu \operatorname{Sign} \left( \frac{dX_0}{dt} \right) \right] X_0. \end{aligned} \quad (3.44)$$

Для другого поєднання сил (рис. 3.3) у проекціях на вісь  $Z$  для вантажів, центр маси яких знаходиться в одній площині з поперечною віссю вагона, враховується також вітрове навантаження

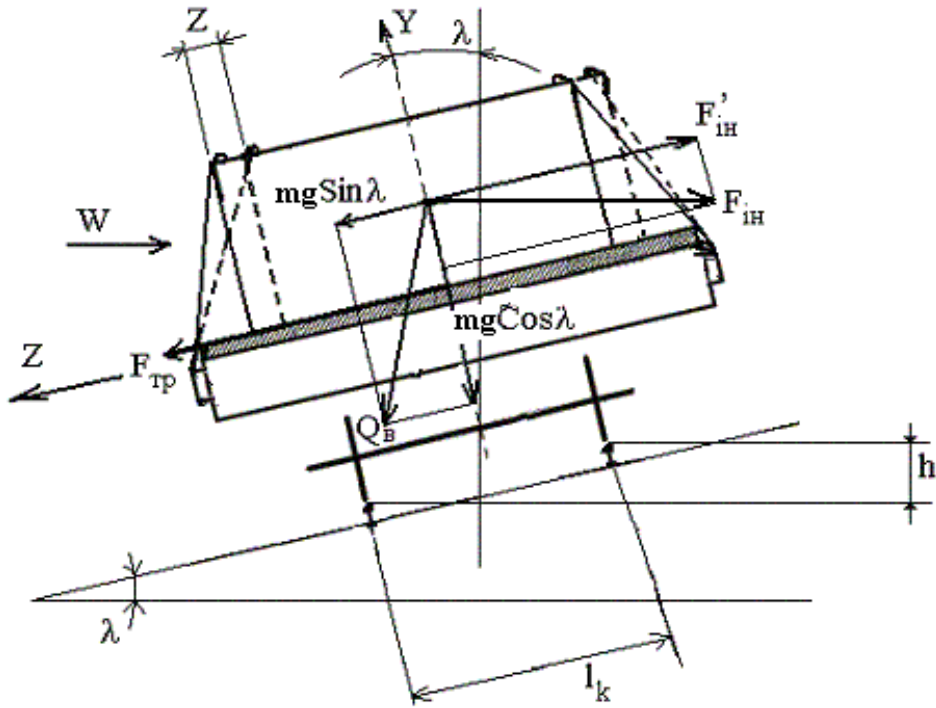


Рис. 3.3. Схема положення вантажу на платформі в кривих та перехідних ділянках колії

$$\frac{m}{2} \left( \frac{dZ_0}{dt} \right)^2 = \left[ K'' n'' \frac{\pi d^2}{4} [\sigma_m] (\mu \sin \alpha + \cos \alpha \cos \beta_n) + \right. \\ \left. + m g \mu \operatorname{Sign} \left( \frac{dZ_0}{dt} \right) - p S \right] Z_0, \quad (3.45)$$

де  $K'', n''$  – кількість розтяжок, які закріплюють вантаж у поперечному напрямку, і кількість ниток дроту в кожній з них;

$[\sigma_m]$  – межа текучості матеріалу розтяжок, Н/м<sup>2</sup>;

$\alpha$  – кут нахилу розтяжки до підлоги вагона, рад;

$\beta_{noz}$  – кут між проекцією розтяжки на горизонтальну площину і поздовжньою віссю вагона, рад;

$\beta_n$  – кут між проекцією розтяжки на горизонтальну площину і поперечною віссю вагона, рад;

$g$  – прискорення сили тяжіння, м/с<sup>2</sup>;

$Z_0$  – пересування вантажу в напрямку осі  $Z$ , м;

$p$  – питоме вітрове навантаження, Н;

$S$  – площа поверхні дії вітру на вантаж, м<sup>2</sup>.

### 3.5. Особливості технічних умов навантаження та перевезення штабельних вантажів

При перевезенні штабельних вантажів у напіввагоні найбільш доцільним, стійким і безпечним способом буде комбіноване кріплення з використанням дротових розтяжок та упорних дерев'яних брусків (рис. 3.4) [20].

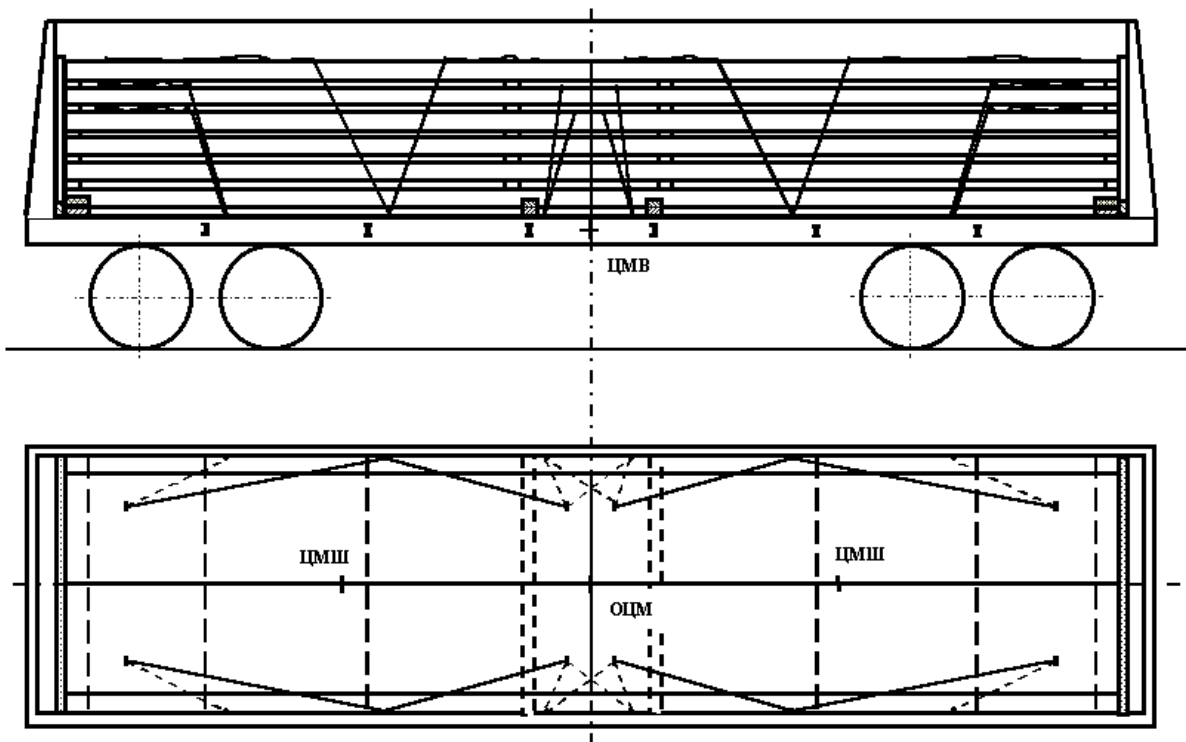


Рис. 3.4. Комбіноване кріплення штабельних вантажів з використанням дротових розтяжок та упорних дерев'яних брусків

Поздовжнє зусилля, яке сприймається упорним бруском (передається на поріжок напіввагона) і розтяжками, визначається за формулою (3.32).

Максимально допустиме (за сиченню упорного бруска) поздовжнє зусилля, яке може бути передано на поріжок піввагона, визначається з виразу

$$\Delta F_{\text{поз.б.}}^{\max} = S_{\text{сич}} \sigma_{\text{дон}} k, \quad (3.46)$$

де  $S_{civ}$  – площа спирання панелей (або плит) нижнього ярусу на упорний брусок, а через нього – на поріжок напіввагона, м<sup>2</sup>;

$\sigma_{don}$  – допустиме напруження зминання або стискання поперек волокон, Н/м<sup>2</sup>;

$k$  – поправковий коефіцієнт для допустимих напружень різних порід деревини.

Результат розрахунку  $\Delta F_{noz.б.}^{max}$  не повинен перевищувати значень допустимого зусилля на поріжок [7].

Фактичне поздовжнє зусилля  $\Delta F_{noz.б.}^{\phi}$ , Н, яке необхідно передати від штабеля вантажу на упорний (з боку поріжка напіввагона) брусок з урахуванням коефіцієнта тертя між ярусами вантажу, але без урахування сил тертя, які виникають за допомогою додаткових зусиль від розтяжок, складе

$$\Delta F_{noz.б.}^{\phi} = Q_6 f_{noz} + (Q_1 + Q_2 + \dots + Q_5) \mu - (Q_1 + Q_2 + \dots + Q_6) \mu_1, \quad (3.47)$$

де  $Q_1, \dots, Q_5$  – маса верхнього та наступних ярусів, кг;

$Q_6$  – маса нижнього ярусу, кг;

$f_{noz}$  – питома поздовжня горизонтальна інерційна сила, Н;

$\mu, \mu_1$  – коефіцієнти тертя відповідно залізобетону по дереву та дерева по металу (підлозі вагона).

