

**МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
ЛЬВІВСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ ВЕТЕРИНАРНОЇ
МЕДИЦИНИ І БІОТЕХНОЛОГІЙ ім. С.З.ГЖИЦЬКОГО
ФАКУЛЬТЕТ МЕХАНІКИ, ЕНЕРГЕТИКИ
ТА ІНФОРМАЦІЙНИХ ТЕХНОЛОГІЙ
КАФЕДРА АВТОМОБІЛІВ І ТРАКТОРІВ**

К В А Л І Ф І К А Ц І Й Н А Р О Б О Т А
другого магістерського рівня

на тему: **«Обґрунтування та дослідження способів кріплення вантажів на
транспортних засобах»**

Виконав: студент 6 курсу групи АТ-61

Спеціальності 274 „Автомобільний транспорт”
(шифр і назва)

Яремчук М.Я.
(Прізвище та ініціали)

Керівник: Ковалишин С.Й.
(Прізвище та ініціали)

Рецензент: Рис В.І.
(Прізвище та ініціали)

Дубляни 2025

УДК 621.433.052

Яремчук М.Я. «Обґрунтування та дослідження способів кріплення вантажів на транспортних засобах»

//Кваліфікаційна робота. – Дубляни: Львівський національний університет ветеринарної медицини і біотехнологій ім. С.З.Гжицького. 2025. – 61 с.

В роботі проаналізовано та представлено принципи вибору та різних методів кріплення вантажу під час транспортного процесу.

Описано принципи належного завантаження транспортного засобу, сили, що діють на транспортний засіб та вантаж, та існуючі рішення стосовно типів кріплення вантажу.

В роботі наведено загальний план дослідження, який включав виклад методології, вибір дослідницької вибірки та планування експерименту.

В експериментальній частині представлено та порівняно результати дослідження вживаних та нових конвеєрних стрічок на міцність, за допомогою яких закріплюється вантаж в кузовах автомобілів. На основі проведених досліджень запропоновані наступні напрямки досліджень конвеєрних стрічок, що включають моделювання погодних умов та випробування їх міцності у вологому стані, що імітує дощ.

В роботі розроблено заходи з охорони праці в процесі перевезення вантажів автомобільним транспортом. Проведено техніко-економічну оцінку ефективності роботи.

Таблиць 8; рисунків 18; бібліогр. джерел 21

ВСТУП.....	7
РОЗДІЛ 1. АНАЛІЗ СТАНУ ПИТАТЬ З КРІПЛЕННЯ	
ВАНТАЖІВА НА КУЗОВАХ АВТОМОБІЛІВ.....	9
1.1. Концепція та важливість кріплення вантажів.....	9
1.2. Правила кріплення вантажів.....	12
1.3. Існуючі засоби кріплення автомобільних вантажів.....	15
Висновки за розділом.....	24
РОЗДІЛ 2. ТЕОРЕТИЧНІ ОСНОВИ ДОСЛІДЖЕННЯ МІЦНОСТІ	
ТА ДЕФОРМАЦІЇ МАТЕРІАЛІВ.....	26
2.1. Сили, що діють на транспортний засіб та вантаж.....	26
2.2. Міцність та деформація матеріалу.....	26
2.3. Сили, що утримують вантажі під час транспортування.....	30
Висновки за розділом.....	31
РОЗДІЛ 3. МЕТОДИКА ПРОВЕДЕННЯ	
ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНИХ ДОСЛІДЖЕНЬ.....	32
3.1. Методологія досліджень.....	32
3.2. Формування вибірок для дослідів.....	33
3.3. Планування експериментів.....	35
Висновки за розділом.....	36
РОЗДІЛ 4. РЕЗУЛЬТАТИ ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНИХ	
ДОСЛІДЖЕНЬ.....	37
4.1. Загальна програма досліджень.....	37
4.2. Дослідження використовуваних конвеєрних стрічок	
на розрив	37
4.3. Порівняльна характеристики вживаних та	
нових конвеєрних стрічок на міцність.....	39
Висновки за розділом.....	42
5. ОХОРОНА ПРАЦІ ТА БЕЗПЕКА В	

НАДЗВИЧАЙНИХ СИТУАЦІЯХ.....	43
5.1. Структурно функціональний аналіз процесів перевезення вантажів автомобільним транспортом.....	43
5.2. Умови і обставини виникнення небезпечних ситуацій та їх наслідки.....	45
5.3. Побудова моделей формування та виникнення травмонебезпечних та аварійних ситуацій під час перевезення вантажів.....	47
5.4. Безпека в надзвичайних ситуаціях.....	51
Висновки за розділом.....	51
6. ЕКОНОМІЧНА ЧАСТИНА.....	52
ВИСНОВКИ І ПРОПОЗИЦІЇ.....	57
СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ.....	59

ВСТУП

У сучасний динамічний час розвиток транспортного сектору та світової економіки ставить перед нами незаперечний виклик, де ефективність логістичних процесів стає ключовим елементом успіху. У контексті транспорту вирішальну роль відіграє не лише сам процес переміщення вантажу, але й точний вибір та ефективні методи кріплення вантажу на транспортному засобі [3,4].

Кріплення вантажів у кузові вантажного автомобіля має надзвичайно важливе значення, оскільки впливає на безпеку, збереження вантажу та дотримання вимог законодавства. Нижче — основні причини, чому це важливо:

Ненадійно закріплений вантаж впливає на безпеку руху, оскільки може зміщуватися під час руху, створюючи небезпеку для водія та інших учасників руху, змінювати центр ваги автомобіля, що підвищує ризик перекидання, випасти на дорогу під час гальмування або маневру – це може спричинити ДТП.

Правильне кріплення запобігає ударним навантаженням, зменшує зсув, перевертання чи деформацію вантажу, допомагає зберегти якість товарів під час транспортування.

Недостатнє кріплення вантажу може спричинити збитки, що проявляється у вигляді пошкодження товарів, витрати на ремонт автомобіля, затримки доставки та втрату репутації перевізника.

Добре закріплений вантаж забезпечує стабільність автомобіля на поворотах і при гальмуванні, менше навантаження на підвіску та шини, кращий контроль над транспортним засобом.

Метою роботи є дослідження на міцність кріплень вантажів на вантажних автомобілях для підвищення безпеки, ефективності та результативності транспортного процесу.

Для досягнення поставленої мети необхідно було виконати наступні **задачі досліджень**:

- проаналізувати існуючі засоби та способи кріплення автомобільних вантажів;

- розробити методику перевірки кріпильних стрічок на міцність;
- дослідити стрічки кріплення автомобільних вантажів на розрив;
- порівняти характеристики вживаних та нових кріпильних стрічок;
- провести техніко-економічну оцінку запропонованих заходів.

РОЗДІЛ 1. АНАЛІЗ СТАНУ ПИТАТЬ З КРІПЛЕННЯ ВАНТАЖІВА НА КУЗОВАХ АВТОМОБІЛІВ

1.1. Концепція та важливість кріплення вантажів

Вантажні перевезення становлять найбільшу частку міжнародних та внутрішніх перевезень [2]. Під час транспортування вантажі зазнають впливу зовнішніх сил, що виникають внаслідок фізичних явищ. Тому, щоб уникнути втрат під час транспортування та потенційних загроз для навколишнього середовища, ефективне закріплення вантажів, що перевозяться, є надзвичайно важливим. Правильне завантаження та закріплення вантажу забезпечує безпечне транспортування та дотримання вимог безпеки дорожнього руху [2]. Закріплення вантажу є важливим елементом транспортування, які переміщуються від місця навантаження до певного місця призначення – розвантаження. Переміщення відбувається на частині транспортного засобу, спеціалізованій для цього типу операцій – вантажному носії, наприклад, у контейнері або коробці, розташованому на транспортному засобі [1]. Розподіл вантажу так само важливий для безпеки транспортування, як і його закріплення. Відповідно, рівномірний розподіл ваги впливає на саме закріплення та керованість транспортного засобу. Для підтримки безпеки необхідно уникати перевищення максимально допустимого навантаження на вісь та забезпечити, щоб не перевищувалося на неї необхідне мінімальне навантаження [2]. Крім того, окрім питань безпеки, що виникають через фізичні явища транспортного засобу, належний розподіл та закріплення вантажу відносно осей транспортного засобу запобігає пошкодженню доріг (наприклад, через колії), які мають обмежену вантажопідйомність. У країнах Європи допустиме базове дорожнє навантаження становить 8 тонн, тоді як для національних доріг з двозначною розміткою воно становить 10 тонн, а для однозначної розмітки – 11,5 тонн [7]. Недостатньо закріплені вантажі можуть зміщуватися всередині транспортного засобу під час руху, що під час різкого

гальмування транспортного засобу може призвести до проколу кабіни водія та загрози його здоров'ю та життю, чи призвести до перекидання транспортного засобу або падіння вантажу на дорогу, що створює небезпеку для навколишнього середовища та інших учасників дорожнього руху і завдає матеріальної шкоди, пошкоджуючи сам вантаж.

Для забезпечення безпеки дорожнього руху слід приділяти особливу увагу вибору типу транспортного засобу та виду транспорту, а також упаковці вантажної одиниці під час транспортування. Правильний вибір транспортного засобу та засобів кріплення забезпечить безпеку експлуатації – уникнення пошкодження транспортного засобу (наприклад автомобіля) та подовження терміну служби компонентів (наприклад, рівномірний знос підвіски).

До найпоширеніших помилок під час завантаження та кріплення вантажів належать: обмежені знання осіб, відповідальних за процес завантаження, часто засновані на інтуїції та рутині; відсутність усвідомлення відповідальності за будь-які інциденти на маршруті, що виникли внаслідок людської помилки під час кріплення; вибір невідповідних засобів кріплення для вантажів, що перевозяться; неправильні методи кріплення [2].

Для правильного вибору відповідного методу кріплення на транспортному засобі необхідно розуміти специфічні біологічні, хімічні, фізичні та фізико-хімічні властивості вантажу, що перевозиться. Найважливіші характеристики та властивості транспортних вантажів включають: фізичну структуру, консистенцію, щільність, температуру плавлення, замерзання та кипіння, міцність на згин та стиск, а також вміст окремих складових частин [5]. Також важливо розуміти ризики та взаємодії, пов'язані з транспортуванням конкретних вантажів, через їхню схильність до змін зовнішніх факторів [3]. Чутливість вантажу може виникати через вплив температури, світла, вологи, механічної енергії, часу транспортування та запахів. Класифікація умов транспортування базується на кількох критеріях [5]:

- природна транспортабельність – вантажі, чутливі до умов та часу транспортування, наприклад, небезпечні вантажі;
- технічна транспортабельність – зовнішні характеристики та внутрішні властивості, наприклад, гази, рідини, тверді речовини;
- основні методи навантаження – наповнення, насипання, підйом та вантажопідйомність;
- розмір вантажу – малий, повний вантажний автомобіль, негабаритний;
- економічна транспортабельність – низька, середня та висока вартість.

Мінімізація ризику пошкодження вантажу, що перевозиться, є пріоритетом не лише для безпеки учасників транспортування та дороги, але й з фінансових причин. У внутрішніх перевезеннях законодавство переважно жодним чином не захищає перевізника від відповідальності за шкоду, незалежно від розміру компенсації за пошкоджений вантаж [2]. На безпеку вантажних перевезень також впливає вибір кваліфікованих водіїв, які повинні дотримуватись правил дорожнього руху та уникати ситуацій, що вимагають раптових, необдуманих маневрів, які можуть пошкодити вантажі або спричинити аварію. Дотримання правил робочого часу водіїв значно підвищує безпеку під час транспортування вантажів

1.2. Правила кріплення вантажів

Належне кріплення вантажу є важливим елементом транспортування, за який перевізник несе відповідальність у разі аварії або пошкодження [16]. В Україні правила кріплення вантажу регулюються положеннями Закону про дорожній рух. Правила дорожнього руху визначають правильний метод розміщення та кріплення вантажів у транспортному засобі [16]:

- вантаж не повинен перевищувати допустиму загальну вагу або допустиму вантажопідйомність транспортного засобу;
- вантаж має бути розміщений на транспортному засобі таким чином, щоби: він не перевищував допустимі навантаження на осі на дорозі; не

впливав на стійкість транспортного засобу; не перешкоджав керуванню транспортним засобом; не обмежував огляд дороги та не закривав світлофори, сигнальні пристрої, номерні знаки чи інші таблички чи знаки, якими обладнано транспортний засіб;

- вантаж, розміщений на транспортному засобі, повинен бути закріплений від зміни положення або надмірного шуму. Він не повинен мати неприємного вигляду або видавати неприємного запаху;

- пристрої, що використовуються для кріплення вантажу, повинні бути захищені від розхитування, вільного звисання або падіння під час подорожі.

- насипні вантажі можна розміщувати лише в щільному вантажному боксі, додатково закріпленому відповідними кришками, щоб запобігти висипанню вантажу на дорогу.

Закон про дорожній рух не визначає кількість та тип елементів кріплення вантажу залежно від його ваги [16].

