

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
Західноукраїнський національний університет
Навчально-науковий інститут інноватики, природокористування та
інфраструктури
Кафедра транспорту і логістики

ФОСТ Володимир Вячеславович

**Удосконалення транспортного процесу
перевезень небезпечних вантажів шляхом
оптимізації способу перевезень / Improvement
of the transport process of transporting dangerous
goods by optimizing the method of transportation**

спеціальність: 275 - Транспортні технології (за видами)
освітньо-професійна програма - Транспортні технології (на автомобільному
транспорті)

Кваліфікаційна робота

Виконав студент групи ТТм-21
В. В. Фост

Науковий керівник:
к.е.н., О. В. Чорна

Кваліфікаційну роботу
допущено до захисту:

"__" _____ 20__ р.

Завідувач кафедри

ЗМІСТ

АНОТАЦІЯ.....	4
ANNOTATION.....	6
ВСТУП.....	8
РОЗДІЛ 1. ОСНОВНІ ХАРАКТЕРИСТИКИ ТА КЛАСИФІКАЦІЯ	
НЕБЕЗПЕЧНИХ ВАНТАЖІВ	13
1.1. Види небезпеки при перевезенні небезпечних вантажів	13
1.2. Класифікація небезпечних вантажів	15
1.3. Вимоги до підготовки транспортної документації.....	17
Висновок до розділу 1.....	19
РОЗДІЛ 2. ВИДИ ЦИСТЕРН І КОНТЕЙНЕРІВ ДЛЯ ПЕРЕВЕЗЕННЯ	
НЕБЕЗПЕЧНИХ ВАНТАЖІВ	20
2.1. Аналіз роботи підприємства ТОВ «ГРАНД ФЕМЕЛІ».....	20
2.2. Кодування та маркування упаковки для транспортування небезпечних вантажів	22
2.3. Вимоги до транспортних засобів для транспортування небезпечних вантажів.....	26
Висновок до розділу 2.....	32
РОЗДІЛ 3. РОЗРОБЛЕННЯ ІННОВАЦІЙНИХ МЕТОДІВ РОЗМІЩЕННЯ	
ТА ЗАКРІПЛЕННЯ ТАРИ З ОПТИМІЗАЦІЄЮ ГЕОМЕТРИЧНИХ	
ПАРАМЕТРІВ УКЛАДКИ	33
3.1. Загальні принципи завантаження вантажів у ящиковій та балонній тарах.....	33
3.2. Особливості розміщення та кріплення вантажів на автомобільному транспорті.....	37
3.3. Способи кріплення небезпечних вантажів: переваги і недоліки	45
3.4. Дослідження фрактальних властивостей воксельних моделей схем розташування ящикової тари з небезпечними вантажами на автомобільному транспорті	56
Висновок до розділу 3.....	63
ЗАГАЛЬНІ ВИСНОВКИ.....	65
ПЕРЕЛІК ДЖЕРЕЛ ПОСИЛАННЯ.....	67

АНОТАЦІЯ

Магістерська кваліфікаційна робота включає вступ, три розділи, висновки та список використаних джерел.

Мета роботи полягає у вдосконаленні транспортного процесу перевезення небезпечних вантажів шляхом оптимізації способу перевезення, що сприятиме підвищенню ефективності, безпеки та економічності транспортних операцій.

Об'єкт дослідження — транспортний процес перевезення небезпечних вантажів різними видами транспорту.

Предмет дослідження — методи та підходи до оптимізації способів перевезення небезпечних вантажів із врахуванням технічних, економічних та безпекових аспектів.

Завдання магістерської роботи включають:

- дослідження нормативно-правових документів та міжнародних стандартів, що регулюють транспортування небезпечних вантажів;
- оцінку актуальних проблем і ризиків, пов'язаних із перевезенням небезпечних вантажів;
- аналіз технічних, економічних і логістичних чинників, які впливають на ефективність перевезень;
- вивчення вимог безпеки та ризиків, пов'язаних із транспортуванням небезпечних вантажів;
- розробку практичних рекомендацій для вдосконалення процесу перевезення небезпечних вантажів;
- обґрунтування економічного та екологічного ефекту від впровадження запропонованих змін.

У роботі здійснено аналіз вимог до транспортних засобів, призначених для перевезення небезпечних вантажів (НВ), вивчено методи маркування й кодування тари для НВ під час автомобільних перевезень, а також принципи розміщення знаків безпеки на контейнерах, відкритих платформах та цистернах. Проведено огляд характеристик небезпечних вантажів, їх

класифікацію, а також досліджено загальні принципи завантаження вантажів у ящиків та балонній тарі. Особлива увага приділена специфічним аспектам розташування та закріплення вантажів при автомобільних перевезеннях.

Розроблено методику підвищення безпеки транспортування небезпечних вантажів шляхом оптимізації критеріїв безпеки через управління фрактальними характеристиками тривимірних моделей схем розташування та кріплення вантажів.

Ключові слова: перевезення вантажів, небезпечні вантажі, маркування тари, правове регулювання, знаки безпеки, розміщення вантажів, кріплення вантажів, методика, моделювання схем завантаження.

ANNOTATION

Master's thesis includes an introduction, three chapters, conclusions and a list of used sources.

The purpose of the work is to improve the transport process of transporting dangerous goods by optimizing the method of transportation, which will contribute to increasing the efficiency, safety and economy of transport operations.

The object of the study is the transport process of transporting dangerous goods by various modes of transport.

The subject of the study is methods and approaches to optimizing the methods of transportation of dangerous goods, taking into account technical, economic and safety aspects.