Фактичне зусилля, яке передається від вантажу на поріжок напіввагона, не повинно перевищувати максимально можливе (за перерізом упорного бруска) зусилля, яке може бути передано на поріжок напіввагона, або  $\Delta F_{noz.б.}^{\phi} \leq \Delta F_{noz.б.}^{max}$ . Надлишкове поздовжнє зусилля від штабеля вантажу, яке сприймають розтяжки, складає

$$\Delta F_{noz.p.} = \Delta F_{noz.} - \Delta F_{noz.б.}^{\phi}. \quad (3.48)$$

Розтяжки, які закріплюють верхній ярус штабеля, повинні повною мірою виключати його переміщення відносно розташованих нижче штабелів. Розтяжки, що закріплюють яруси, розташовані нижче, повинні також виключати їх переміщення. При цьому враховується також збільшення сил тертя від маси ярусів, які розташовані вище, і від вертикальних складових зусиль в утримуючих їх розтяжках.

Поперечне зусилля, яке сприймається упорними брусками та розтяжками, складає

$$\Delta F_n = \Delta F_{n.б.} + \Delta F_{n.p.}, \quad (3.49)$$

де  $\Delta F_{n.б.}$  – поперечне зусилля, яке сприймається упорними брусками, Н;

$\Delta F_{n.p.}$  – те саме, розтяжками, Н.

Розрахункове поперечне зусилля,  $\Delta F_{n.б.}^{\max}$ , Н, яке можна передати від штабеля через два дерев'яних упорних бруски, що закріплюються на підкладках і працюють на стиск уздовж (поперек) волокон, на бокові стійки напіввагона, визначається за формулою (3.46).

Фактичне поперечне зусилля, яке необхідно передати від одного штабеля на два бокові стояки напіввагона через бокові упорні бруски (без урахування сил тертя, що утворюються додатковим вертикальним зусиллям від розтяжок), дорівнює

$$\Delta F_{n.б.}^{\phi} = 1,25 [Q_6 f_n + (Q_1 + Q_2 + \dots + Q_5) \mu (1 - f_e)] - (Q_1 + Q_2 + \dots + Q_6) \mu_1 (1 - f_e), \quad (3.50)$$

де 1,25 – коефіцієнт запасу стійкості вантажу відносно поперечному поступальному переміщенню;

$f_n$  – питома горизонтальна інерційна сила, Н;

$f_e$  – питома вертикальна сила, Н.

Фактичне поперечне зусилля, яке передається від вантажу на бокові стояки напіввагона через упорні бруски, не повинно перевищувати максимально можливе зусилля, яке може бути передано на бокові стояки, тобто  $\Delta F_{n.б.}^{\phi} \leq \Delta F_{n.б.}^{\max}$ .

Надлишкове поперечне зусилля від одного штабеля вантажу, яке сприймають розтяжки, складає

$$\Delta F_{n.p.} = \Delta F_n - \Delta F_{n.б.}^{\phi}. \quad (3.51)$$



При малих значеннях  $\Delta F_n$  розрахунок ведеться у зворотній послідовності, тобто спочатку для розтяжок, а потім для упорних брусків (потреби в яких може і не бути).

Розміщення штабеля залізобетонних плит на платформі та сили, які діють на кожний ярус у поздовжньому напрямку, наведені на рис. 3.5.

Надлишкове зусилля, яке необхідно загасити кріпленням (дротовими розтяжками), складе

- на першому ярусі в поздовжньому напрямку

$$\Delta F_{noz_1} = F_{noz}^i - F_{мер_1}, \quad (3.52)$$

$$(F_{мер_1} = Q \mu)$$

- на другому ярусі

$$\Delta F_{noz_2} = F_{noz}^i - F_{мер_2} + P_1, \quad (3.53)$$

$$(P_1 = F_{мер_1}; F_{мер_2} = 2Q \mu)$$

- на третьому ярусі

$$\Delta F_{noz_3} = F_{noz}^i - F_{мер_3} + P_2, \quad (3.54)$$

$$(P_2 = F_{мер_2}; F_{мер_3} = 3Q \mu)$$

- на четвертому (нижньому) ярусі (упорними і розпірними брусками)

$$\Delta F_{noz_4} = F_{noz}^i - F_{мер_4} + P_3, \quad (3.55)$$

$$(P_3 = F_{мер_3}; F_{мер_4} = (Q_1 + Q_2 + Q_3 + Q_4) \mu)$$

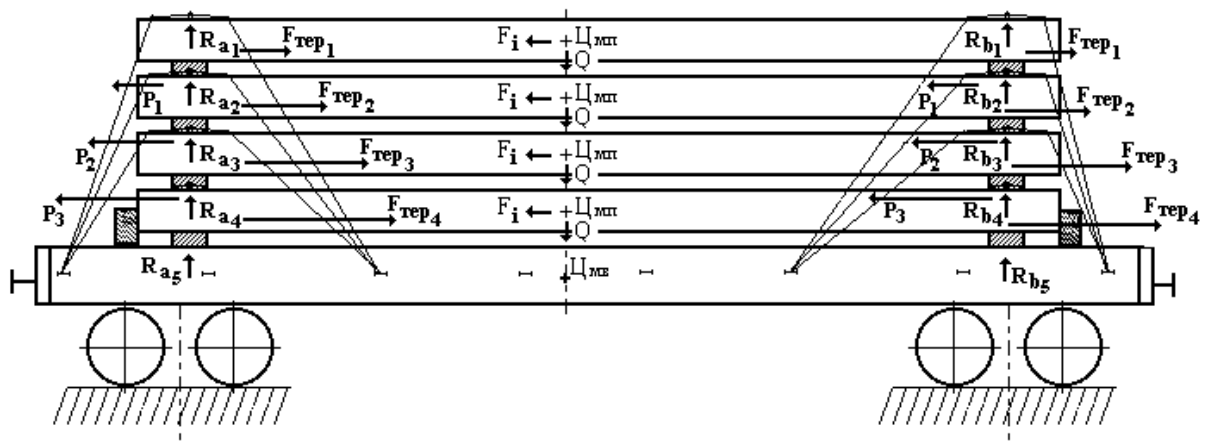


Рис. 3.5. Схема розміщення штабеля вантажу на платформі, і сил, які діють на нього

У поперечному напрямку розрахунок ведеться аналогічно.

Згідно з роботою [7] при закріпленні тільки верхнього та наступного за ним ярусу дротовими розтяжками можливе ушкодження вантажу від зусиль, які виникають у точках перетину розтяжок. З цієї причини необхідна перевірка залізобетонного виробу на міцність за напруженнями перетину, що допускається. Для прикладу на рис. 3.6 наведена розрахункова схема залізобетонної палі та еюра згинальних моментів [21].

Згинальний момент у небезпечному перерізі визначається з виразу

$$M_{\max} = -R_{\sigma} \frac{C}{2} + S_{\epsilon} \left( \frac{C}{2} + a \right) + S_{\epsilon} \left( \frac{C}{2} - a \right) + \frac{q}{2} \left( \frac{C}{2} + b \right)^2. \quad (3.56)$$

Умова міцності палі

$$\sigma_{\max} = \frac{M_{\max}}{W} \leq [\sigma], \quad (3.57)$$

де  $W$  – момент опору палі в небезпечному розрізі, Н·м.