Кріплення транспортних засобів підлягає перевірці. В Україні транспортна поліція та інспекція дорожнього транспорту відповідають за перевірку точності фактичного стану справ відповідно до чинних норм [16]. Методи кріплення є дуже загальними. Чинні в Україні норми доповнюють європейські норми. Стандарт EN 12195 стосується кріплення вантажів та суворо визначає методи кріплення вантажів під час дорожніх перевезень. Стандарт зобов'язує водіїв та перевізників, відповідальних за транспортування, використовувати спеціалізовані килимки, що збільшують коефіцієнт тертя, та використовувати гнучкі елементи кріплення – мотузки або ланцюги. Це підвищує стійкість вантажу та зменшує ризик зміщення. Крім того, стандарт EN 12195 визначає математичні формули, які слід використовувати для розрахунку кількості та типу елементів кріплення вантажу.

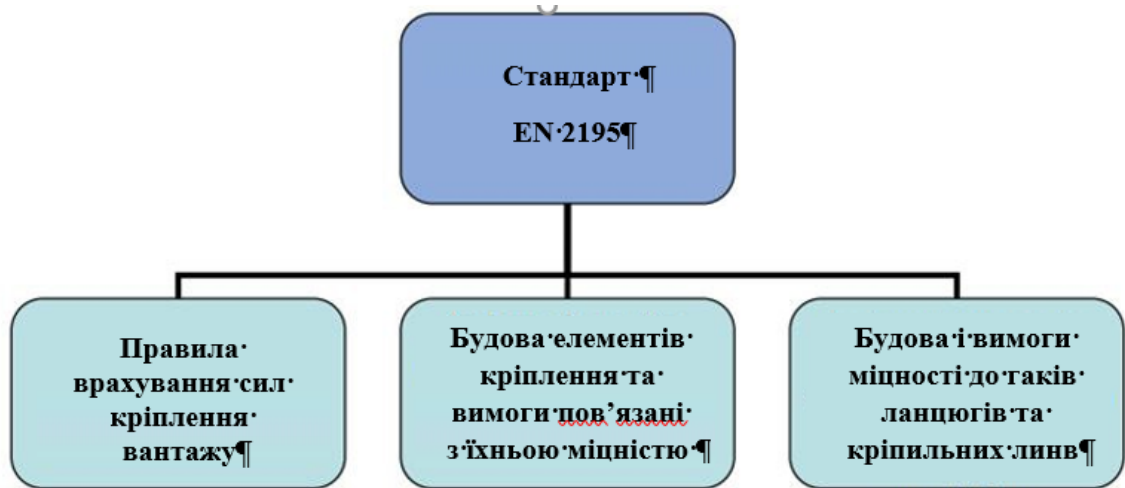


Рисунок 1.1 – Інформація, що міститься у стандарті EN 12195

Відповідальність за завантаження, включаючи кріплення та будь-яке пошкодження вантажів, також визначена міжнародною конвенцією CMR 1956 року. Дотримання цих правил мінімізує ризик пошкодження вантажів або створення небезпеки, а перевізник захищається від штрафів за неправильне кріплення або укладання вантажу.

У Регламенті про затвердження типу також згадуються принципи кріплення вантажу.

Він охоплює правила оснащення транспортних засобів кріпильними пристроями для вантажів, що перевозяться. У регламенті зазначено, що комерційні транспортні засоби повинні бути оснащені від 6 до 12 кріпильними пристроями [14]. Виробники комерційних транспортних засобів пропонують допоміжні кріпильні пристрої для транспортних засобів, наприклад, «планки в підлозі та бічних стінках, ланцюги, стійкі до пошкоджень ремені, бар'єрні балки, розпірні штанги або протиковзкі сітки» [14]

Основні засади завантаження транспортного засобу містять наступні дані [2, 11, 12]:

Вони визначають загальні принципи розподілу навантаження на транспортний засіб – відповідний вибір розподілу вантажів, що перевозяться, який дозволяє належним чином розподілити навантаження по вантажній платформі транспортного засобу. Це підвищує безпеку дорожнього руху та

відповідає нормам дорожнього навантаження. Щоб забезпечити належне навантаження осей та їх відсутність перевантаження, необхідно подбати про симетричний розподіл вантажів як поперек бічних стінок транспортного засобу, так і переднього та заднього боків. Центр ваги вантажу повинен бути розташований у вертикальній площині, що проходить через головну вісь транспортного засобу, якомога нижче та якомога ближче до його поздовжньої осі. Дотримуючись цього принципу, транспортний засіб не буде нахилитися в жодну сторону, а осі не будуть ні перевантажені, ні недовантажені, що дозволить зберегти зчеплення з дорогою та керованість [2].

Характеризують центр ваги – середній розподіл ваги всередині самого вантажу. У симетричних об'єктах геометричний центр ваги відповідає центру ваги. Для вантажів з нерівномірною структурою, щільністю та формою центр ваги повинен бути позначений на упаковці [2].

Містить план завантаження транспортного засобу, який визначає співвідношення між максимальною масою вантажу, що не перевищує допустимого навантаження на вісь транспортного засобу, та розташуванням центру ваги вантажів, що перевозяться, вздовж довжини вантажної платформи. Розташування загального центру ваги занадто близько до передньої або задньої стінки вантажного кузова несе ризик перевищення максимально допустимого навантаження на вісь на одну з осей транспортного засобу. Щоб використовувати максимальну вантажопідйомність транспортного засобу та мінімізувати ризик зносу його компонентів, переконайтеся, що загальний центр ваги знаходиться в оптимальному місці, розрахованому в плані завантаження [2,6].

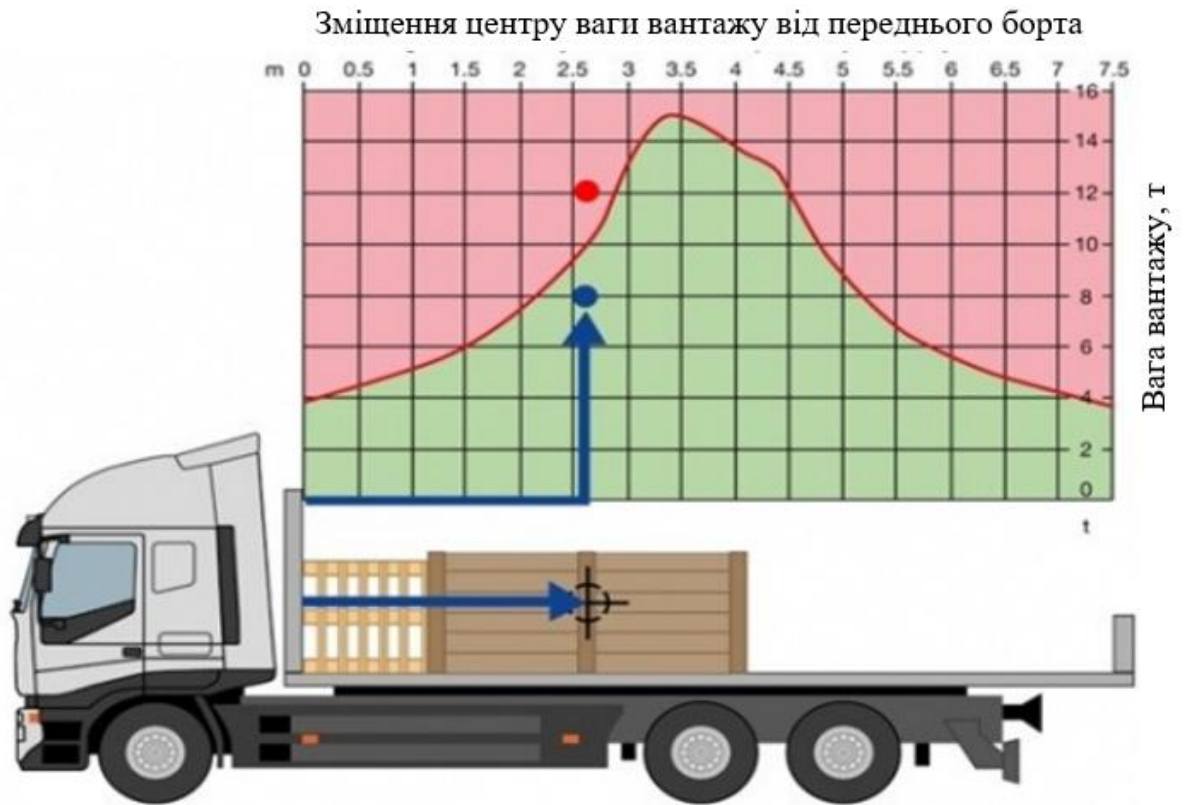


Рисунок 1.2 – Зв'язок між відстанню центру ваги вантажу від передньої частини транспортного засобу та масою вантажу на плані завантаження

Характеризує оцінку навантаження на вісь – розподіл вантажів за їхніми центрами ваги дозволяє оцінити навантаження на вісь транспортного засобу. Під час перевезення асиметричних та нерівномірних вантажів, центр ваги яких не позначено на упаковці, може знадобитися зважити транспортний засіб на окремих осях. Все більше транспортних засобів оснащується індикаторами навантаження на вісь, що значно полегшує розподіл навантаження та підвищує безпеку [2].

2.3. Існуючі засоби кріплення автомобільних вантажів

Розрізняють наступні способи належного кріплення вантажів на транспортному засобі: блокове кріплення, кріплення, блокування та змішане кріплення [18, 19, 20, 21].

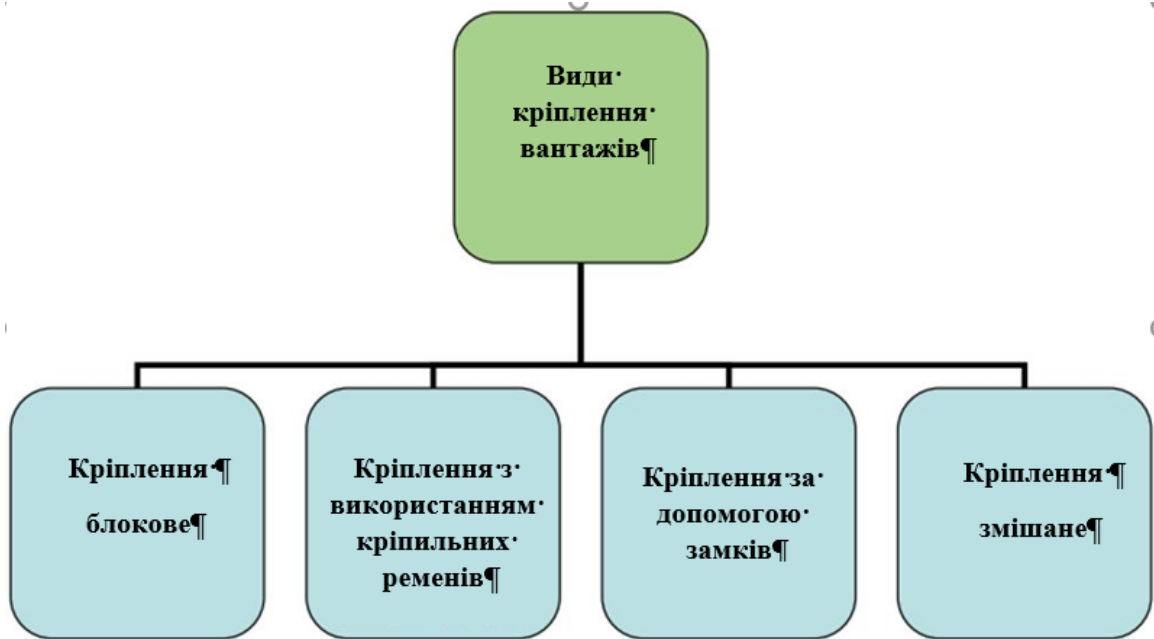


Рисунок 1.2 – Типи кріплення вантажів відповідно до рекомендацій Європейської Комісії з питань енергетики та транспорту

Обраний тип кріплення повинен відповідати конкретним вантажам, що перевозяться.

Блокове кріплення передбачає стабілізацію вантажу на вантажній платформі за допомогою жорстких опор та нерухомих компонентів вантажної платформи, що відповідають вимогам стандарту EN 12642. Вантаж має бути рівномірно розподілений відносно бічних стінок, що блокуватиме його на максимальній відстані 80 мм від вантажу. Блокове кріплення може виконуватися такими способами: «блокування за допомогою кріпильних матеріалів, кріплення порогами та пластинами, а також блокове кріплення між рядами вантажних секцій» [11].

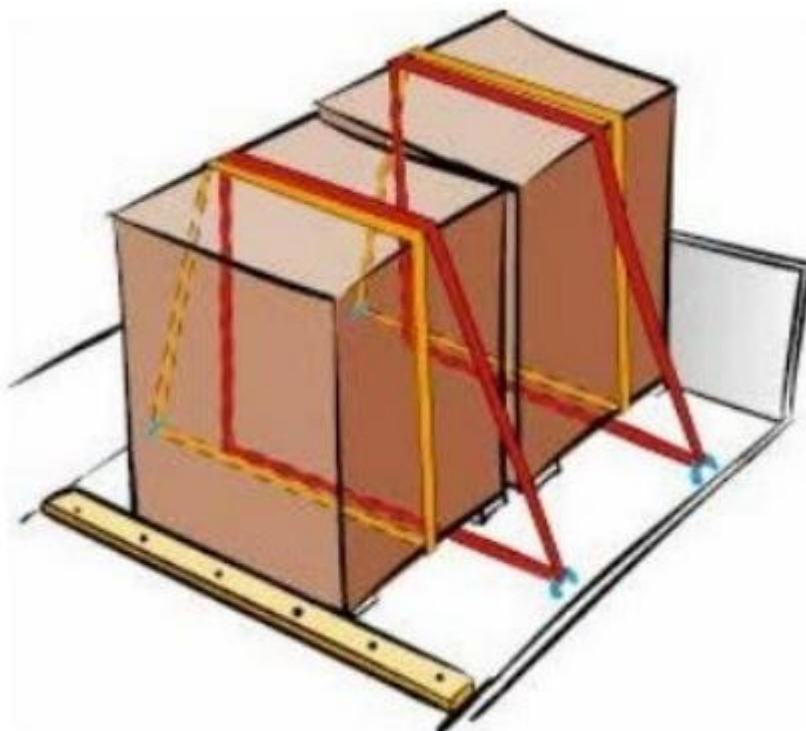


Рисунок 2.3 – Кріплення блоками

Завантаження передбачає заповнення всіх порожніх просторів між вантажами, що перевозяться, щоб вони не могли рухатися. До матеріалів кріплення належать:

- повітряні подушки – які, наповнюючись стисненим повітрям, заповнюють необхідний простір між вантажами,
- піддони – у просторах трохи більших за 15 см (висота європіддону),
- розширювальні рами – дерев'яні елементи, що заповнюють більші простори між товарами.

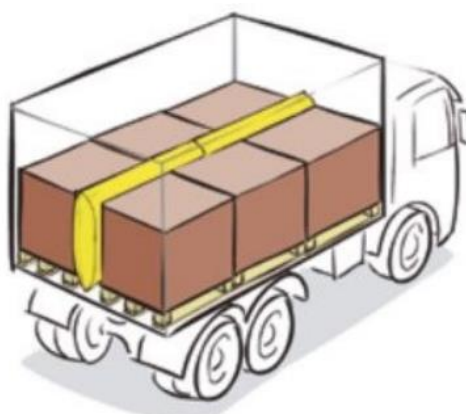


Рисунок 2.4 – Кріплення блокове

Блокове кріплення за допомогою порогів та пластин передбачає

розташування вантажних одиниць на кузові таким чином, щоб вони блокували одна одну, використовуючи природні відмінності у висоті вантажних одиниць або створюючи ці відмінності штучно за допомогою порогів чи пластин залежно від жорсткості транспортної упаковки [2].

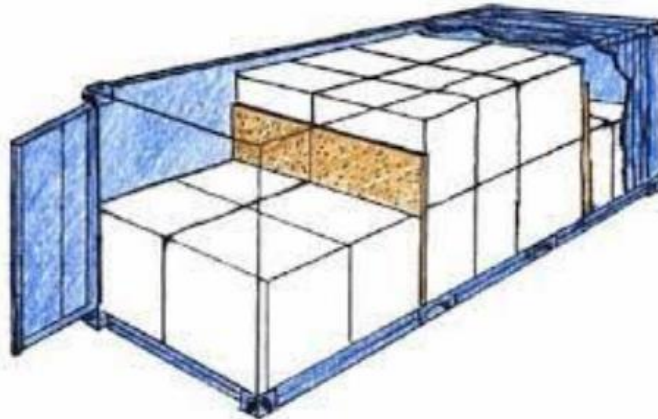


Рисунок 2.5 – Монтаж блоку з порогам та пластинами

Блокове кріплення між рядами вантажних секцій використовує рами, в яких товари розміщуються як з'єднувальний елемент в єдине велике ціле.

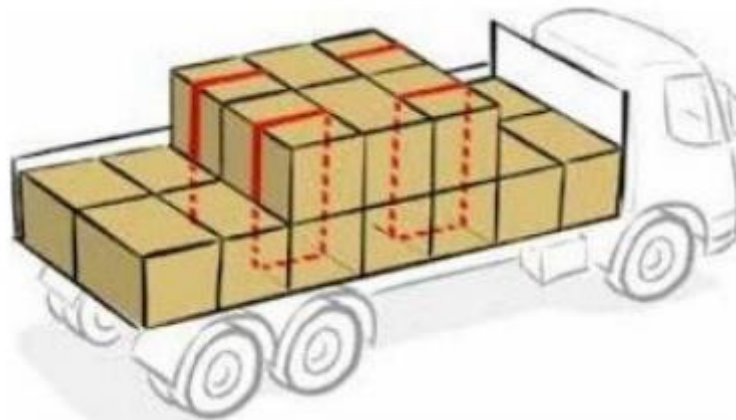


Рисунок 2.6 – Блочне кріплення між рядами вантажних секцій

Блочне кріплення за допомогою клинів та клинових опор дозволяє зафіксувати вантаж у формі, що дозволяє йому котитися – наприклад, циліндричні елементи.

Щоб безпечно закріпити вантаж за допомогою цього принципу кріплення та запобігти його зміщенню по кузові під час транспортування, необхідно дотримуватися таких правил:

Висота клинів повинна бути щонайменше $\frac{1}{3}$ радіуса циліндра вантажу, що закріплюється, та бути довжиною щонайменше 200 мм, а кут клинів повинен

бути приблизно 37-45 градусів. У свою чергу, кріплення за допомогою клинової опори складається з двох клинів, з'єднаних гвинтами, що дозволяють регулювати ширину та глибину, причому їхні кути спрямовані один до одного [10].



Рисунок 2.7 –Клин

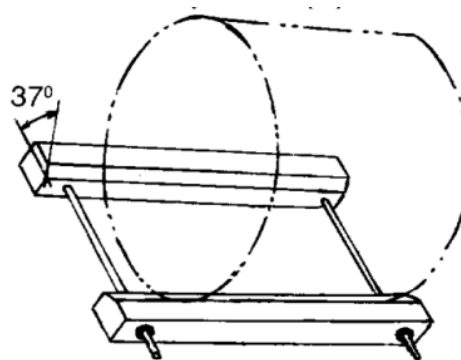


Рисунок 2.8 – Кріплення за допомогою клинового підшипника

Блочне кріплення за допомогою стінових з'єднань використовується для закріплення легких вантажів, які не займають весь транспортний засіб. Телескопічна балка (розпірка або анкер), яка є елементом цього типу кріплення, розміщується між боковими стінками вантажного ящика та закріплює товари в упаковках низької міцності – наприклад, картонних коробках [12].



Рисунок 2.9 – Монтаж блоку за допомогою настінних з'єднань

Кріплення вантажу здійснюється за допомогою ременів, ланцюгів та сталевих канатів – кріплень, які стабілізують вантаж, з'єднуючи його компоненти: між собою, з вантажним ящиком або за допомогою кріпильних пристроїв [8, 11]. Знерухомлення вантажів, що перевозяться, досягається завдяки тому, що кріплення контактують виключно з вантажем та точками кріплення, без використання будь-яких інших точок опори.



Рисунок 2.10 – Розтяжки

Існує кілька типів кріплення.

Кріплення зверху – метод, що використовує тертя, при якому вантаж притискається вгору кріпленням до підлоги вантажного кузова транспортного засобу.

Петлеве кріплення – метод кріплення, який запобігає бічному руху вантажу, стабілізуючи його парою петлевих кріплень, розміщених поперечно та

з'єднуючи їх з точками, розташованими на одному боці кузова. Цей метод переважно використовується на напівпричепах, які не мають бічних стінок.

Пружинне кріплення – обмежує рух вантажів, що перевозяться, вперед і назад, створюючи та використовуючи штучну стіну з піддонів або діагональних кріплень з кутовими петлями, розташованими на кутах вантажу.



Рисунок 2.11 – Закріплення вантажу за допомогою кріплень пружинного типу

Кріплення – горизонтальне або вертикальне, залежно від кількості шарів вантажу, передбачає зв'язування товарів в єдине ціле.

Пряме кріплення – безпосереднє з'єднання точок кріплення, розташованих на упаковці товарів, що перевозяться, та точок кріплення на кузові транспортного засобу за допомогою прямих кріплень [2].

Фіксація використовується для іммобілізації транспортних контейнерів, контейнерів для побутових відходів та спеціалізованих промислових контейнерів під час транспортування. Контейнер розміщується на спеціальних штифтах у кузові транспортного засобу та блокується за допомогою важелів.



Рисунок 2.12 – Закріплення за допомогою блокування

Змішане закріплення – це складний тип закріплення вантажів, який

базується на одночасному використанні двох або більше методів закріплення. Стабілізуючі сили вантажів, що перевозяться, повинні діяти одночасно. Змішане закріплення вважається найекономічнішим, найефективнішим та найпрактичнішим рішенням проблеми іммобілізації вантажів, і тому є найбільш поширеним [2].

Вибір засобів закріплення залежить від типу вантажу, який потрібно іммобілізувати.

Тип закріплення залежить від можливості його закріплення на землі або необхідності закріплення його частини на висоті. Крім того, форма, розмір та вага вантажів, що перевозяться, також впливають на вибір методу закріплення. Важчі вантажі слід закріплювати ланцюгами, оскільки ремені можуть виявитися занадто слабкими. Вибираючи пристрій для кріплення, звертають увагу на його фізичні властивості – наприклад, розтяг, які часто вказані на етикетці пристрою для кріплення. Існує безліч типів кріпильних пристроїв [2, 18,19,20,21].

Кріпильні ремені – вони мають регульовану довжину, що дозволяє змінювати натяг. Їх можна використовувати практично для будь-якого типу вантажу, що робить їх найпоширенішим типом кріпильних пристроїв. Вони мають широкий діапазон тоннажу та бувають різних конструкцій та способів кріплення, що розширює спектр можливих застосувань [10].



Рисунок 2.12 – Кріпильний ремінь

Стяжні ланцюги використовуються для кріплення важких та складніших вантажів, таких як сталь, дерево, конструкційні елементи та масивне промислове обладнання. Вони використовуються для кріплення вантажів у різних видах

транспорту – автомобільному, залізничному та морському.

Вони складаються з двох частин, з'єднаних механізмом кріплення у вигляді скоби.

На кожному кінці стяжного ланцюга є гачки, один з яких дозволяє регулювати довжину ланцюга. Залежно від товщини ланцюга, ці гачки різняться за максимально допустимим натягом [10].



Рисунок 2.13 – Стяжні ланцюги

Сталеві канатні кріплення та сталеві канатні стропи – мають схоже використання та характеристики з ланцюгами для кріплення. Вони виготовлені зі сталевого дротяного каната, мають гачки на кінцях та механізм для натягування каната.



Рисунок 2.14 – Сталевий канат для кріплення

Для кращого закріплення вантажів існують і допоміжні заходи кріплення вантажу:

Для захисту країв встановлюють, такі засоби кріплення як ремені, ланцюги та мотузки.



Рисунок 2.15 – Захисний кут

Як допоміжний засіб використовують опорні клини – дерев'яні, пластикові, гумові або металеві елементи, що запобігають коченню циліндричних та вигнутих вантажів. Опорні клини – утримують та накривають вантаж.

Використовують також протиковзкі килимки – розміщуються між вантажами, що перевозяться, та підлогою кузова транспортного засобу, збільшуючи силу тертя та обмежуючи ковзання вантажу.



Рисунок 2.16 – Протиковзкий килимок з опорним клином

Гумові натягувачі – використовуються для легших вантажів, а їхня робота подібна до роботи кріпильних ременів.



Рисунок 2.16 – Гумовий натягувач

Висновки за розділом

Належне кріплення вантажу покращує безпеку всіх учасників дорожнього руху. Вантаж, який не закріплений належним чином, рухається всередині

вантажного боксу, що створює ризик. Зниження керованості транспортного засобу, що перевозить вантаж, або випадання вантажу є прикладами подій, які можуть призвести до аварії.

Неправильно закріплений вантаж може пошкодити транспортний засіб, у якому він перевозиться, і сам може бути знищений, що призведе до фінансового штрафу для перевізника.

Правильний вибір типу та засобів кріплення вантажу дозволяє належним чином закріпити вантаж, значно підвищує безпеку транспортування та мінімізує ризик аварій, фінансових втрат та пошкоджень.

Кріплення вантажу є невід'ємною частиною кожного транспортного процесу і має значний вплив на безпеку дорожнього руху та мінімізує ризик аварій, спричинених переміщенням вантажу. Крім того, належні знання про типи кріплення вантажу, що використовуються під час транспортування, дозволять перевірити використані методи та знизити ризик помилок, які можуть призвести до пошкодження вантажу.

РОЗДІЛ 2. ТЕОРЕТИЧНІ ОСНОВИ ДОСЛІДЖЕННЯ МІЦНОСТІ ТА ДЕФОРМАЦІЇ МАТЕРІАЛІВ

2.1. Сили, що діють на транспортний засіб та вантаж

До сил, що діють на транспортний засіб та вантаж, належать [5]:

- вага транспортного засобу та навантаження на осі – маса вантажу, що перевозиться та вплив сили тяжіння на нього визначають силу ваги вантажу, яка разом із власною вагою транспортного засобу розподіляється по його осях і змушує осі діяти на дорогу.

- сила інерції – сила, що виникає внаслідок прискорення або уповільнення транспортного засобу, що впливає з третього закону Ньютона. Ця сила протидіє будь-яким змінам у русі транспортного засобу, що перевозить вантаж. Під час розгону транспортного засобу на вантаж діє сила, яка намагається зрушити його назад, а під час гальмування – сила, яка намагається зрушити його вперед.