Дотичні напруги

$$\tau = \frac{QS}{I_x b} \leq [\tau]. \quad (3.58)$$

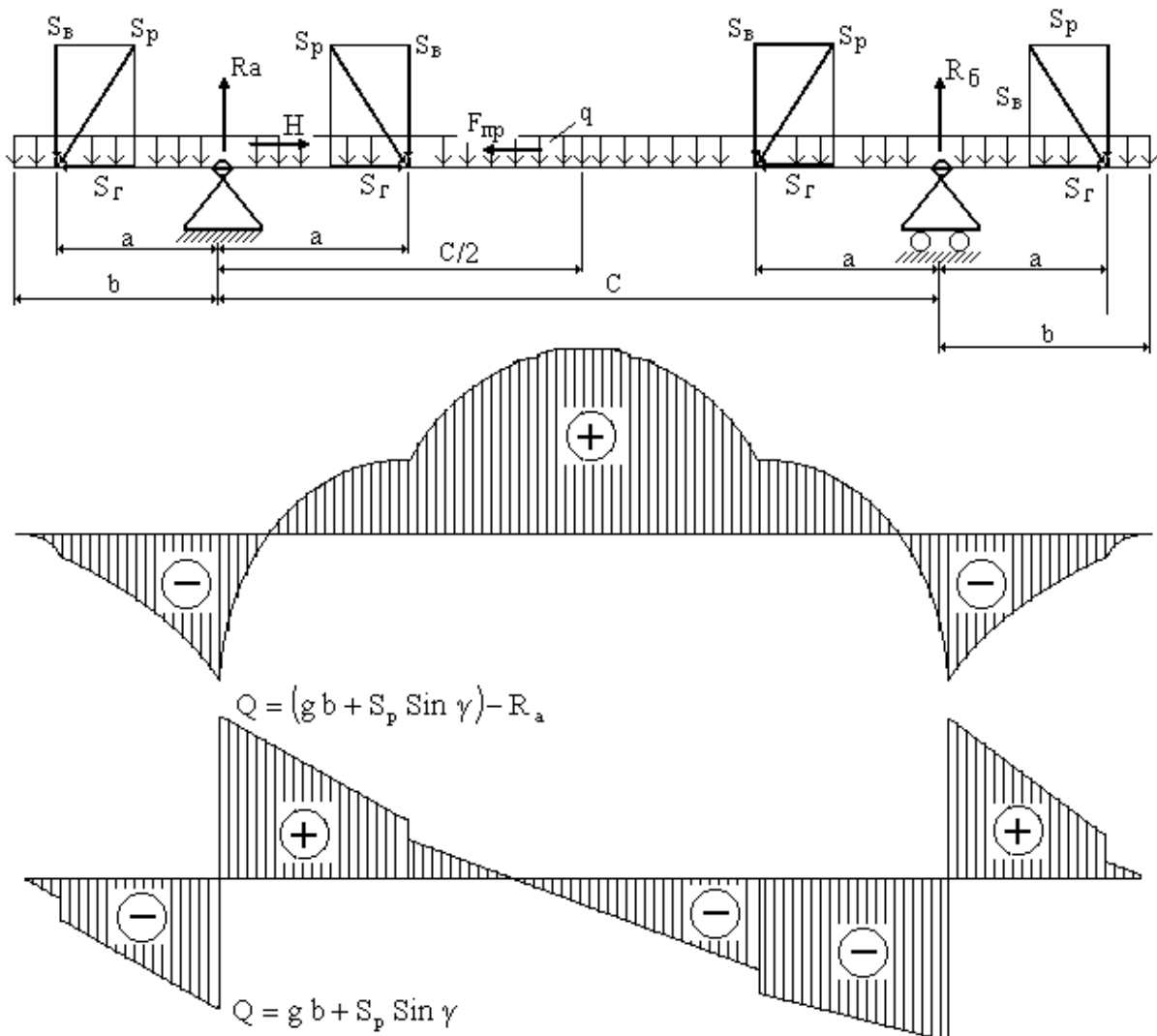


Рис. 3.6. Схема сил, що діють на залізобетонну палю, епюра згинальних моментів і поперечних сил

### 3.6. Удосконалення методів визначення сил, що діють на вантаж у процесі руху

Як вже зазначалось раніше, найбільші навантаження отримують деталі кріплення вантажів під час зіткнення вагонів у результаті виконання маневрових операцій і розпуску з гірок. При цьому на вантаж діють сила тяжіння, інерційна сила і сила тертя. Розрахунок цих сил доцільніше проводити за допомогою

принципу Даламбера, за яким у кожний даний момент сила тертя, реакції зв'язку (розтяжок) і сила інерції взаємно урівноважуються (3.41).

Причому тут мають місце два види переміщення вантажу: перший – коли швидкість співудару вагонів не перевищує 4,32 км/год і вантаж переміщується по підлозі вагона, другий – коли швидкість співудару більша, ніж 4,32 км/год, – відбувається відрив вантажу від підлоги і сила нормального тиску приймається рівною 0. Розглянемо ці два випадки докладніше.

Сили, діючі на штабель вантажу в першому випадку, при безвідривному русі, наведені на рис. 3.5. У даному випадку, за принципом Даламбера, вони будуть розраховуватись так:

– для першого ярусу

$$F_1^i = \ddot{x} m_n; \quad F_1^{mep} = \mu m;$$

$$\Delta F_1^{noz} = F_1^i - F_1^{mep} = \ddot{x} m_n - \mu m; \quad (3.59)$$

– для другого ярусу

$$F_2^i = \ddot{x} m + F_1^{mep} = \ddot{x} m + \mu m; \quad F_2^{mep} = 2 m \mu;$$

$$\Delta F_2^{noz} = F_2^i - F_2^{mep} = \ddot{x} m - \mu m; \quad (3.60)$$

– для і-го ярусу

$$F_i^i = \ddot{x} m + F_{i-1}^{mep} = \ddot{x} m + (i-1) \mu m; \quad F_n^{mep} = i m \mu;$$

$$\Delta F_i^{noz} = F_i^i - F_i^{mep} = \ddot{x} m - \mu m, \quad (3.61)$$

де  $m$  – маса однієї плити (ярусу), кг;

$\mu$  – коефіцієнт тертя;

$i$  – кількість ярусів.

Зусилля в розтяжках у даному випадку для кожного ярусу запишеться як

$$R_n^{noz} = \frac{\Delta F_{noz}^p}{n_{p_n}^{noz} (\mu \sin \alpha_n - \cos \alpha_n \cos \beta_{noz_n})}. \quad (3.62)$$

У випадку, коли сила нормального тиску  $N = P$  (рис. 3.5), сили, що діють на вантаж, будуть розраховуватись так:

– перший ярус

$$F_1^x = \ddot{x} m \cos \gamma; \quad F_1^y = \ddot{y} m \sin \gamma;$$

$$F_1^{mep} = \mu N; \quad \Delta F_1^{zop} = \ddot{x} m \cos \gamma - \mu N;$$

$$\Delta F_1^{epm} = \ddot{y} m \sin \gamma - m g; \quad (3.63)$$

– другий ярус

$$F_2^x = \ddot{x} m \cos \gamma + F_1^{mep}; \quad F_2^y = \ddot{y} m \sin \gamma; \quad F_2^{mep} = 2 \mu N;$$

$$\Delta F_2^{zop} = F_2^x - F_2^{mep} = \ddot{x} m \cos \gamma + \mu N - 2 \mu N = \ddot{x} m \cos \gamma - \mu N;$$

$$\Delta F_2^{epm} = \ddot{y} m \sin \gamma - 2 m g; \quad (3.64)$$

– і-й ярус

$$F_i^x = \ddot{x} m \cos \gamma + F_{(i-1)}^{mep}; \quad F_i^y = \ddot{y} m \sin \gamma; \quad F_i^{mep} = i \mu N;$$

$$\Delta F_i^{zop} = F_i^x - F_i^{mep} = \ddot{x} m \cos \gamma + (i-1) \mu N - i \mu N = \ddot{x} m \cos \gamma - \mu N;$$

$$\Delta F_i^{epm} = \ddot{y} m \sin \gamma - i m g. \quad (3.65)$$

У випадку, коли швидкість співудару вагонів дорівнює або більше, ніж 4,3 км/год, а сила нормального тиску  $N = 0$  (рис. 3.7), відбувається відрив вантажу від підлоги вагона і сили, діючі на вантаж, будуть розраховуватись так:

– перший ярус

$$F_1^x = \ddot{x} m \cos \gamma; \quad F_1^y = \ddot{y} m \sin \gamma; \quad F_1^{mep} = \mu N; \quad N = 0;$$

$$\Delta F_1^{zop} = \ddot{x} m \cos \gamma;$$

$$\Delta F_1^{epm} = \ddot{y} m \sin \gamma - P; \quad (3.66)$$

– другий ярус

$$F_2^x = \ddot{x} m \cos \gamma + F_1^{mep}; \quad F_2^y = \ddot{y} m \sin \gamma; \quad F_2^{mep} = 2 \mu N; \quad N = 0;$$

$$\Delta F_2^{zop} = F_2^x - F_2^{mep} = \ddot{x} m \cos \gamma + \mu N - 2 \mu N = \ddot{x} m \cos \gamma;$$

$$\Delta F_2^{epm} = \ddot{y} m \sin \gamma - P; \quad (3.67)$$

– і-й ярус

$$F_i^x = \ddot{x} m \cos \gamma + F_{(i-1)}^{mep}; \quad F_i^y = \ddot{y} m \sin \gamma; \quad F_i^{mep} = i \mu N; \quad N = 0;$$

$$\Delta F_i^{zop} = F_i^{zop} - F_i^{mep} = \ddot{x} m \cos \gamma + (i-1) \mu N - i \mu N = \ddot{x} m \cos \gamma;$$

$$\Delta F_i^{epm} = \ddot{y} m \sin \gamma - P. \quad (3.68)$$

У свою чергу зусилля в розтяжках тут буде визначатись як

$$R_n^{noz} = \frac{\Delta F_{noz}^{p.z.}}{n_p^{noz} (\cos \alpha_{noz} \cos \beta_{noz})} + \frac{\Delta F_{noz}^{p.b.}}{n_p^{noz} \sin \alpha_{noz}}. \quad (3.69)$$

При русі поїзда з максимально допустимою на мережі залізниць України швидкістю і при проходженні поїздом кривих ділянок колії виникає друге розрахункове сполучення. Тут максимальну величину приймають поперечна і вертикальна інерційні сили, вітрове навантаження та поперечна сила тертя (рис. 3.8).

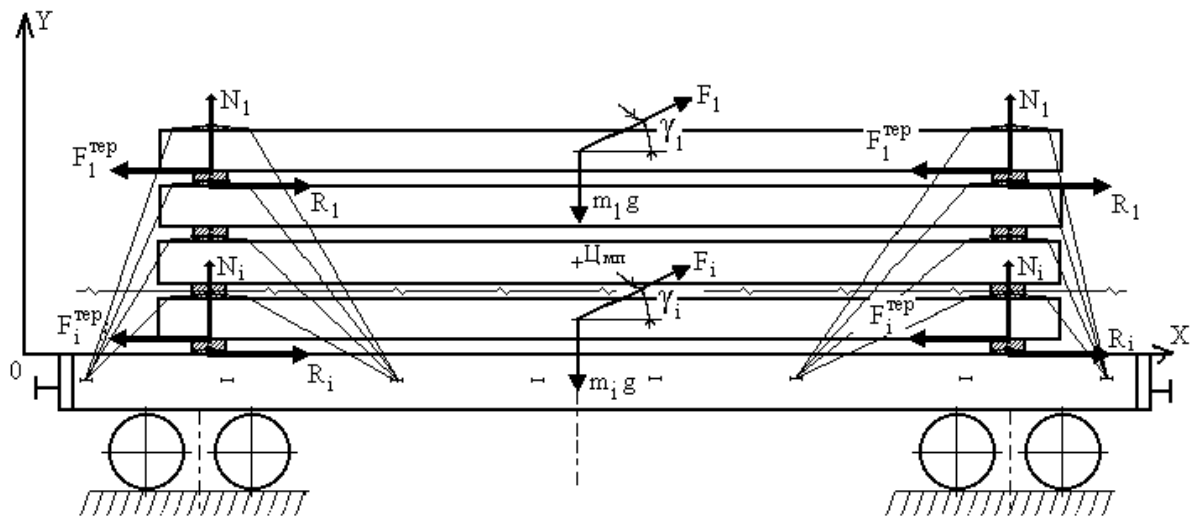


Рис. 3.7. Сили, які діють на штабель вантажу при виконанні маневрових операцій

У даному випадку розрахунок сил, що діють на штабель вантажу, за принципом Даламбера, можна вести так:

– для першого ярусу

$$\Delta F_n^I = m \left( \frac{\left( \frac{dx_n}{dt} \right)^2}{R} \right) \cos \lambda + p S_1 - m g \sin \lambda -$$

$$- m g \mu \cos \lambda - m \left( \frac{\left( \frac{dx_n}{dt} \right)^2}{R} \right) \mu \sin \lambda; \quad (3.70)$$

– для другого яруса

$$\begin{aligned}
 \Delta F_n'' = & -m g \operatorname{Sin} \lambda - 2 \left( m g \mu \operatorname{Cos} \lambda + m \left( \frac{\left( \frac{dx_n}{dt} \right)^2}{R} \right) \mu \operatorname{Sin} \lambda \right) + \\
 & m \left( \frac{\left( \frac{dx_n}{dt} \right)^2}{R} \right) \operatorname{Cos} \lambda + p S_2 + m g \mu \operatorname{Cos} \lambda + \\
 & + m \left( \frac{\left( \frac{dx_n}{dt} \right)^2}{R} \right) \mu \operatorname{Sin} \lambda;
 \end{aligned} \tag{3.71}$$

– для  $i$ -го яруса

$$\begin{aligned}
 \Delta F_i^N = & m \left( \frac{\left( \frac{dx_n}{dt} \right)^2}{R} \right) \operatorname{Cos} \lambda + p S_i - m g \operatorname{Sin} \lambda - \\
 & - i \left( m g \mu_1 \operatorname{Cos} \lambda + m \left( \frac{\left( \frac{dx_n}{dt} \right)^2}{R} \right) \mu_1 \operatorname{Sin} \lambda \right) + \\
 & + (i-1) \left( m g \mu \operatorname{Cos} \lambda + m \left( \frac{\left( \frac{dx_n}{dt} \right)^2}{R} \right) \mu \operatorname{Sin} \lambda \right).
 \end{aligned} \tag{3.72}$$



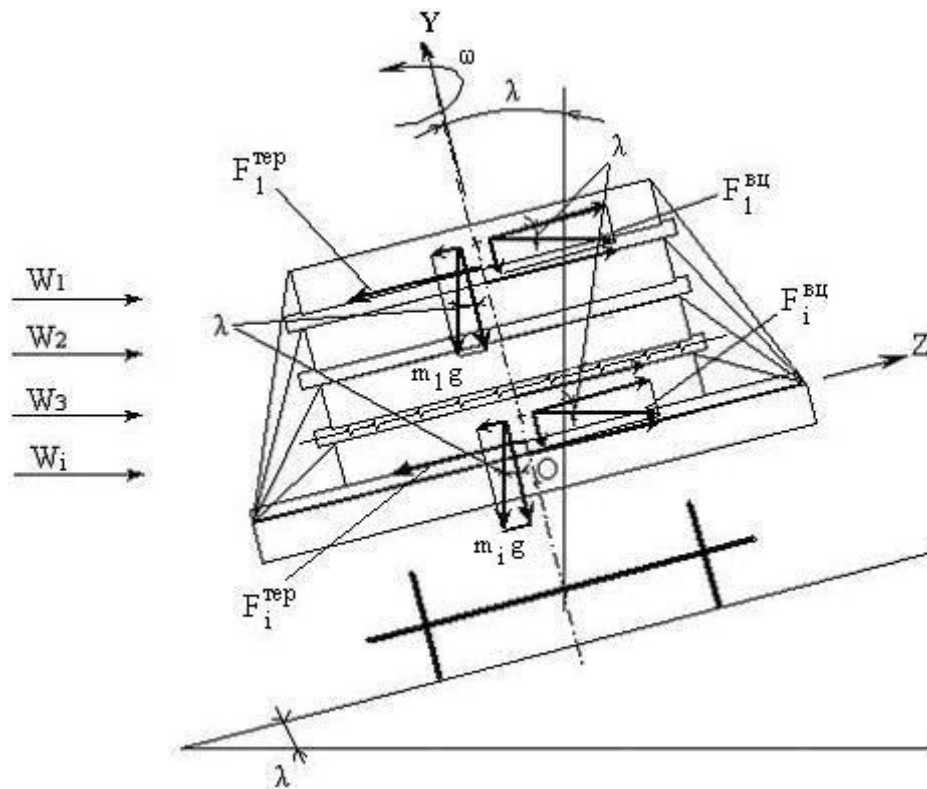


Рис. 3.8. Схема сил, які діють на штабель вантажу в кривих і перехідних ділянках колії

Як показали проведені дослідження, використання даних математичних виразів при проектуванні конструкції кріплення штабельних вантажів на відкритому рухомому складі дає можливість значно зменшити витрати залізниць на підтримку бажаного рівня безпеки руху та схоронності вантажів.

### 3.7. Розроблення математичних моделей руху штабельних вантажів

Тут, як і у випадку з одиночними вантажами, використовуючи принцип Даламбера, за яким у кожний момент часу діючі на тіло активні сили  $\bar{F}_{1i}$  та сили реакцій зв'язків  $\bar{F}_{2j}$  врівноважуються силою інерції  $\bar{F}_i$  [22], також справедливим є вираз (3.41).

Складемо систему диференціальних рівнянь малих гасальних коливань для штабельних вантажів (рис. 3.9):

$$\begin{aligned}
& m_1 \frac{d^2 X_1}{dt^2} - K'_1 n'_1 c_1 X_1 - m_1 g \mu \operatorname{Sign} \left( \frac{dX_1}{dt} \right) = 0; \\
& m_2 \frac{d^2 X_2}{dt^2} + m_1 g \mu \operatorname{Sign} \left( \frac{dX_1}{dt} \right) - K'_2 n'_2 c_2 X_2 - (m_1 + m_2) g \mu \operatorname{Sign} \left( \frac{dX_2}{dt} \right) = 0; \\
& m_3 \frac{d^2 X_3}{dt^2} + (m_1 + m_2) g \mu \operatorname{Sign} \left( \frac{dX_2}{dt} \right) - K'_3 n'_3 c_3 X_3 - (m_1 + m_2 + m_3) \times \\
& \quad \times g \mu \operatorname{Sign} \left( \frac{dX_3}{dt} \right) = 0;
\end{aligned} \tag{3.73}$$

$$\begin{aligned}
& \dots \dots \dots \\
& m_i \frac{d^2 X_i}{dt^2} + (m_1 + m_2 + \dots + m_{(i-1)}) g \mu \operatorname{Sign} \left( \frac{dX_{(i-1)}}{dt} \right) - K'_i n'_i c_i X_i - \\
& \quad - (m_1 + m_2 + \dots + m_i) g \mu \operatorname{Sign} \left( \frac{dX_n}{dt} \right) = 0.
\end{aligned}$$