- відцентрова сила при поворотах – тип сили інерції, що діє на вантаж та транспортний засіб під час поворотів та бокових рухів.

Ця сила збільшує ризик бокового руху вантажного кузова.

2.2. Міцність та деформація матеріалу

Безпечне кріплення вантажу під час транспортування базується на балансуванні сил інерції, що діють на завантажені товари під час руху, наприклад, під час гальмування, збільшення швидкості, поворотів та зміни смуги руху. Під час руху транспортного засобу сила тертя між вантажною платформою та вантажем, що перевозиться, часто недостатня для запобігання зміщенню вантажу. З метою підвищення безпеки транспортування для кріплення вантажів використовуються різні типи еластичних елементів, оснащених храповиками, натягувачами або пряжками, що забезпечують утримання вантажу на місці завдяки силі розтягування. Згідно зі стандартом EN 12640, у транспортних

засобах з повною масою понад 12 тонн, точки кріплення на вантажній платформі повинні витримувати силу розтягування 2000 кН, а згідно зі стандартом EN12640 – навіть 4000 кН. [5]

Щоб вибрати відповідний тип кріплення, необхідно розраховувати кількість кріпильних ременів для заданого типу натягування, поділивши вагу вантажу на допустиму пряму силу розтягування для одного напрямку руху. Якщо використовуються похилі кріплення, розрахунки повинні враховувати правильний кут нахилу [5,16].

Усі кріпильні елементи, що піддаються навантаженню, змінюють свою форму. Якщо деформація зникає після того, як сила припиняє діяти на даний елемент, то деформацію можна назвати пружною. Проте повернення до ідентичної форми до дії сили не відбувається у більшості матеріалів та компонентів. Навантажений канат видовжується, стельова балка згинається, вал машини згинається та скручується. Тип деформації залежить від того, як сила навантаження діє на тіло [17].

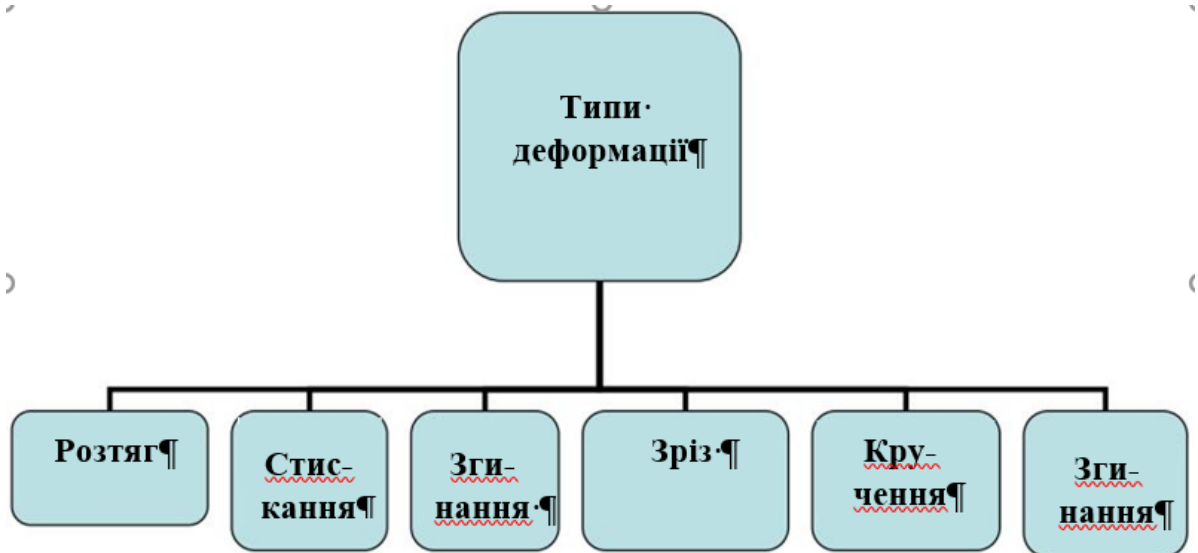


Рисунок 2.1 Типи деформації

Розтяг – деформуюча дія, при якій до елемента прикладаються дві рівні протилежні сили, спрямовані по прямій лінії, видовжуючи елемент і зменшуючи його ширину шляхом розтягування. Такі елементи, що розтягуються, називаються стержнями та пасмами, а прикладами є канати та ланцюги.

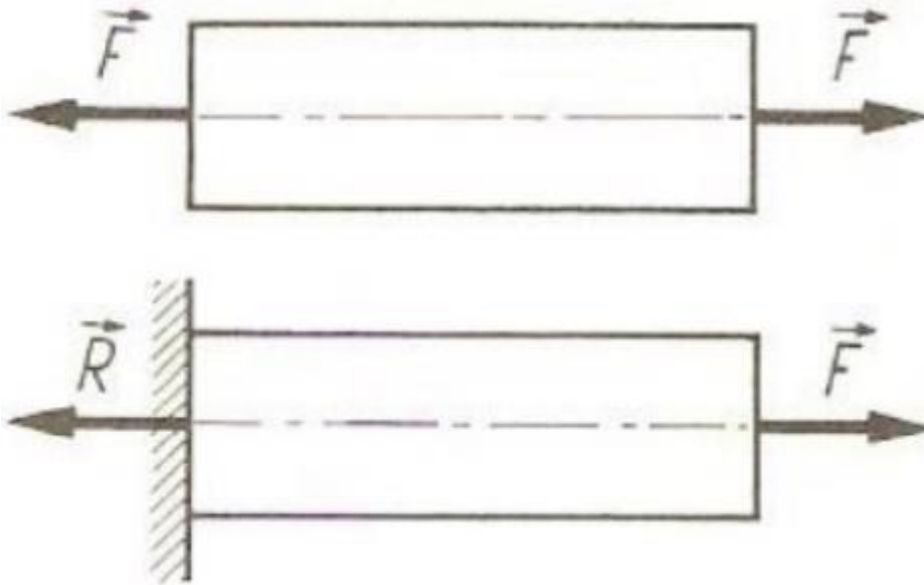


Рисунок 2.2 – Приклад розтягу

Стиск – деформуюча дія, при якій зовнішні сили, що діють на елемент, спрямовані одна назустріч одній, викликаючи стиск, яке скорочує довжину стержня та збільшує його ширину.

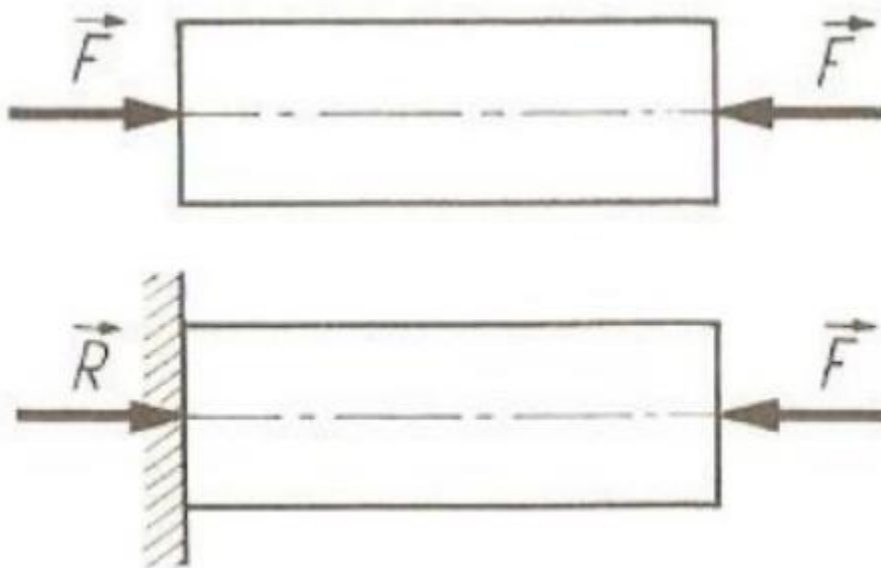


Рисунок 2.3 – Приклад стиску

Згин – сильна деформуюча дія на дуже тонкий елемент. Під час стискання викликає раптову, нерівномірну втрату форми, що називається згином.

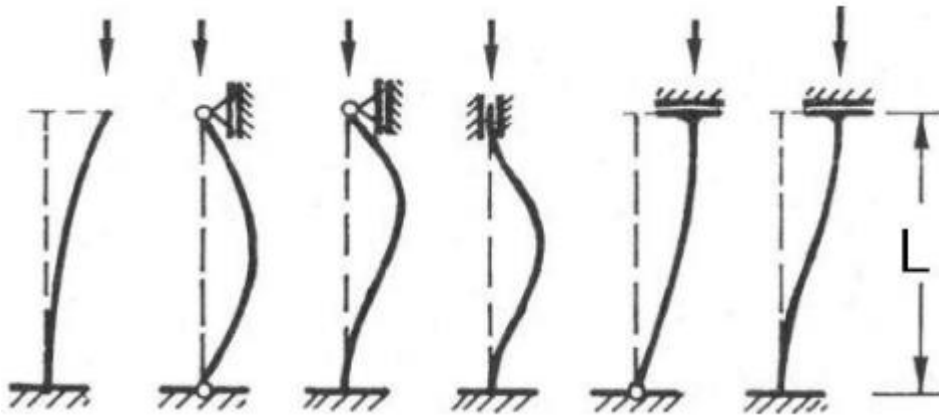


Рисунок 2.4 – Приклади згину

Зсув – деформаційна дія у вигляді двох сил з дуже малим плечем важеля, які переміщують одну частину елемента відносно іншої, що призведе до руйнування елемента, якщо значення сили велике.

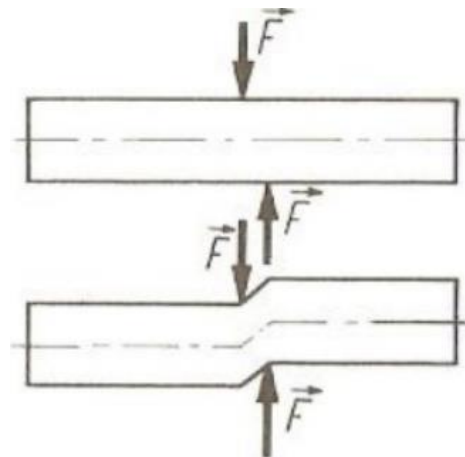


Рисунок 2.5 – Приклади зсуву

Кручення – деформація, що виникає внаслідок дії двох протилежних сил, перпендикулярних до осі елемента, розміщених на кінцях стрижня. Крутильні деформації полягають в обертанні поперечних перерізів елементів один відносно одного, навколо осі елемента. Типовим прикладом крутильних елементів є вали машин [10].

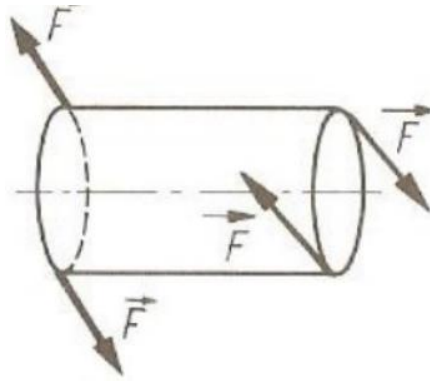


Рисунок 2.6 – Приклад кручення

Згинання – деформація, що виникає внаслідок дії сил, перпендикулярних до осі елемента, що спирається на дві опори і призводить до згинання елемента. Елементи, призначені для опору згинанню, називаються балками, наприклад, мостовими балками, балками перекриття або ригелями.

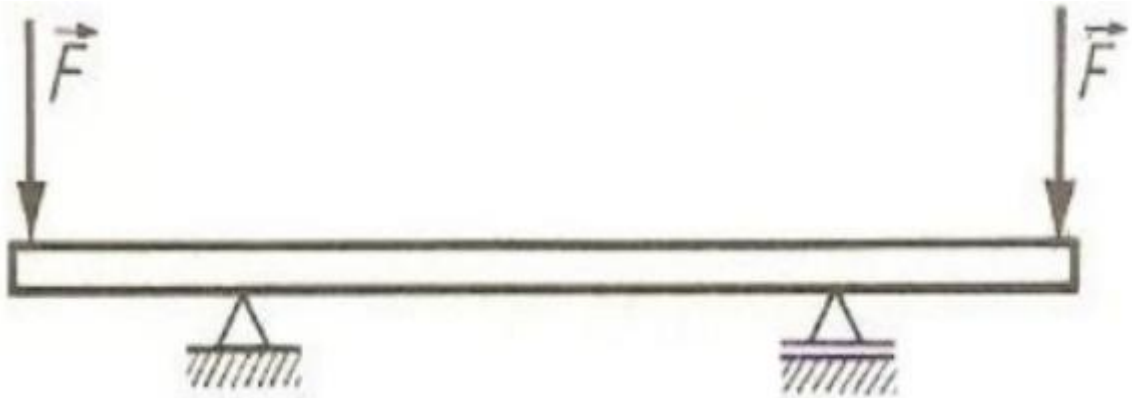


Рисунок 2.7 – Приклад згинання

Деформації, описані вище, класифікуються як прості деформації. На практиці найпоширенішими є складні деформації, тобто ті, що викликані дією двох або більше типів простих деформацій одночасно.

2.3. Сили, що утримують вантажі під час транспортування

На утримання вантажу під час транспортування впливають сила тертя, сила кріплення та сила натягу.

Сила тертя виникає внаслідок опору поверхонь, що труться одна об одну, які ковзають та контактують одна з одною, впливають одна на одну. Контактна сила та коефіцієнт тертя, включаючи тип поверхні та її матеріал, впливають на

інтенсивність сили тертя.

Сила кріплення – штучна сила, яка додається до знерухомлення вантажу. Це відбувається у випадку, коли сила тертя недостатня для запобігання руху вантажу під час транспортування. Це досягається застосуванням кріпильних пристроїв.

Сила натягу – сила натягу елементів, що використовуються для кріплення вантажу та додаткового притиснення його до підлоги вантажного кузова транспортного засобу. Цією дією збільшується силу тертя.

Щоб утримувати вантаж на місці, сила тертя повинна бути більшою за силу, що діє на вантаж.

Висновки за розділом

В даному розділі приведено види деформацій, які можуть бути спричинені дією зовнішніх сил, що діють на кріпильні ремені.

Аналіз діючих сил та деформацій кріпильних елементів дозволяє добитись безпечного кріплення вантажу під час його транспортування.

РОЗДІЛ 3. МЕТОДИКА ПРОВЕДЕННЯ ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНИХ ДОСЛІДЖЕНЬ

3.1. Методологія досліджень

Методологія випробувань міцності конвеєрних стрічок включає правильне встановлення зразка у випробувальній машині та проведення випробування на міцність для вимірювання опору навантаженню та перевірки розривної сили стрічки. У цьому випадку було використано метод руйнівного контролю. Це метод випробувань, під час якого матеріал навмисно пошкоджується або руйнується для оцінки його міцності, структурних властивостей або інших механічних властивостей. Ці випробування особливо важливі для матеріалів, що використовуються в будівництві, виробництві обладнання або будь-яких типів компонентів, що піддаються механічним навантаженням в умовах експлуатації.

У описаному тут контексті руйнівний контроль використовується для оцінки якості матеріалу на основі змін, спричинених механічними навантаженнями, зносом та умовами навколишнього середовища. Цей процес включає підготовку зразків відповідно до стандартів, спеціальну обробку, а потім піддавання зразків навантаженням для оцінки їхньої реакції на ці навантаження. Ключовими елементами руйнівного контролю є підготовка зразків, попереднє навантаження та аналіз результатів. Підготовка зразків включає процес підготовки та обробки матеріалів відповідно до стандартів, що визначають необхідні параметри та розміри зразків. Попереднє навантаження передбачає навмисне навантаження зразків у контрольованих умовах для дослідження їхньої реакції на різні сили, напруження або температури. Аналіз результатів включає детальний аналіз зразків після навантаження та інтерпретацію результатів з точки зору параметрів міцності та інших властивостей.

3.2. Формування вибірок для дослідів

Лабораторні випробування будуть проводитися за допомогою електричної випробувальної машини, спеціально адаптованої для проведення різноманітних випробувань на міцність матеріалів, таких як метали, неметали та композитні матеріали.

Механічний пристрій складається з ключових компонентів, які дозволяють проводити точні випробування та вимірювання механічних властивостей випробуваних зразків. Компоненти машини детально описані нижче.

Привід відповідає за створення сили, необхідної для проведення випробування на міцність на заданому зразку. Це ключовий елемент, що дозволяє контрольоване застосування навантажень до зразків.

Тримачі випробувальних зразків використовуються для надійного кріплення зразків у машині, забезпечуючи точні та безпечні випробування.

Датчики сили встановлюються для точного вимірювання сили, що діє на зразок під час випробування. Точні вимірювання мають вирішальне значення для визначення міцності матеріалу.

Пристрій реєстрації та відображення сили відповідає за збір, запис та представлення даних про сили, що діють на зразки під час випробувань. Цей інструмент дозволяє проводити постійний аналіз результатів.

Корпус машини забезпечує зовнішній корпус пристрою, захищаючи його від потенційних небезпек та підтримуючи відповідні експериментальні умови.

Використовуючи таку машину, ми можемо визначити такі властивості з графіків [10]:

- межу пружності;
- видима межу текучості;
- межу текучості;
- граничну міцність на розтяг;
- ефективне напруження при руйнуванні;
- відносне видовження;

- рівномірне видовження;
- звуження Z ;
- поздовжній коефіцієнт пружності E (модуль Юнга).

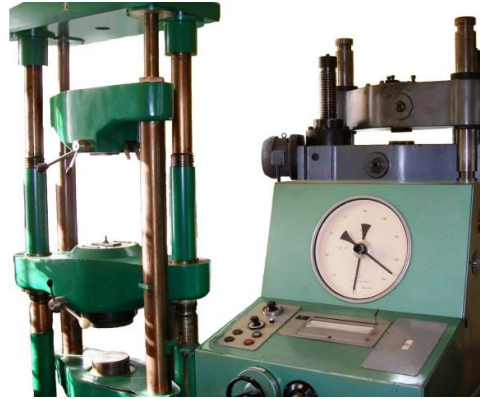


Рисунок 3.1 – Випробувальна машина

Випробування проводились з транспортними ременями, виготовлених з поліефірної стрічки, призначених для кріплення важких вантажів. Ремені, що тестуються, мали ширину 50 мм, а розмір гачка 70 x 80 мм. Випробувані вироби мають міцність 2500-5000 кН.

Під час випробування міцності транспортних ременів було проведено дев'ять випробувань, з яких два було проведено на нових ременях, виготовлених відповідно до суворого стандарту EN 12195, тоді як решта сім випробувань будуть проведені на вживаних ременях, що піддавалися впливу екстремальних погодних умов, таких як: дощ, мороз, високі температури та сніг. Вони зберігалися в коробках, виготовлених з поліетилену, сталевих елементів та поліпропіленових елементів. Коробка була прикріплена до напівпричепа. Вони зберігалися в коробках, виготовлених зі сталевих елементів та поліпропіленових елементів, які прикріплені до напівпричепа. Випробування проводитиметься на кріпильних ременях, виготовлених з поліефірної стрічки стандартної ширини 50 мм, з гачками розміром 70x80 мм. Випробувані кріпильні ремені мали міцність від 2500 до 5000 кН. Випробування включатимуть дев'ять випробувань, два з яких стосуватимуться нових кріпильних ременів, виготовлених відповідно до суворих стандартів ЄС, зокрема EN 12195. Решта сім випробувань будуть

проведені на вживаних кріпильних ременях, які використовувалися в суворих погодних умовах, таких як дощ, мороз, високі температури та сніг. Кріпильні ремені зберігалися в ящиках, виготовлених з поліетилену та сталевих елементів. Ящики були прикріплені до причепа. Під час впливу погодних умов кріпильні ремені зазнавали екстремальних умов, включаючи різні температури, опади та різні механічні навантаження. Розроблений експеримент, який включатиме нові та вживані конвеєрні стрічки, дозволить провести комплексну оцінку впливу погодних умов та експлуатації на довговічність та міцність цього ключового елемента транспортного процесу. Дев'ять проведених випробувань дозволили провести комплексний аналіз, а також порівняння результатів між новими та вживаними конвеєрними стрічками, надавши важливу інформацію про їх потенційну деградацію в екстремальних умовах експлуатації.

3.3. Планування експериментів

Перш ніж розпочати детальне планування експерименту, необхідно ретельно визначити мету випробування. У випадку міцності конвеєрних стрічок на розрив, основною метою є порівняння міцності нових стрічок з тими, що піддаються різним умовам експлуатації. Для отримання надійних та порівнянних результатів необхідно враховувати такі фактори, як вибір репрезентативного зразка, належна підготовка та калібрування випробувального пристрою.

Дотримання наведених нижче кроків планування експерименту забезпечить надійність та достовірність отриманих результатів, що дозволить більш повно зрозуміти міцність конвеєрних стрічок на розрив за різних умов експлуатації.

Вибір репрезентативного зразка конвеєрної стрічки для випробування з урахуванням відмінностей між новими та вживаними стрічками найперше визначався його підготовкою. Вона починалась з правильного розміщення вибраного зразка у випробувальній машині. Треба переконатись, що стрічка не перекручена або не пошкоджена перед початком випробування. Перевірити

попереднє натягування стрічки перед запуском машини для забезпечення узгодженості результатів. Наступним кроком є калібрування пристрою – забезпечення калібрування випробувального пристрою відповідно до стандартів. Наступний крок – налаштування випробувальної машини на відповідні експериментальні параметри. Важливим є умови випробування – проведення експерименту в контрольованому лабораторному середовищі та підтримка кімнатної температури для мінімізації впливу зовнішніх умов.

Потрібно дотримуватись фази дослідження – запуск випробувальної машини відповідно до попередньо налаштованих параметрів. Моніторинг процесу розриву стрічки за допомогою камери. Реєстрація сили розриву для кожного зразка.

Заключним етапом досліджень є аналіз отриманих результатів – результатів сили розриву для нових та вживаних стрічок. Порівняння отриманих результатів для визначення будь-яких відмінностей у довговічності між двома групами стрічок. Виявлення будь-яких закономірностей у процесі розриву та його динаміці.

Після аналізу здійснюють інтерпретація отриманих даних у контексті встановлених дослідницьких цілей та розроблення висновків щодо впливу операційних процесів на силу розриву конвеєрної стрічки.

І на завершенні формують висновки щодо довговічності та міцності конвеєрних стрічок за різних умов експлуатації.

Висновки за розділом

Наведена методика дослідження показників, які характеризують розрив для нових та вживаних стрічок, дозволяє визначити силу розриву та сформулювати висновки стосовно їх довговічності та міцності.

РОЗДІЛ 4. РЕЗУЛЬТАТИ ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНИХ ДОСЛІДЖЕНЬ

4.1. Загальна програма досліджень

Метою дослідження є збір та порівняння результатів та характеристик вживаних конвеєрних стрічок з новими. Під час випробування зразки оглядали на наявність пошкоджень або повного руйнування. Міцність конвеєрних стрічок контролювалася, щоб переконатися, що вони відповідають етикетці, прикріпленій до них. Нові конвеєрні стрічки ретельно контролюються під час виробництва, оскільки вони повинні відповідати суворим стандартам безпеки. Етикетка слугуватиме орієнтиром для результатів, отриманих під час випробувань вживаних конвеєрних стрічок, та для оцінки їхньої міцності та характеристик під час випробування. Конвеєрні стрічки, що піддавалися експлуатаційним процесам, також піддавалися впливу атмосферних факторів.



Рисунок 4.1 – Етикетка конвеєрної стрічки

4.2. Дослідження використовуваних конвеєрних стрічок на розрив

Значення розривного навантаження вживаних конвеєрних стрічок наведено в таблиці 1.

Таблиця 4.1 – Значення розривного навантаження вживаних конвеєрних стрічок

Стан стрічки	Повторення	Сила розриву стрічки, кН
Вживаний пас	1	1575
Вживаний пас	2	1495
Вживаний пас	3	2500
Вживаний пас	4	5000
Вживаний пас	5	4180
Вживаний пас	6	3220
Вживаний пас	7	4960

Нижче наведено діаграму, що показує міцність використаних кріпильних стрічок. Стандарти представлені результатами випробувань 3 та 4, які вказані на етикетці кожного ремня. Варто зазначити, що випробування 1 та випробування 2 є винятками, демонструючи значне зниження міцності порівняно з іншими зразками, що пояснює значний вплив погодних умов на кріпильні ремні. Результати решти випробувань все ще нижчі за 5000 кН, що свідчить про початок зниження міцності.

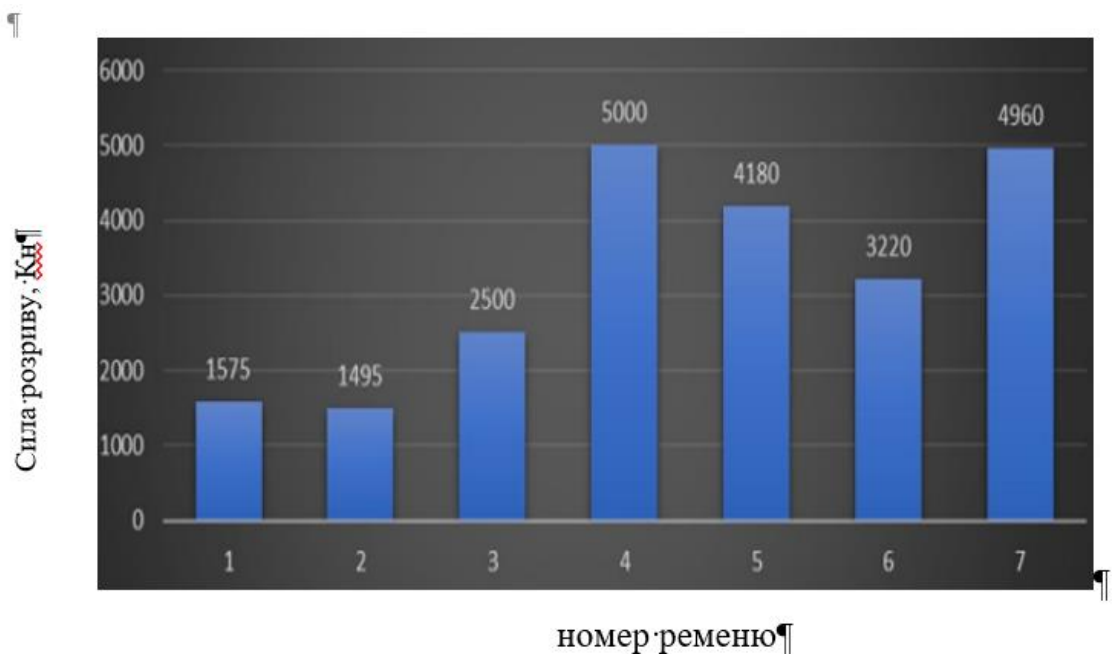


Рисунок 4.1 – Значення сили розриву вживаних кріпильних стрічок

Таблиця 4.2. Значення розривної сили нових конвеєрних стрічок

Стан стрічки	Повторення	Сила розриву стрічки, кН
Новий пас	1	6420
Новий пас	2	6280

Під час випробувань нових конвеєрних стрічок спостерігалася значно вища міцність порівняно зі значеннями, зазначеними на етикетках. Ця помітна різниця в міцності свідчить про те, що нові стрічки демонструють кращі властивості, ніж ті, що зазначені на етикетках. Це свідчить про забезпечення заходів безпеки.