Виразивши переміщення вантажу  $X_{\text{ван}}$  через подовження розтяжок  $\Delta l$ , отримаємо

$$\begin{aligned}
& m_1 \frac{d^2 X_1}{dt^2} - K'_1 n'_1 c_1 \Delta l_1 \frac{\operatorname{Cos} \alpha_1}{\operatorname{Cos} \beta_{\text{ноз}_1}} - m_1 g \mu \operatorname{Sign} \left( \frac{dX_1}{dt} \right) = 0; \\
& m_2 \frac{d^2 X_2}{dt^2} + m_1 g \mu \operatorname{Sign} \left( \frac{dX_1}{dt} \right) - K'_2 n'_2 c_2 \Delta l_2 \frac{\operatorname{Cos} \alpha_2}{\operatorname{Cos} \beta_{\text{ноз}_2}} - (m_1 + m_2) \times \\
& \quad \times g \mu \operatorname{Sign} \left( \frac{dX_2}{dt} \right) = 0; \\
& m_3 \frac{d^2 X_3}{dt^2} + (m_1 + m_2) g \mu \operatorname{Sign} \left( \frac{dX_2}{dt} \right) - K'_3 n'_3 c_3 \Delta l_3 \frac{\operatorname{Cos} \alpha_3}{\operatorname{Cos} \beta_{\text{ноз}_3}} - \\
& \quad - (m_1 + m_2 + m_3) g \mu \operatorname{Sign} \left( \frac{dX_3}{dt} \right) = 0; \\
& \dots \dots \dots \\
& m_i \frac{d^2 X_i}{dt^2} + (m_1 + m_2 + \dots + m_{(i-1)}) g \mu \operatorname{Sign} \left( \frac{dX_{(i-1)}}{dt} \right) - \\
& \quad - K'_i n'_i c_i \Delta l_i \frac{\operatorname{Cos} \alpha_i}{\operatorname{Cos} \beta_{\text{ноз}_i}} - (m_1 + m_2 + \dots + m_i) g \mu \operatorname{Sign} \left( \frac{dX_i}{dt} \right) = 0,
\end{aligned} \tag{3.74}$$

де  $m_1, m_2, \dots, m_i$  – маса одиниці (ярусу) вантажу, кг;

$\alpha_1, \alpha_2, \dots, \alpha_i$  – кут нахилу розтяжки до підлоги вагона, рад;

$\beta_{noz_1}, \beta_{noz_2}, \dots, \beta_{noz_n}$  – кут між проекцією розтяжки на горизонтальну площину і поздовжньою віссю вагона, рад.

Приймаємо, що всі вантажі (яруси) у штабелі однакові за масою і, розділивши систему на масу вантажу (ярусу)  $m$ , отримаємо

$$\begin{aligned} \frac{d^2 X_1}{dt} - \frac{1}{m} K'_1 n'_1 \frac{\pi d_1^2}{4} [\sigma_m] (\mu \text{Sin} \alpha_1 + \text{Cos} \alpha_1 \text{Cos} \beta_{noz_1}) - g \mu \text{Sign} \left( \frac{dX_1}{dt} \right) &= 0; \\ \frac{d^2 X_2}{dt} + g \mu \text{Sign} \left( \frac{dX_1}{dt} \right) - \frac{1}{m} K'_2 n'_2 \frac{\pi d_2^2}{4} [\sigma_m] (\mu \text{Sin} \alpha_2 + \text{Cos} \alpha_2 \text{Cos} \beta_{noz_2}) - \\ &- 2 g \mu \text{Sign} \left( \frac{dX_2}{dt} \right) = 0; \\ \frac{d^2 X_3}{dt} + 2 g \mu \text{Sign} \left( \frac{dX_2}{dt} \right) - \frac{1}{m} K'_3 n'_3 \frac{\pi d_3^2}{4} [\sigma_m] (\mu \text{Sin} \alpha_3 + \text{Cos} \alpha_3 \text{Cos} \beta_{noz_3}) - \\ &- 3 g \mu \text{Sign} \left( \frac{dX_3}{dt} \right) = 0; \end{aligned} \quad (3.75)$$

$$\begin{aligned} \frac{d^2 X_i}{dt} + (i-1) g \mu \text{Sign} \left( \frac{dX_{(i-1)}}{dt} \right) - \frac{1}{m} K'_i n'_i \frac{\pi d_i^2}{4} [\sigma_m] (\mu \text{Sin} \alpha_i + \\ + \text{Cos} \alpha_i \text{Cos} \beta_{noz_i}) - i g \mu \text{Sign} \left( \frac{dX_i}{dt} \right) = 0. \end{aligned}$$

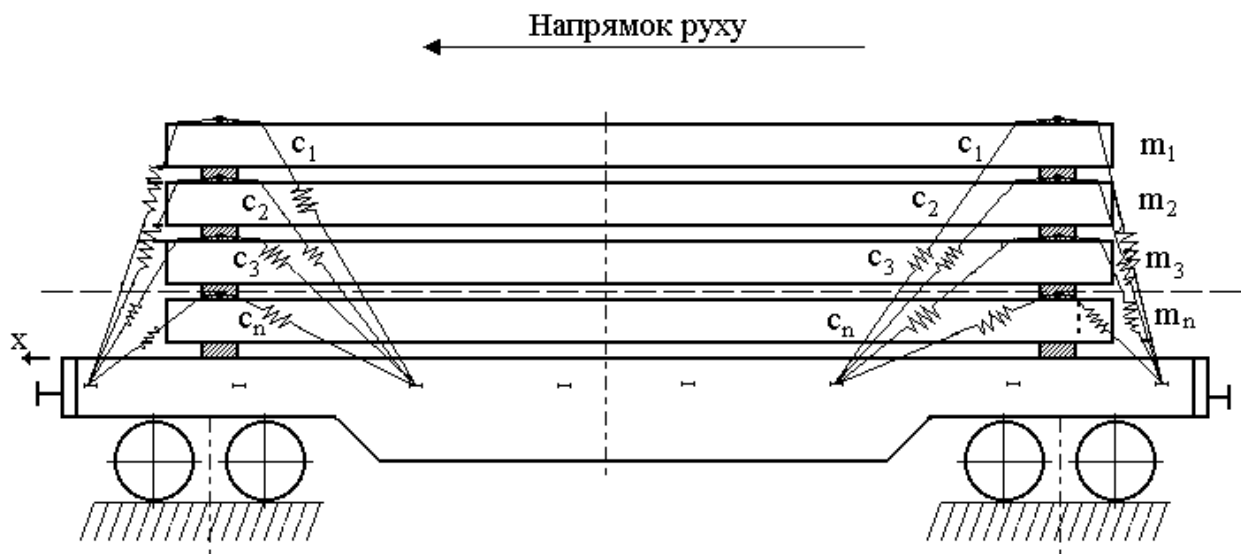


Рис. 3.9. Схема коливань для штабельних вантажів



Коли маса ярусів однакова

$$\begin{aligned}
 \frac{m}{2} \left( \frac{dZ_{01}}{dt} \right)^2 &= \left\{ K_1'' n_1'' \frac{\pi d_1^2}{4} [\sigma_m] (\mu \sin \alpha_1 + \cos \alpha_1 \cos \beta_n) + m g \sin \lambda + \right. \\
 &\quad \left. + (m g \cos \lambda + (m V_n^2 / R) \sin \lambda) \mu - (m V_n^2 / R) \cos \lambda - p S_1 \right\} Z_1; \\
 -\frac{m}{2} \left( \frac{dZ_{02}}{dt} \right)^2 &= \left\{ - (m g \cos \lambda + (m V_n^2 / R) \sin \lambda) \mu + K_2'' n_2'' \frac{\pi d_2^2}{4} [\sigma_m] \times \right. \\
 &\quad \times (\mu \sin \alpha_2 + \cos \alpha_2 \cos \beta_{n_2}) + m g \sin \lambda + 2 m \mu g \cos \lambda + \\
 &\quad \left. + 2 m (V_n^2 / R) \mu \sin \lambda - (m V_n^2 / R) \cos \lambda - p S_2 \right\} Z_2; \\
 \frac{m}{2} \left( \frac{dZ_{03}}{dt} \right)^2 &= \left\{ - (2 m \cos \lambda + (2 m V_n^2 / R) \sin \lambda) \mu + \right. \\
 &\quad \left. + K_3'' n_3'' \frac{\pi d_3^2}{4} [\sigma_m] (\mu \sin \alpha_3 + \cos \alpha_3 \cos \beta_{n_3}) + m g \sin \lambda + \right. \\
 &\quad \left. 3 m g \mu \cos \lambda + 3 m (V_n^2 / R) \mu \sin \lambda - (m V_n^2 / R) \cos \lambda - p S_3 \right\} Z_3 \quad (3.77) \\
 &\dots \dots \dots \\
 -\frac{m}{2} \left( \frac{dZ_{0i}}{dt} \right)^2 &= \left\{ - ((i-1) m g \cos \lambda + (i-1) m \times \right. \\
 &\quad \times (V_n^2 / R) \mu + K_i'' n_i'' \frac{\pi d_i^2}{4} [\sigma_m] (\mu \sin \alpha_i + \cos \alpha_i \cos \beta_{n_i}) + m g \sin \lambda + \\
 &\quad \left. + i m g \mu \cos \lambda + i m (V_n^2 / R) \mu \sin \lambda - (m V_n^2 / R) \cos \lambda - p S_i \right\} Z_i.
 \end{aligned}$$

### 3.8. Удосконалення методів визначення стійкості вантажів від перекидання

Вантажі у вагонах, крім поступового пересування, можуть перекидатись, що призводить до їх пошкодження і втрат. Пересування або ж перекидання вантажу залежить від швидкості співудару вагонів при розпуску їх з гірок.