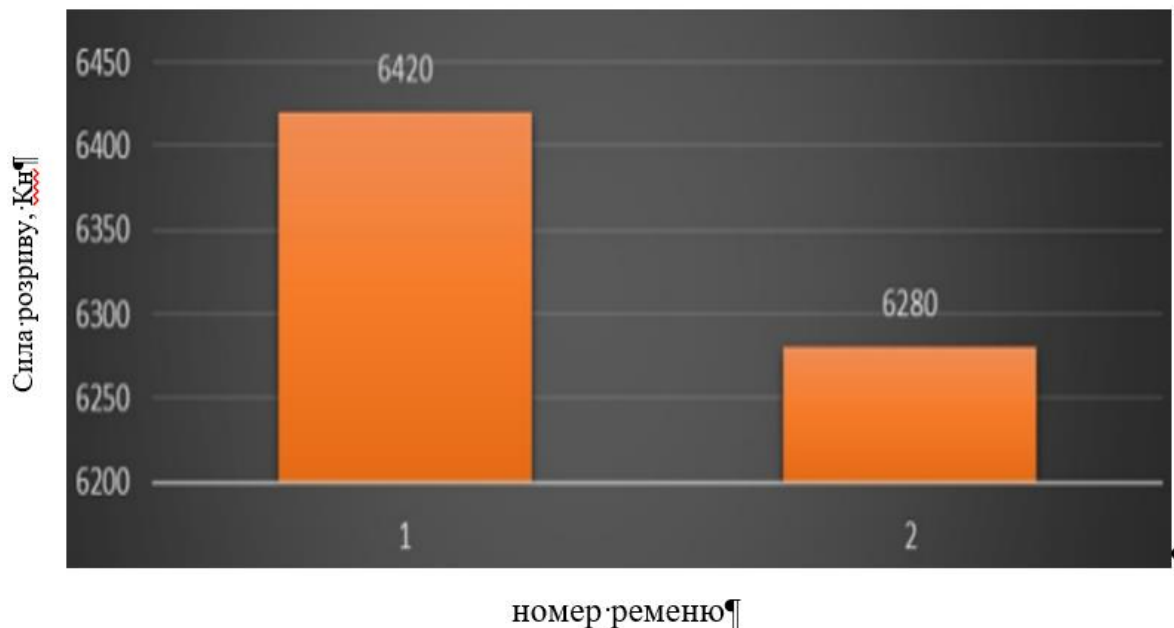


Рисунок 4.2 – Значення сили розриву нових кріпильних стрічок

4.2. Порівняльна характеристики вживаних та нових конвеєрних стрічок на міцність

Порівняльна оцінка значення сили розриву нових та вживаних кріпильних стрічок наведено в таблиці 4.3.

Таблиця 4.3. Значення розривної сили нових і вживаних конвеєрних стрічок

Стан стрічки	Повторення	Сила розриву стрічки, кН
Вживаний пас	1	1575
Вживаний пас	2	1495
Вживаний пас	3	2500
Вживаний пас	4	5000
Вживаний пас	5	4180
Вживаний пас	6	3220
Вживаний пас	7	4960
Новий пас	1	6420
Новий пас	2	6280

У таблиці 4.3 наведено результати для порівняння вживаних та нових конвеєрних стрічок. Ми бачимо зниження міцності вживаних конвеєрних стрічок порівняно з новими, що чітко демонструють результати випробувань. Порівняння представлено нижче у вигляді діаграми. Нові стрічки позначені на діаграмі червоним кольором.

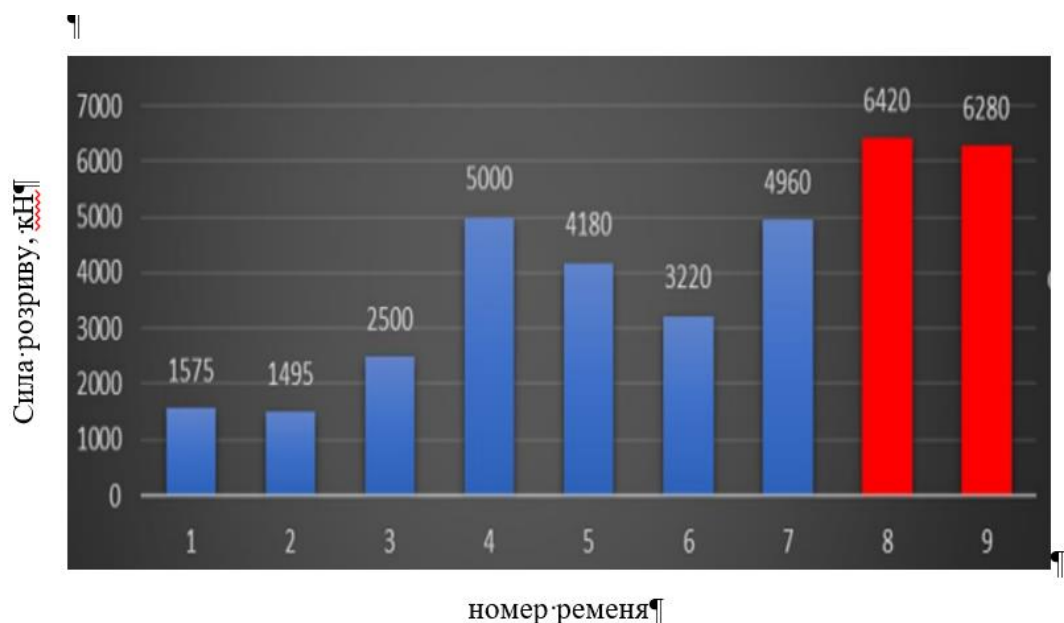


Рисунок 4.3 – Значення сили розриву вживаних та нових кріпильних

стрічок



Рисунок 4.4 – Надірвана кріпильна стрічка

На наступних рисунках 4.4 і 4.5 показано пошкодження, що виникли під час випробувань конвеєрних стрічок на міцність.

На рисунку 4.4 показано розрив конвеєрної стрічки, тобто порушення структури матеріалу, яке видно як вертикальну тріщину. Це спричинено надмірним навантаженням або напруженнями.



Рисунок 4.5 – Розірвана кріпильна стрічка

На рис. 4.5. показано розірвану кріпильну стрічку. Це серйозне пошкодження, що призводить до втрати структурної цілісності стрічки, зазвичай спричинене раптовим перевантаженням або надмірним навантаженням.

Висновки за розділом

Аналізуючи результати, отримані під час випробувань як використаних, так і нових кріпильних ременів, можна спостерігати зниження міцності кріпильних ременів, особливо у зразках 1 та 2. Це пов'язано з тим, що кріпильні ремені використовувалися в погодних умовах дощу, снігу, морозу та в спекотні дні з високими температурами. Це сприяло зниженню міцності кріпильних ременів.

Відмінності виявлені в міцності у нових кріпильних ременях. Вони мають вищу міцність, ніж зазначено на етикетці. Це запобіжний захід, який гарантує безпечні умови під час транспортування вантажів.

РОЗДІЛ 5. ОХОРОНА ПРАЦІ ТА ЗАХИСТ В НАДЗВИЧАЙНИХ СИТУАЦІЯХ

5.1. Охорона праці на автомобільному транспорті

Нормальна тривалість робочого часу водіїв не може перевищувати 40 годин на тиждень. Для водіїв, які працюють за календарем п'ятиденного робочого тижня з двома вихідними днями, нормальна тривалість щоденної роботи (зміни) не може перевищувати 8 годин, а для працюючих за календарем шестиденного робочого тижня з одним вихідним вдень - 7 годин [1].

Перерва між двома частинами робочого дня встановлюється не пізніше як через 4 години після початку роботи. Час керування автомобілем протягом періоду щоденної роботи (зміни) не може перевищувати 9 годин, а під час перевезення великовагових, довгомірних і великогабаритних вантажів не може перевищувати 8 годин.

При підсумованому обліку робочого часу час керування автомобілем в період щоденної роботи (зміни) може бути збільшена до 10 годин, але не більше двох разів на тиждень. При цьому сумарна тривалість управління автомобілем за два тижні поспіль не може перевищувати 90 годин.

При встановленій графіком змінності тривалості щоденної роботи (зміни) більше 8 годин водію можуть надаватися дві перерви для відпочинку та харчування загальною тривалістю не більше 2 годин і не менше 30 хвилин [1].

Тривалість щоденного (міжзмінного) відпочинку разом зі часом перерви для відпочинку і харчування повинна бути не менше подвійної тривалості часу роботи в попередній відпочинку робочий день (зміну).

При підсумованому обліку робочого часу тривалість щоденного (міжзмінного) відпочинку повинна бути не менше 12 годин.

Щотижневий безперервний відпочинок повинен безпосередньо передувати або безпосередньо слідувати за щоденним (міжзмінного) відпочинку, і його тривалість повинна становити не менше 42 годин.

Номенклатура, кількість і періодичність видачі засобів індивідуального

захисту працюючим визначаються на підставі Технічного регламенту Митного союзу «Про безпеку засобів індивідуального захисту», наказів Міністерства охорони здоров'я і соціального розвитку України по галузям економіки, наприклад, наказу Міністерства охорони здоров'я та соціального розвитку України «Про затвердження Типових норм безплатної видачі сертифікованого спеціального одягу, спеціального взуття та інших засобів індивідуального захисту працівникам наскрізних професій і посад усіх галузей економіки, зайнятим на роботах зі шкідливими і (або) небезпечними умовами праці, а також на роботах, виконуваних в особливих температурних умовах або пов'язаних із забрудненням».

Порядок забезпечення і експлуатації засобів індивідуального захисту визначається Міжгалузевими правилами забезпечення працівників спеціальним одягом, спеціальним взуттям та іншими засобами індивідуального захисту, затвердженими наказом Міністерства охорони здоров'я України.

Виробничий контроль за дотриманням санітарних правил і виконанням санітарно-протиепідемічних (профілактичних) заходів регламентується і проводиться юридичними особами та індивідуальними підприємцями відповідно до здійснюваної ними діяльності.

Роботодавець повинен повідомити про кожний нещасний випадок в організації у державну інспекцію праці, прокуратуру, до органу місцевого самоврядування, територіальний орган нагляду і контролю у встановленій сфері діяльності, виконавчий орган страховика. При груповому нещасному випадку, важкому нещасному випадку або нещасному випадку із смертельним результатом роботодавець протягом доби також зобов'язаний направити повідомлення до відповідного територіального об'єднання організацій профспілок.

5.2. Правила перевезень, техніка безпеки при навантажувально-розвантажувальних роботах і перевезеннях

Вся робота водіїв визначається і організовується підприємством. Основна його задача – забезпечити безпеку руху і створити нормальні умови для роботи водіїв.

Для виконання цієї задачі експлуатаційна служба організовує роботу рухомого складу з врахуванням конкретних умов експлуатації. Для цього – попередньо обстежують ся дорожні умови роботи водіїв, місця завантаження – розвантаження. У відповідності з цим вживають заходи для зменшення недоліків, які небезпечні для безпеки руху, для забезпечення якості перевірки технічного стану автомобіля, при складанні графіку випуску автомобіля на лінію.

Мета автомобільного транспорту – забезпечувати безпечне перевезення вантажу в найкоротший строк. Але чим більша швидкість автомобіля, тим більша випадковість і важкіші наслідки дорожньо – транспортних пригод (ДТП).

Причини ДТП виникають через незнання правил дорожнього руху, в результаті недотримання їх вимог, а також недостатньої кваліфікації водія, погодних умов.

Видимість на дорозі є найважливішим показником. Для безпеки руху на дорозі водій повинен бачити перед собою ділянку певної довжини, для того щоб помітивши перешкоду, вжити заходів для своєчасного гальмування. Необхідну величину видимості встановлюють з умов повної зупинки автомобіля, що рухається з даною швидкістю перед перешкодою.