Коефіцієнт запасу стійкості вантажу до перекидання визначається в [7] за формулами:

– уздовж вагона

$$\eta_{noz} = \frac{l_{noz}^o}{(h_{ue} - h_y^{noz})} \geq 1,25; \quad (3.78)$$

– поперек вагона

$$\eta_n = \frac{Q_{ван} b_n^o}{F(h_{цв} - h_y^n) + W_n(h_{нн}^n - h_y^n)} \geq 1,25, \quad (3.79)$$

де  $l_{ноз}^o, b_n^o$  – найкоротша відстань від проекції центра маси вантажу на горизонтальну площину до ребра перекидання відповідно уздовж і поперек вагона, м;

$h_{цв}$  – висота центра маси вантажу (ЦМВ) над підлогою вагона або площиною підкладок, м;

$h_y^{ноз}, h_y^n$  – висота відповідно поздовжнього та поперечного упору від полу вагона або площини підкладок, м;

$h_{нн}^n$  – висота центра проекції бокової поверхні вантажу від полу вагона або площини підкладок, м.

Як показує практика, визначення стійкості вантажів за цими математичними виразами викликає значні нераціональні витрати дефіцитних матеріалів (дроту, деревини та ін.) на закріплення проти перекидання. Це суттєво збільшує транспортні витрати вантажовідправників і знижує конкурентоспроможність залізниць порівняно з автомобільним транспортом, зменшує обсяги перевезень [11].

Тому стійкість вантажу у вагоні пропонується визначати через мінімальну швидкість співудару вагонів при маневровій роботі.

Для визначення мінімальної швидкості співудару, за якої вантаж перекидається, використаємо теорему про зміну кінетичної енергії, яка дорівнює різниці роботи сил, прикладених до вантажу.

За дослідженнями маневрової роботи, проведеними в умовах станцій [22], незакріплений у вагоні вантаж при співударі спершу поступово рухається, а потім перекидається (рис. 3.10).

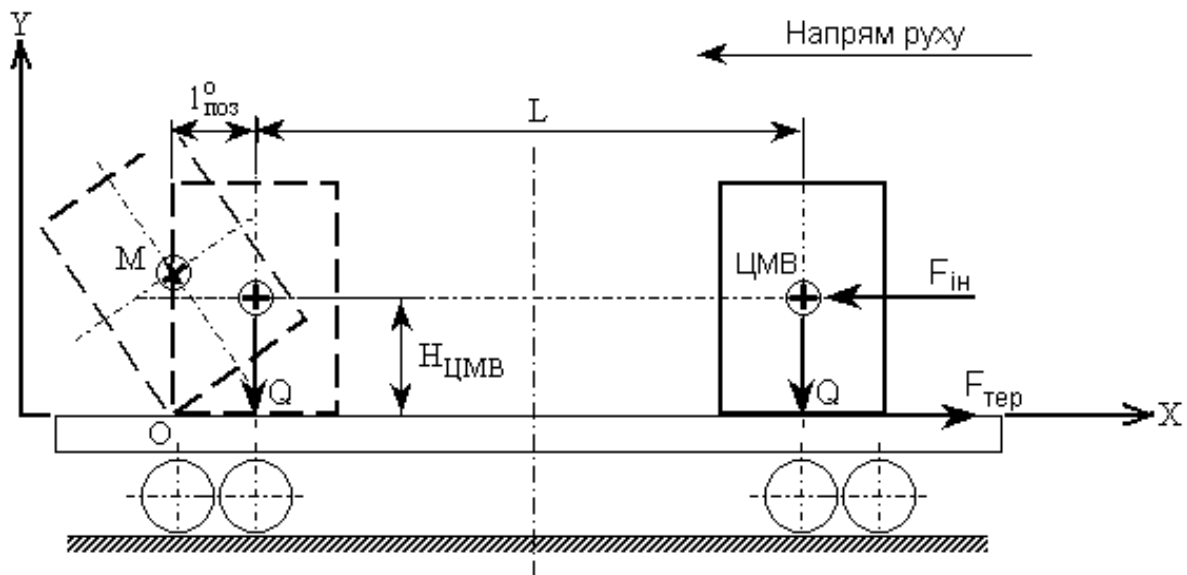


Рис. 3.10. Рух і перекидання вантажу у вагоні при співударі вагонів

Теорема про зміну кінетичної енергії для рис. 3.10 запишеться у вигляді

$$\frac{mV_1^2 - mV_2^2}{2} = A_1 + A_2, \quad (3.80)$$

де  $A_1$  – робота сил, що діють на вантаж при пересуванні ЦМВ на відстань  $\Delta l$ ;  $A_1 = m g \mu \Delta l$ ;

$A_2$  – робота сил при перекиданні вантажу, за рис. 3.10,

$$A_2 = A'_1 + A'_2, \quad (3.81)$$

де  $A'_1$  – робота з горизонтального пересування ЦМВ на відстань  $l^0_{поз}$ ;

$A'_2$  – робота з піднімання ЦМВ на висоту  $h$ .

З рис. 3.10 отримуємо

$$A'_1 = Q l_{noz}^o = m g l_{noz}^o; \quad (3.82)$$

$$A'_2 = Q h = m g h; \quad (3.83)$$

$$h = r - H_{ЦМВ}; \quad (3.84)$$

$$r = \sqrt{(l_{noz}^o)^2 + H_{ЦМВ}^2}; \quad (3.85)$$

$$V_2 = 0; \quad \frac{m V_1^2}{2} = m g \mu \Delta l_1 + m g l_{noz}^o + m g (r - H_{ЦМВ}^o). \quad (3.86)$$

При закріпленні вантажу від поздовжнього пересування упорними брусками рівняння набуде вигляду

$$\frac{m V_1^2}{2} = m g l_{noz}^o + m g (r - H_{ЦМВ}^o); \quad (3.87)$$

$$\frac{m V_1^2}{2} = m g l_{noz}^o + m g \left( \sqrt{(l_{noz}^o)^2 + H_{ЦМВ}^2} - H_{ЦМВ} \right); \quad (3.88)$$

$$V_1^2 = 2 \left[ g l_{noz}^o + g \left( \sqrt{(l_{noz}^o)^2 + H_{ЦМВ}^2} - H_{ЦМВ} \right) \right]. \quad (3.89)$$

Таким чином, мінімальна швидкість співударів вагонів, при якій не забезпечується стійкість вантажу у вагоні і вантаж перекидається,



$$V_1 = \sqrt{2g \left[ l_{noz}^o + \sqrt{(l_{noz}^o)^2 + H_{ЦМВ}^2} - H_{ЦМВ} \right]}. \quad (3.90)$$

Для прикладу визначимо мінімальну швидкість співудару вагонів, за якою здійснюється перекидання вантажу, що має  $H_{ЦМВ} = l_{noz}^o = 1$  м, у вагоні:

$$V_1 = \sqrt{2 \cdot 9,81 \cdot (1 + \sqrt{1^2 + 1^2} - 1)} = \sqrt{19,62 \cdot 1,41} = 5,26 \text{ м/с};$$

$$V_1 = \frac{5,26 \cdot 3600}{1000} = 18,94 \text{ км/год},$$

а також необхідність закріплення вантажу від перекидання за традиційними виразами:

$$\eta_{noz} = \frac{1}{1-0} = 1 < 1,25.$$

Звідси бачимо, що вантаж необхідно закріпити від перекидання в поздовжньому напрямку при швидкості співударів вагонів 18,94 км/год. Оскільки максимальна швидкість розпуску вагонів з сортувальних гірок складає 5 км/год, то вантаж не потребує додаткового закріплення від перекидання в поздовжньому напрямку.

Так само можна визначити мінімальну швидкість, при якій відбудеться перекидання вантажу в поперечному напрямку.

Для цього рух ЦМВ при перекиданні вантажу уявімо як рух по горизонталі на відстань  $a$  та по вертикалі на висоту  $h$  (рис. 3.11).