Щоб забезпечити безпеку руху і постійні високі швидкості на всьому маршруті, мінімальні віддалі видимості в плані і профілі повинні бути не менші за вказані в правилах дорожнього руху.

Забезпечення безпеки дорожнього руху – це комплексна задача. Заходи зі забезпечення безпеки руху призначаються, виходячи з аналізу ДТП.

Причинами, які сприяють виникненню ДТП є: стан доріг; технічний стан

транспорту; стан навколишнього середовища; дія інших учасників руху.

З метою скорочення кількості ДТП і забезпечення безпеки руху здійснюють контроль за підготовкою водіїв до виконання роботи на лінії, підвищення кваліфікації водіїв, контроль за проведенням інструктажів, аналіз порушень Правил дорожнього руху, допущених водіями автотранспортного підприємства, прийняття заходів впливу на водіїв здійснюється відділом безпеки руху.

Для здійснення контролю за станом здоров'я водіїв поводиться медичне засвідчення перед виїздом на лінію.

Перевірка технічного стану автомобілів перед виїздом на лінію виконується техніком контрольно-пропускного пункту.

Технічний огляд виконують робітники державної автомобільної інспекції.

Для забезпечення безперебійної безпеки роботи і задовільного технічного стану автомобілів, виконується щоденне обслуговування, технічне обслуговування №1 та технічне обслуговування №2.

Безпека руху може бути забезпечена: високою кваліфікацією, дисциплінованістю водійського складу; високим якісним рівнем технічного стану і комплектності транспортних засобів; необхідним станом вулично-дорожньої мережі і організації руху; кваліфікованим керівництвом і контролем за перевезенням і використанням рухомого складу.

При направленні водіїв на інші маршрути служба експлуатації повинна ознайомити їх з особливостями нового маршруту. На маршрутах зі складними дорожніми умовами необхідно використовувати лише відповідальних, дисциплінованих водіїв.

Забезпечення безпеки руху вимагає від служби безпеки руху автотранспортного підприємства:

- розробки проектів планів профілактичної роботи з водіями;
- систематичного контролю за виконанням нормативних документів, інструкцій, наказів зі забезпечення безпеки руху;

- перевірки виконання всіма службами автотранспортного підприємства необхідних міроприємств зі забезпеченню безпеки руху;

- організації роботи кабінету безпеки руху і проведення агітаційно – масової роботи з безпеки руху.

При перевезенні мінеральної води “Регіна” на оптові бази велику роль відіграє тип рухомого складу, оскільки при організації перевезень необхідно в першу чергу подумати про спосіб зниження простоїв під навантажувально-розвантажувальними роботами.

Крім того мінеральну воду завжди необхідно перевозити рухомим складом у якого передбачено захист від прямих сонячних променів, тобто автомобіль-фургон або тентований бортовий автомобіль.

Також необхідно врахувати внутрішні розміри кузова автомобіля, оскільки не кожен тобто автомобіль-фургон або тентований бортовий автомобіль має такі розміри, що забезпечать максимальне використання вантажопідємності.

Формування мінеральної води “Регіна” в пакети на піддонах здійснюється за допомогою поліетиленової плівки, при цьому отримуємо загальні розміри піддону 0,95×1,05×1,3 м. вага одного пакету складає 600 кілограм з вагою дощаного піддону і близько 580 кілограм чистої ваги.

Використання даного способу пакетування дозволить значно знизити тривалість навантажувально-розвантажувальних робіт.

5.3. Побудова моделей формування та виникнення травмонебезпечних та аварійних ситуацій під час перевезення вантажів

Процес перевезення вантажів може супроводжуватись наступними травмонебезпечними чинниками, а саме:

- під час перевезення:
 - технічна несправність спеціалізованого автомобіля для транспортування зерна (гальмівна система, рульове керування, зчеплення і т.д.);
 - недотримання правил дорожнього руху.

- під час проведення завантаження зерна у спеціалізовані автомобілі на та розвантаження їх на зерноприймальних пунктах:
 - несправність устаткування та обладнання, яке використовується для завантаження-розвантаження;
 - недотримання інструкцій з виконання робіт на естакадах і правил техніки безпеки під час проведення навантажувально-розвантажувальних робіт.
- ремонт вузлів і агрегатів під час поломок на маршруті:
 - недоліки конструкції, несправність інструменту і устаткування (знімачі, надставки);
 - недотримання послідовності виконання робіт;
 - недотримання інструкцій і правил на виконання певних операцій, недотримання правил з охорони праці.

Моделі формування та виникнення травмонебезпечних і аварійних ситуацій під час транспортування та навантаження зерна представлено у таблиці 5.1.

Таблиця 5.1 – Моделі формування та виникнення травмонебезпечних і аварійних ситуацій під час транспортування

Вид робіт, виробничий підрозділ, робоче місце та обладнання	Виробнича безпека			Можливі наслідки	Заходи запобігання небезпечним ситуаціям
	Небезпечна умова (НУ)	Небезпечна дія (НД)	Небезпечна ситуація (НС)		
1. Рух автомобіля на маршруті	Автомобіль експлуатується без гальм НУ	Перевищення швидкості руху автомобіля НД ₁ Різкий поворот НД ₂	Перекидання автомобіля НС ₁ Падіння водія НС ₂	Аварія Травма	Організувати постійний контроль за транспортом перед виїздом у рейс. Не допустити до роботи автомобілі з несправними гальмами

$ \begin{array}{c} \text{НД}_1 \\ \downarrow \\ \text{Модель процесу: } \text{НУ} \rightarrow \text{НС} \rightarrow \text{А} \rightarrow \text{Т} \\ \uparrow \\ \text{НД}_2 \end{array} $					
	На автомобілі встановлені шини із спрацьованим протектор НУ_1 На узбіччі дороги наявний кувейт НУ_2 Слизька дорога НУ_3	Водій не знизив швидкості на повороті НД_1 і різко повернув НД_2	Занос автомобіля у кувейт НС_1 . Сповзання його у кувейт НС_2 Перекидання автомобіля НС_3	Аварія Травма водія	Не допустити до роботи автомобілі із спрацьованими шинами. Ями біля поворотів доріг мають бути засипаними, а дорога повинна мати бордюри
$ \begin{array}{c} \text{НУ}_2 \\ \downarrow \\ \text{Модель процесу: } \frac{\text{НУ}_1}{\text{НД}_1} \rightarrow \text{НС}_1 \rightarrow \text{НС}_2 \rightarrow \text{НС}_3 \rightarrow \text{А} \rightarrow \text{Т} \\ \uparrow \qquad \qquad \uparrow \\ \text{НУ}_3 \quad \text{НД}_2 \end{array} $					
	В автомобіля не працюють показники поворотів ДУ_1 В автомобіля відсутні дзеркала заднього виду НУ_2 На дорозі ями НУ_3	Об'їжджаючи ями водій повернув на зустрічну смугу руху НД_1 Автомобіль, який рухався позаду розпочав поворот НД_2	Зіткнення двох автомобілів НС	Аварія Травма водія	Не допустити до роботи автомобілі із несправними показниками поворотів та відсутністю дзеркал
$ \begin{array}{c} \text{НУ}_3 \\ \downarrow \\ \text{Модель процесу: } \text{НД} \\ \downarrow \\ \frac{\text{НУ}_1}{\text{НУ}_2} \rightarrow \text{НС} \rightarrow \text{А} \rightarrow \text{Т} \end{array} $					

2. Транспортування блочного вантажу	Відсутня фіксація борту HU_1 Відсутня фіксація вантажу в кузові HU_2	Робітник спробував відкривати борт HD	Падіння вантажу на водія HC_1 . Самовільне відкривання борту HC_2	Травма	Організувати ремонт фіксатора борту. Зафіксувати вантаж кріпильною стрічкою.
Модель процесу: $\frac{HU_1}{HU_2} \rightarrow HD \rightarrow HC_1 \rightarrow HC_2 \rightarrow T$					

5.4. Безпека в надзвичайних ситуаціях

На території закладу можливе виникнення небезпечних природних явищ і процесів геологічного, гідрогеологічного та метеорологічного походження. До них належать зливи, град, сильні вітри, снігопади та ожеледі, урагани тощо.

Стихійні лиха виникають раптово і носять надзвичайний характер. Вони можуть руйнувати будівлі, споруди, знищують цінності, порушують процес виробництва і шкодять людям. Стихійні явища, як правило, виникають у комплексі, що значно посилює їх негативний вплив. Небезпечні природні явища, в основному, визначаються проявом трьох груп факторів - ендегенних, екзогенних та гідрометеорологічних процесів.

До техногенних надзвичайних ситуацій на території закладу, і які можуть відбуватись у регіоні належать: транспортні аварії, аварії під час обслуговування техніки, обладнання, несправності у електричних підстанція, пожежі тощо.

Для реагування на надзвичайні ситуації природного, техногенного та соціально-політичного характеру у державі функціонує Державна служба України з надзвичайних ситуацій.

Основними завданнями служби є: реалізація державної політики з цивільного захисту населення і територій від надзвичайних ситуацій,

запобігання їх виникненню, ліквідації наслідків надзвичайних ситуацій, рятувальної справи, тощо.

Державна служба України з надзвичайних ситуацій виконує низку завдань щодо керівництва діяльністю єдиної державної системи цивільного захисту; формує проекти планів у сфері цивільного захисту і подає їх Міністрові внутрішніх справ для розгляду Кабінетом Міністрів України, організовує планування заходів цивільного захисту центральними та місцевими органами виконавчої влади; завчасно готує органи управління функціональних і територіальних підсистем єдиної державної системи цивільного захисту та їх ланок до кваліфікованих дій у разі виникання надзвичайних ситуацій; також служба забезпечує разом з відповідними органами та підрозділами цивільного захисту, місцевими держадміністраціями контроль за готовністю зазначених споруд до використання за призначенням; здійснює заходи щодо впровадження інженерно-технічних заходів цивільного захисту, радіаційного і хімічного захисту, координує та контролює заходи захисту населення і територій у разі виникнення радіаційних аварій та надзвичайних ситуацій, пов'язаних із виливом (викидом) небезпечних хімічних речовин та ін.

Висновки за розділом

1. У розділі представлені норми, необхідні для дотримання при перевезенні вантажів.
2. Наведені дані формують уявлення про основні джерела небезпечних і шкідливих факторів виробничого середовища, характер їх впливу на людини і гранично-допустимі рівні цього впливу. Описані методи та засоби захисту людини забезпечують створення комфортних умов в робочій зоні, унеможливають причини і виникнення травмування на виробництві.
3. Розглянуто нормативні і регламентуючі документи якими в даний час забезпечується правовий, соціально-економічний, організаційно-технічний, санітарно-гігієнічний та лікувально-профілактичний захист працівників. Особливу увагу приділено питанням охорони праці для специфічних умов функціонування об'єктів автомобільного транспорту, а саме під час перевезення вантажів.

РОЗДІЛ 6. ЕКОНОМІЧНА ЧАСТИНА

Економічну результативність упровадження у виробництво кріпильних пристроїв для заміни охолоджувальної рідини можна оцінити, враховуючи витрати на його проєктування й виготовлення, тарифну ставку слюсаря-монтажника, а також підвищення продуктивності виконання технологічних операцій. Основою розрахунку є методика визначення економічної ефективності витрат на науково-дослідні та дослідно-конструкторські роботи. Розрахунковий економічний ефект від упровадження нового пристрою визначається за такою формулою:

$$E_p = B_p - Z_p, \text{ грн.} \quad (6.1)$$

де B_p – вартісне вираження результатів, отриманих протягом розрахункового періоду, грн;

Z_p – грошова оцінка витрат, пов'язаних із використанням кріпильних пристроїв за цей період, грн.

Під час обчислення враховують строк служби пристрою t , а грошову оцінку результатів, отриманих за весь період експлуатації, визначають за формулою:

$$B = \sum_{t=tn}^{t=tk} B_t \times \alpha_t, \text{ грн.} \quad (6.2)$$

де B_t – грошова оцінка результатів у t -му році розрахункового періоду, грн; tn – початковий рік періоду розрахунку;

t_k – останній рік розрахункового періоду;

α_t – коефіцієнт приведення показників до базового розрахункового року.

Вартісну оцінку результатів у t -му році визначають за формулою:

$$B_t = C_t \times A_t \times P_t, \text{ грн.} \quad (6.3)$$

де C_t – сума зекономлених коштів за рахунок використовуваних кріпильних пристроїв;

A_t – кількість одиниць обладнання, що використовується у відповідному році;

P_t – загальна кількість перевезень, виконаних із застосуванням модернізованих пристроїв.

Коефіцієнт приведення показників до розрахункового року визначається за формулою:

$$\alpha_t = (1 + E_n)^{t_0 - t} \quad (6.4)$$

E_n – це норматив, що використовується для приведення витрат і результатів, здійснених у різні роки, до єдиного розрахункового періоду. За своїм значенням він відповідає нормативу ефективності капітальних вкладень і дорівнює $E_n = 0,1$;

t_p – розрахунковий рік.

t – рік, витрати якого необхідно привести до розрахункового.

Отримані результати розрахунків вносимо до таблиці.

Розрахункові показники, потрібні для визначення економічного ефекту від упровадження модернізованого обладнання, визначаємо за такою методикою:

Економія коштів на здійсненні заміни кріпильних пристроїв обчислюється за формулою:

$$\Pi = (C_n + C_p) \times (t_1 - t_2) + e_n, \text{ грн.} \quad (6.5)$$

C_n – це показник втрат, що виникають через одну годину простою машини.

C_p – середня погодинна тарифна оплата праці робітників; у розрахунках приймається значення $C_p = 52,7$ грн/год.

t_1 – середня трудомісткість операцій внутрішнього транспортування під час ремонту одного двигуна за чинною технологією, $t_1 = 3$ люд.-год.

t_2 – трудомісткість таких самих операцій при використанні вдосконаленого пристрою, $t_2 = 2$ люд.-год.

$$\Pi = (7,8 + 52,7) \times (3 - 2) = 60,5 \text{ грн.}$$

Кількість операцій розраховуємо за такою формулою:

$$\Pi_t = W_t \times W_o \times \mu_t, \text{ шт.} \quad (6.6)$$

W_t – річний обсяг програми перевезень, що становить $W_t = 300$.

W_o – кількість разів, коли пристрій застосовується під час одного перевезення; $W_o = 1$.

μ_t – коефіцієнт щорічного приросту обсягу програми, $\mu_t = 1,05$.

$$П_{2025} = 300 \times 3 \times 1 = 900 \text{ шт.};$$

$$П_{2024} = 300 \times 3 \times 1,05 = 945 \text{ шт.};$$

Подібним способом виконуємо обчислення для всіх наступних років, після чого заносимо отримані дані до таблиці. Економію витрат на одне перевезення у майбутні роки визначаємо за такою формулою:

$$Ц_t = \alpha_t \times Ц; \text{ грн.} \quad (6.7)$$

$$Ц_{2024} = 0,9091 \times 65,5 = 59,55 \text{ грн.}$$

Аналогічним чином виконуємо інші розрахунки, а отримані результати зводимо до таблиці. Вартісну оцінку витрат визначаємо за такою формулою:

$$З_p = \sum_{e=1}^{e=g} З_e * \alpha_e, \text{ грн.} \quad (6.8)$$

За аналогією виконуємо решту розрахунків, а отримані показники систематизуємо в таблиці. Вартісну оцінку витрат визначаємо відповідно до формули

$$З_{2024} = C1 + C2 + C3 + C4 + C5 + C6, \text{ грн.} \quad (6.9)$$

Ось варіант перефразування в офіційно-науковому стилі:

де C_1 – витрати на розроблення конструкторської та технічної документації ($C_1 = 120$ грн);

C_2 – вартість матеріалів для трьох комплектів ($C_2 = 236$ грн);

C_3 – вартість комплектуючих виробів ($C_3 = 180$ грн);

C_4 – витрати на виготовлення деталей ($C_4 = 337$ грн);

C_5 – витрати на виконання складальних, монтажних, налагоджувальних та випробувальних робіт ($C_5 = 96$ грн);

C_6 – витрати, пов'язані з організацією та підготовкою виробництва за новою технологією ($C_6 = 20$ грн).

Значення показників C_1 – C_6 визначено на основі експертних оцінок фахівців з автоперевезень.

$$З_{2024} = 120 + 236 + 180 + 337 + 96 + 20 = 989 \text{ грн.}$$

У наступні роки вартісну оцінку витрат встановлюємо за формулою.

$$З_t = C_e \times \alpha_t, \text{ грн.} \quad (6.10)$$

де C_e – витрати на утримання та експлуатацію пристрою в робочому стані, визначені розрахунковим шляхом, грн;

$$C_e = \eta \times Z_{тр}, \text{ грн.} \quad (6.11)$$

де η — коефіцієнт, який відображає частку початкової вартості обладнання, необхідну для підтримання його в робочому стані, $\eta=0,1$.

$$C_e = 0,1 \times 989 = 98,9 \text{ грн.}$$

$$Z_{2025} = 98,9 \times 0,9091 = 89,9 \text{ грн}$$

Таким самим способом здійснюємо розрахунки для інших років і заносимо одержані дані до таблиці. Застосувавши формулу (6.3), визначаємо грошову оцінку результатів:

$$B_{2024} = 10,5 \times 900 = 9450 \text{ грн.};$$

$$B_{2025} = 9,55 \times 945 = 9024,8 \text{ грн.}$$

Аналогічно здійснюємо розрахунки для решти років і заносимо отримані дані до таблиці. Підставивши результати розрахунків у формулу (6.1), одержуємо значення економічного ефекту.

$$E = 9450 - 98,9 = 9351 \text{ грн.}$$

Період окупності застосування кріпильних елементів розраховуємо відповідно до формули:

$$T_{ок.} = \frac{\sum Z_t}{\sum E_t} * t_{вик.} \quad (6.12)$$

де $t_{вик}$ – термін використання обладнання; у розрахунках прийнято $t_{вик}=8$ років;

$$T_{ок.} = 401\,8\,6129 \times = 0,6 \text{ року}$$

Таким чином термін окупності обладнання становитиме 6 місяців.

Таблиця 6.1 – Визначення економічного ефекту від використання кріпильного обладнання

Показники	РОКИ								Разом
	2024	2025	2026	2027	2028	2029	2030	2031	
P_t – річна програма виконуваних операцій	900	945	973	1002	1032	1062	1094	1127	8135
C_i – економія коштів на одній операції	10,5	9,55	8,68	7,89	7,17	6,52	5,93	5,39	
α_t – коефіцієнт приведення до розрахункового року	1	0,9091	0,8264	0,7513	0,6830	0,6209	0,5645	0,5131	
B_t – вартісна оцінка даних, тис.грн	9,45	9,024	8,45	7,9	7,4	6,92	6,49	6,07	61,7
Z_t – вартісна оцінка затрат, тис.грн	98,9	89,9	74,3	55,8	38,1	23,7	13,4	6,9	401
E_t – економічна ефективність, тис. грн	9,35	8,93	8,38	7,84	7,36	6,89	6,48	6,06	61,29

Техніко – економічна оцінка ефективності вдосконаленого обладнання дасть можливість оцінити сукупність затрат на його вдосконалення. Строк окупності становить 6 місяців.

ВИСНОВКИ І ПРОПОЗИЦІЇ

Кріпильні ремені є одним з найважливіших елементів при кріпленні вантажу, оскільки він забезпечує доставку вантажу без пошкоджень, а також гарантує безпечне транспортування вантажу для особи, яка перевозить вантаж, та інших учасників дорожнього руху.

Заявленою метою дослідження було розуміння, аналіз та представлення принципів вибору та закріплення вантажів на транспортних засобах під час транспортного процесу. Мета дослідження, яка полягала у перевірці міцності та експлуатаційних характеристик використаних кріпильних стрічок, також була досягнута.

Методикою досліджень було передбачено проведення випробувань на міцність за різних погодних умов та сценаріях.

Аналізуючи результати, отримані під час випробувань як використаних, так і нових кріпильних ременів, можна спостерігати зниження міцності кріпильних ременів, особливо у зразках 1 та 2. Це пов'язано з тим, що кріпильні ремені використовувалися в погодних умовах дощу, снігу, морозу та в спекотні дні з високими температурами. Це сприяло зниженню міцності кріпильних ременів.

Відмінності виявлені в міцності у нових кріпильних ременях. Вони мають вищу міцність, ніж зазначено на етикетці. Це запобіжний захід, який гарантує безпечні умови під час транспортування вантажів.

Кріпильні ремені зазнали двох типів пошкоджень: розриву та розриву. Розрив призводить до повної втрати функціональності ременя, коли він розривається навпіл. З іншого боку, розрив – це дефект, при якому в ремені з'являються тріщини або зазори, що значно знижує його експлуатаційні характеристики. В обох випадках ремені не можна ремонтувати або використовувати.

Під час дослідження було встановлено, що найпоширенішою причиною є розрив транспортного ременя, що може бути спричинено еластичністю матеріалу, з якого виготовлені ремені. У свою чергу, розрив ременя може бути

результатом недостатньої еластичності матеріалу, що призводить до втрати структурної цілісності ременя. Ця відсутність еластичності була спричинена різними погодними умовами, в яких використовувався ремінь.

Обидва типи пошкоджень впливають на безпеку вантажу, що перевозиться, та учасників дорожнього руху і потребують уваги, щоб мінімізувати ризик пошкодження під час транспортування.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Аулін В.В., Голуб Д.В., Біліченко В.В., Замуренко А.С. Формування показників оцінки ефективності транспортного процесу перевезень. Вісник машинобудування та транспорту. №1(11), 2020. С. 4-10.
2. Босняк М.Г. «Вантажні автомобільні перевезення». Навчальний посібник, - К.: Видавничий Дім «Слово», 2010.- 408 с.
3. Бабій М.В., Фарина Є.І., Бабій Д.Т. Ефективність технологічних процесів навантажувально-розвантажувальних робіт з різними видами вантажів. Матеріали XIII Міжнародної науково-практичної конференції молодих учених та студентів „Актуальні задачі сучасних технологій“. Тернопіль : ТНТУ, 2024. С. 224.
4. Бабій, М. В., & Чорній, Б. П.. Вплив підготовчих операцій на ефективність транспортування вантажів. Збірник тез доповідей Міжнародної науково-технічної конференції присвяченої пам'яті професора Гевка Богдана Матвійовича „Проблеми теорії проектування та виготовлення транспортнотехнологічних машин». 2021. С. 91-91.
5. Бабій А., Бабій М. Дослідження міцності елементів конструкції функціонально-транспортуючих мобільних засобів. Науковий журнал «Інженерія природокористування», 2019. №3 (13) С. 87–91.
6. Башинський, А. Л. Альтернативний підхід до оцінки поперечної стійкості автомобіля. А. Л. Башинський, С. А. Осташевський. Вісник Харківського національного автомобільно-дорожнього університету. 2015. Вып. 71. С. 151–155.
7. Бондарев В. С., Дубинець О. І., Колісник М. П. та ін. Підйомно-транспортні машини: Розрахунки підймальних і транспортувальних машин: Підручник. К.: Вища шк., 2009. 734 с.
8. Босняк М.Г. Вантажні автомобільні перевезення: навчальний посібник для студентів спеціальності. Київ: Видавничий Дім "Слово", 2010. 408 с.
9. Вікович І.А. Теорія руху транспортних засобів: підруч. Львів: Видавництво Львівської політехніки, 2013. 672 с.

10. Вільковський Є. К., Кельман І.І., Бакуліч О.О. Вантажознавство. 2-е вид., перероб. і допов. Львів: Інтелект-Захід, 2007. 495 с.
11. Дубицький О.С., Дембіцький В.М., Павлова І.О., Мазилук П.В. Підвищення ефективності діяльності транспортно-експедиційної компанії. Вісник машинобудування та транспорту. №1(11). 2020. С. 62-70.
12. Кунда Н. Т., Олещук Н. В. Оптимізація схеми доставки дрібнопартійних вантажів автомобільним транспортом. Вісник НТУ. 2018. № 1. С. 178-187.
13. Кашканов А. А., Ребедайло В. М. Економіка підприємств автомобільного транспорту: Навч. посібник для студ. спец. "Автомобілі та автомобільне господарство". ВДТУ. Вінниця : ВДТУ, 2002. 115 с.
14. Методичні рекомендації з питань безпеки автомобільних перевезень від 19.09.2003. К.: Державний Департамент автомобільного транспорту, 2003. №11. 23 с.
15. Основенко М. Ю., Сахно В. П. Автомобілі: Навч. посібник. Київ: НМК ВО, 1992. 344 с.
16. Правила перевезення вантажів автомобільним транспортом в Україні. К.: Державтотранснєдіпроект, 1998. 129 с.
17. Шевчук Р.С. Трактори і автомобілі: основи теорії (питання, завдання та відповіді): навч. посібник. Львів: ЛНАУ, 2016. 236 с. Депоновано у Державній науково-технічній бібліотеці України 16.12.2016. №18- 68 РІД/Ук2016 9 (з оприлюдненням). Укр. [Електронний ресурс; Режим доступу <http://gnth.gov.ua>].
29. Щелкунов В. І. Кулаєв Ю. Ф., Зайончик Л. Г., Загоруйко В. М. Основи економіки транспорту : підручник та ін. Київ: Кондор, 2011. 392 с
18. <https://saveprosolutions.com/blog/kriplennia-vantazu-iak-i-cim-fiksuiut-vantaz-pid-cas-perevezennia>. Дата звернення 10.10.2025.
19. [https://takelag-system.com.ua/posibnyk-iz-kriplennya-vantazhiv-na-transporti\(chast_2\)?srsltid=AfmBOoquJfMPqxcPUtda6bsy999zy53pyb3hGErAbh8sDI5jtUMhMhIo](https://takelag-system.com.ua/posibnyk-iz-kriplennya-vantazhiv-na-transporti(chast_2)?srsltid=AfmBOoquJfMPqxcPUtda6bsy999zy53pyb3hGErAbh8sDI5jtUMhMhIo). Дата звернення 10.10.2025.

20. <https://viskom.com.ua/kriplennia-vantazhiv-dlia-avtotransportu-na-shcho-zvernuty> Дата звернення 10.10.2025. Дата звернення 10.10.2025.

21. <https://www.al-ko-tech.com.ua/post/fastening-cargo-or-not-simple-simple-task> Дата звернення 10.10.2025.