Для даного випадку теорема про зміну кінетичної енергії запишеться у вигляді формули (3.80).

Таким чином, зміна кінетичної енергії запишеться як

$$\frac{m V_2^2}{2} = m g a + m g h; \quad (3.91)$$

$$V_2 = \sqrt{2g(a+h)}. \quad (3.92)$$

Із трикутника OBD:  $\angle \delta = \angle \alpha - \angle \gamma$ ;

$$a = r \cos(\alpha - \gamma); \quad (3.93)$$

$$h = r - c; \quad (3.94)$$

$$c = r \sin(\alpha - \gamma); \quad (3.95)$$

$$r = \sqrt{H_{ЦМВ}^2 + (b_n^o)^2}. \quad (3.96)$$

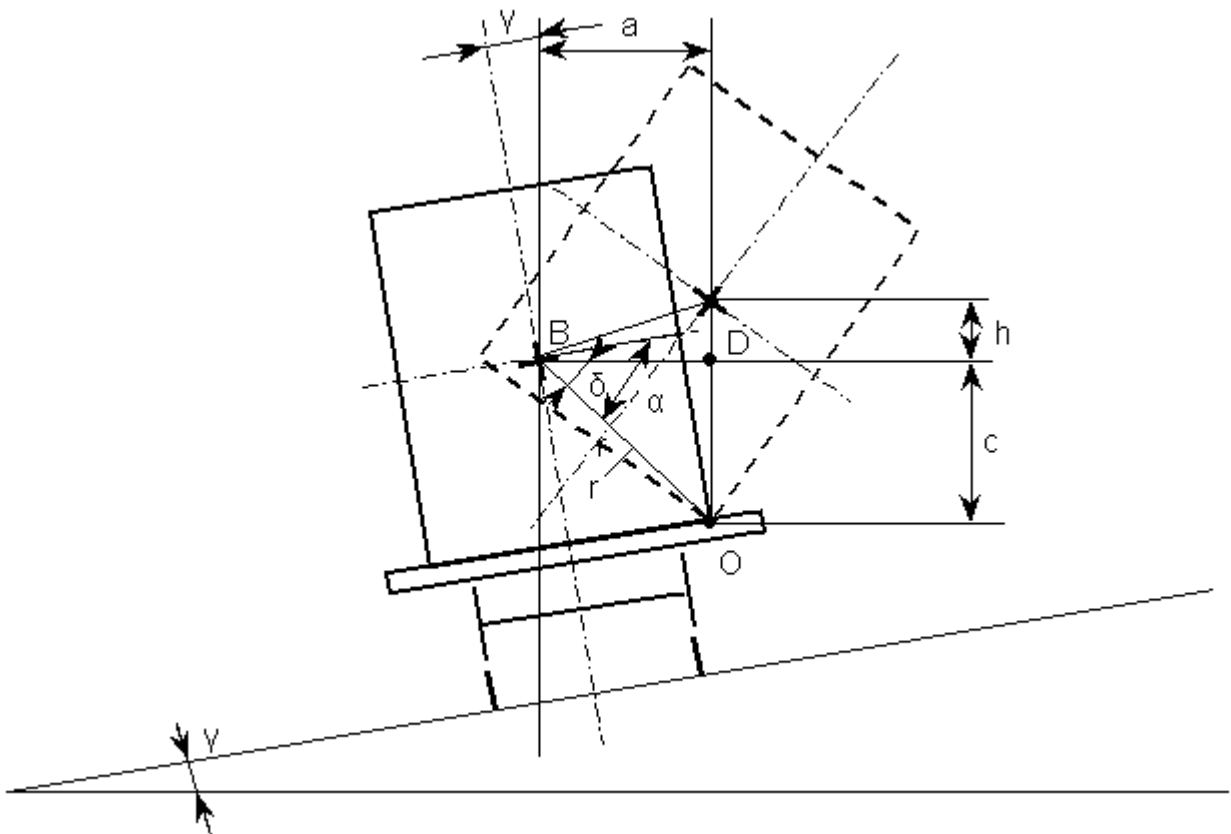


Рис. 3.11. Перекидання вантажу в поперечному напрямку

Підставляючи значення  $r$ , отримаємо

$$a = \sqrt{H_{ЦМВ}^2 + (b_n^o)^2} \cos(\alpha - \gamma); \quad (3.97)$$

$$\begin{aligned} \alpha &= \arcsin\left(\frac{H_{ЦМВ}}{r}\right) = \\ &= \arcsin\left(\frac{H_{ЦМВ}}{\sqrt{H_{ЦМВ}^2 + (b_n^o)^2}}\right); \end{aligned} \quad (3.98)$$

$$h = \sqrt{H_{ЦМВ}^2 + (b_n^o)^2} [1 - \sin(\alpha - \gamma)]. \quad (3.99)$$

Таким чином, мінімальна швидкість руху вантажу в поперечному напрямку, при якій не забезпечується стійкість вантажу, запишеться як

$$V = \sqrt{2g \left[ \sqrt{H_{ЦМВ}^2 + (b_n^o)^2} \cos(\alpha - \gamma) + \sqrt{H_{ЦМВ}^2 + (b_n^o)^2} [1 - \sin(\alpha - \gamma)] \right]}. \quad (3.100)$$

Для вантажу, розміщеного над шворневою балкою, що має  $H_{ЦМВ} = 1$  м;  $b_n^o = 0,5$  м і силу тяжіння 10 Н, за розрахунками, коефіцієнт запасу стійкості в поперечному напрямку складає  $\eta = 0,9$ , що менше 1,25. Таким чином, необхідно додаткове закріплення вантажу. Мінімальна швидкість, за якої можливе перекидання, складе

$$V = \sqrt{2 \cdot 9.81 \cdot \left[ \sqrt{1^2 + 0,5^2} \cdot \cos(63^\circ) + \sqrt{1^2 + 0,5^2} \cdot [1 - \sin(63^\circ)] \right]} = 3,52 \text{ м/с} \approx 13 \text{ км/год.}$$

Можлива швидкість руху вантажу по підлозі кузова вагона (платформи) у поперечному напрямку визначається з рівняння відносного руху за рис. 3.12.

$$m \frac{dZ}{dt} = \frac{1}{R} m V_n^2 \cos \gamma - m g \sin \gamma - \left( m g \cos \gamma + \frac{m V_n^2}{R} \sin \gamma \right) \mu, \quad (3.101)$$

де  $V$  – швидкість руху вантажного поїзда, м/с;

$R$  – радіус кривої, м;

$\mu$  – коефіцієнт тертя вантажу по поверхні підкладок або підлозі кузова вагона (платформи).

Прискорення відносного руху в напрямку осі  $Z$

$$\frac{dZ}{dt} = \frac{1}{R} V_n^2 \cos \gamma - g \sin \gamma - \left( g \cos \gamma + \frac{1}{R} V_n^2 \sin \gamma \right) \mu. \quad (3.102)$$

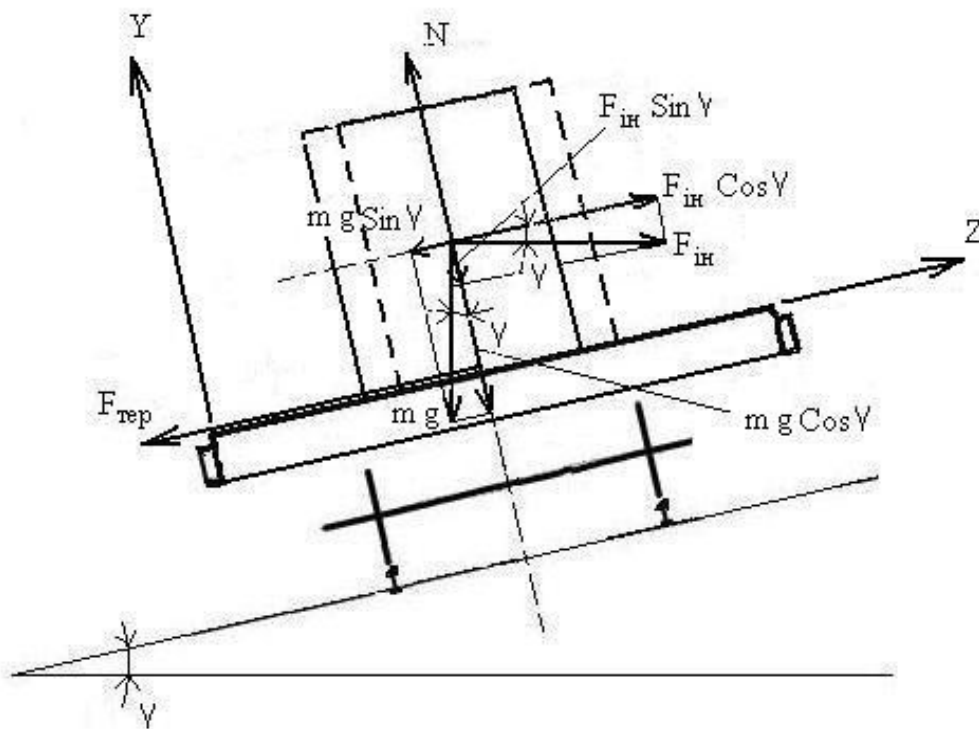


Рис. 3.12. Відносний рух вантажу в поперечному напрямку

Швидкість відносного руху в напрямку вісі  $Z$

$$\frac{dZ}{dt} = \left[ \frac{1}{R} V_n^2 \cos \gamma - g \sin \gamma - \left( g \cos \gamma + \frac{1}{R} V_n^2 \sin \gamma \right) \mu \right] t. \quad (3.103)$$

Швидкість руху, що розрахована за останнім виразом, знаходиться в безпечних межах, таким чином стійкість вантажу забезпечується без додаткового кріплення.

У результаті моделювання на ПЕОМ встановлено:

– незакріплений штабель вантажу пересувається як одиночний вантаж;

– у поздовжньому напрямку існує два режими руху штабеля вантажу: перший – коли швидкість співудару вагонів не перевищує 4,32 км/год і вантаж переміщується по підлозі вагона (сила нормального тиску дорівнює силі тяжіння), другий – коли швидкість співудару більше, ніж 4,32 км/год, – відбувається відрив вантажу від підлоги вагона і сила нормального тиску дорівнює 0;

– при закріпленні вантажу, величина пересування залежить від діаметра дроту, кількості ниток в одній розтяжці та кількості розтяжок;

– закріплення одного з ярусів не впливає на пересування інших ярусів штабеля;

– для забезпечення схоронності вантажу, а також безпеки руху необхідно закріплювати всі яруси в штабелі;

– існування режиму руху вантажу, при якому сила тертя відсутня, вимагає переглянути методику розрахунку деталей кріплення вантажів у поздовжньому напрямку.

### **Контрольні запитання**

1. Що розуміється під безвідмовністю матеріалів і деталей для навантаження та кріплення?

2. Наведіть приклади відмов деталей та інших пристроїв кріплення вантажів.

3. Що розуміється під довговічністю навантаження та кріплення?

4. Як визначається ремонтпридатність деталей кріплення?

5. Які існують особливості навантаження та перевезення штабельних вантажів?

6. За рахунок чого виконано удосконалення методів визначення сил, що діють на вантаж у процесі руху?

7. Як удосконалено методи визначення стійкості вантажів від перекидання?

## Бібліографічний список

1. Збірник № 17 Правил перевезень і тарифів залізничного транспорту України (російською мовою) [Текст]: офіц.-практ. видання: затв. та введ. в дію з 01 липня 2005 р. - К.: ВД "САМ", 2005. - 176 с.

2. Технические условия погрузки и крепления грузов [Текст]: – изданы в соответствии с Уставом железных дорог Союза ССР (с изменениями и дополнениями по состоянию на 1 января 1989 г.) – Изд. офиц. – М.: Транспорт, 1990. – 408 с.

3. Статут залізниць України [Текст]: [нормат.-правовий акт: затв. Кабміном України 06 квітня 1998 р. № 457]. – К.: Транспорт України, 1998. - 84 с.

4. Грузовые вагоны колеи 1520 мм железных дорог [Текст]: альбом-справочник. - М.: Транспорт, 1989. - 111 с.

5. Данько, М. І. Теорія і технічні умови навантаження та кріплення штабельних вантажів на відкритому рухомому складі [Текст]: навч. посібник / М. І. Данько, А. М. Котенко, Д. І. Мкртичян; Мінтранспорту України. – Харків: УкрДАЗТ, 2004. – 170 с.

6. Соглашение о международном железнодорожном грузовом сообщении (СМГС) [Текст]: [действует с 1 ноября 1951 г. с изменениями и дополнениями на 1 июля 2015 г.]. – К.: ТОВ «НВП Поліграфсервіс», 2015. – 146 с.

7. Технические условия размещения и крепления грузов. Приложение 3 к Соглашению о международном железнодорожном грузовом сообщении (СМГС) [Электронный ресурс]. – Режим доступа:

[http://uz.gov.ua/cargo\\_transportation/legal\\_documents/smgs\\_2015/datok3](http://uz.gov.ua/cargo_transportation/legal_documents/smgs_2015/datok3)

8. Запара, В.М. Технічні умови навантаження та кріплення вантажів у вагонах [Текст]: конспект лекцій / В. М. Запара, Д. І. Мкртичян, О. М. Костенніков. – Харків: УкрДАЗТ, 2014. – 60 с.

9. Котенко, А. Н. Обеспечение надежности погрузки и крепления грузов [Текст] / А. Н. Котенко // Железнодорожный транспорт – 1994. – №2. – С. 15 – 18.

10. Соколов, Й. О. Розробка методики оцінки рівня безпеки руху на залізничному транспорті [Текст]: дис. ... канд. техн. наук: 05.22.20 / Й. О. Соколов. – Харків: ХарДАЗТ, 2000. – 200 с.
11. Котенко, А. Н. Надежность и эффективность погрузки и крепления грузов [Текст] / А. Н. Котенко // Межвуз. сб. науч. трудов. – Харьков: ХарГАЖТ. – 1995. – Вып. 27. – С. 45 – 52.
12. Барлоу, Р. Математическая теория надежности [Текст] / Р. Барлоу, Ф. Прошан. – М.: Советское радио, 1969. – 488 с.
13. Химмельблау, Д. Прикладное нелинейное программирование [Текст] / Д. Химмельблау. – М.: Мир, 1975. – 534 с.
14. Котенко, А. Н. Повышение уровня безопасности и сохранности перевозимых грузов [Текст] / А. Н. Котенко, Д. И. Мкртычян // Залізничний транспорт України. – 2002. – № 2. – С. 31 – 34.
15. Критерии оценки безопасности движения [Текст] // Железные дороги мира. – 2000. – №8. – С. 57 – 62.
16. Размещение и крепление грузов в вагонах [Текст]: справочник / под ред. А. Д. Малова. – М.: Транспорт, 1980. – 328 с.
17. Беляев, Н. М. Сопротивление материалов [Текст] / Н. М. Беляев. – М.: Наука, 1976. – 608 с.
18. Астанін, В. В. Основи розрахунків на міцність [Текст]: навч. посібник / В.В. Астанін. – Харків: Транспорт України, 2001. – 210 с.
19. Флейшман, Б. А. Совершенствование способов перевозки железобетонных элеваторных конструкций при скоростях движения 100 км/ч [Текст] / Б. А. Флейшман, В. А. Романов, М. Д. Приходько [и др.] // Сб. науч. тр. НИИЖТ. – 1977. – Вып. 183. – С. 8 – 15.
20. Кувалдин, А. Н. Примеры расчета железобетонных конструкций зданий [Текст] / А. Н. Кувалдин, Г. С. Клевцова. – М.: Стройиздат, 1976. – 312 с.
21. Динамика вагона [Текст]: учеб. для вузов ж.-д. трансп. / под ред. С. В. Вершинского. – 3-е изд., перераб. и доп. – М.: Транспорт, 1991. – 360 с.
22. Котенко, А. М. Основні напрямки удосконалення технічних умов навантаження та кріплення вантажів [Текст] / А. М. Котенко, А. О. Поляков, Д. І. Мкртичян // Зб. наук. праць. – Харків: ХарДАЗТ. – 2001. – Вип. 47. – С. 40 – 47.

## Предметний покажчик

- Автомобіліт 56 – 60, 64, 65  
Автопоїзд 56, 57  
Багатооборотний засіб кріплення 24  
Брусок дерев'яний 23, 71, 107  
Вітрове навантаження 27  
Випробування на зіткнення 48  
Габарит навантаження  
– основний 7 – 9;  
– пільговий 7, 8;  
– зональний 7 – 9  
Довгомірний вантаж 26, 53, 98  
Дослідні перевезення 50  
Загальний центр ваги 11, 65  
Засоби кріплення вантажів 19, 36  
Інерційна сила  
– вертикальна 25, 27;  
– поздовжня 25;  
– поперечна 25, 26  
Контейнер  
– великотоннажний 83 – 86;  
– середньотоннажний 81 – 83  
Контейнер-цистерна 88, 89  
Лісоматеріали 118  
Місцеві технічні умови 44  
Напіввагон 11, 15, 16, 21, 87, 111  
Напівпричіп 56, 58, 62  
Обв'язка 19, 34  
Пакет 110, 118  
Пачка 118  
Пиломатеріал 118  
Платформа 11, 15, 16  
Пневмооболонка 68, 69  
Причіп 56, 57, 61  
Розтяжка 19  
Сила тертя 28  
Статичне навантаження 32



Стяжка 19  
Турнікет 53, 54  
Тягач 57, 58, 63  
Ув'язка 20  
Штабель 111, 119  
Щит огородження 66