Tasks of the master's thesis include:

- research of regulatory documents and international standards regulating the transportation of dangerous goods;
- assessment of current problems and risks associated with the transportation of dangerous goods;
- analysis of technical, economic and logistical factors that affect the efficiency of transportation;
- study of safety requirements and risks associated with the transportation of dangerous goods;
- development of practical recommendations for improving the process of transportation of dangerous goods;
- justification of the economic and environmental effect of the implementation of the proposed changes.

The work analyzed the requirements for vehicles intended for the transportation of dangerous goods (HG), studied the methods of marking and coding containers for HG during road transportation, as well as the principles of placing danger signs on containers, open platforms and tanks. An overview of the characteristics of dangerous goods, their classification, as well as the general principles of loading goods in box and cylinder containers were studied. Special attention is paid to specific aspects of the

location and securing of cargo during road transport.

A method of increasing the safety of transportation of dangerous goods by optimizing safety criteria through the management of fractal characteristics of three-dimensional models of schemes for the location and fastening of goods has been developed.

Keywords: transportation of goods, dangerous goods, labeling of containers, legal regulation, danger signs, placement of goods, fastening of goods, methodology, modeling of loading schemes.

ВСТУП

На сучасному етапі економіка Європи демонструє активний розвиток інтеграційних процесів, що призводить до зростання інтенсивності товаропотоків. Це, своєю чергою, стимулює стрімке зростання транспортних послуг, яке має свої особливості, адже значна частина вантажних перевезень у межах ЄС здійснюється автомобільним транспортом.

Для забезпечення конкурентоспроможності підприємств, які надають транспортні послуги, виникає необхідність упровадження нових, більш високих стандартів організації перевезень та супутніх послуг. Зокрема, такі зміни спрямовані на створення умов, що забезпечують збереження вантажів під час транспортування.

Вирішення цієї проблеми на перший погляд здається доволі очевидним. Для збереження вантажу необхідно забезпечити його правильне розташування в транспортному засобі, надійне закріплення, своєчасну доставку з дотриманням усіх встановлених вимог, зокрема щодо безпеки перевезень, а також організувати якісне вивантаження. Проте проблема безпечного транспортування та збереження вантажів часто вирішується лише частково: суб'єкти господарювання зосереджуються на усуненні окремих недоліків, не підходячи до питання комплексно, а обмежуючись вирішенням вузькоспеціалізованих завдань, пов'язаних із забезпеченням товаропотоків.

Одним із основних чинників, що впливають на збереження вантажів, є їх належне розташування та надійне закріплення. Аналізуючи перевезення автомобільним транспортом у межах країн ЄС, можна відзначити, що пріоритет часто надається максимізації обсягів перевезеного вантажу, а не забезпеченню його цілісності та безпеки. Неправильно розташований або ненадійно закріплений вантаж нерідко стає причиною дорожньо-транспортних пригод, навіть на ідеально рівних ділянках дороги.

Перевезення небезпечних вантажів супроводжується підвищеними ризиками, оскільки вони можуть призвести до вибухів, пожеж, серйозної шкоди

здоров'ю та життю людей, а також значних матеріальних втрат і негативного впливу на довкілля.

Основним пріоритетом при організації таких перевезень є не лише збереження вантажу, але й забезпечення безпеки всього процесу транспортування. Ефективне вирішення цих завдань дозволяє своєчасно доставити вантаж до місця призначення, забезпечити захист персоналу, задіяного в перевезенні, а також учасників дорожнього руху. До того ж це сприяє збереженню вантажу, транспортного засобу та зменшенню ризиків негативного впливу на навколишнє середовище.

Для запобігання аваріям під час транспортування небезпечних вантажів різними видами транспорту національні органи багатьох країн протягом тривалого часу встановлювали законодавчі норми та правила. Однак ці норми значно відрізнялися за змістом і структурою, що створювало суттєві труднощі для учасників перевезень. Це зумовило необхідність впровадження міжнародного регулювання перевезень небезпечних вантажів, що стало основою для розробки низки конвенцій, угод і міжнародних документів. Головна мета цих документів — забезпечити безпечне та водночас безперешкодне транспортування небезпечних вантажів.

Однією з ключових статей угоди є та, що регламентує загальні положення щодо завантаження, розміщення та кріплення небезпечних вантажів (НВ). У ній зазначено, що відповідальність за підготовку до перевезення відправлень, які містять небезпечні вантажі, покладається на вантажовідправника. Це пояснюється тим, що саме вантажовідправник має найповнішу інформацію про властивості речовин і виробів, що перевозяться, краще розуміє потенційні ризики та знає заходи для їх мінімізації.

Вантажовідправник зобов'язаний виконувати всі вимоги, встановлені національними компетентними органами та міжнародними організаціями, для забезпечення безпеки перевезення небезпечних вантажів автомобільним транспортом. Для належної підготовки до транспортування небезпечних речовин і виробів він має залучати персонал, який добре обізнаний у правилах пакування,

маркування, завантаження та інших аспектах перевезення таких вантажів.

Перед початком завантаження необхідно розробити схему розташування вантажу. Це забезпечить компактне та надійне укладання, яке враховує сумісність усіх компонентів вантажу, а також тип і міцність упаковки. Крім того, слід врахувати можливий вплив запахів, забруднення пилом, а також фізичну або хімічну несумісність між окремими елементами вантажу.

Особливі вимоги висувуються до закріплення небезпечних вантажів (НВ). У стані спокою або під час прямолінійного руху з постійною швидкістю на вантаж не діють зовнішні сили, але будь-яка зміна швидкості чи напрямку руху призводить до виникнення сил інерції. Чим більші відхилення від прямолінійного і рівномірного руху (різке гальмування, розгін, повороти, зміна смуги руху тощо), тим сильніше вантаж впливатиме на оточуючі об'єкти.

Незакріплений вантаж утримується від зміщення лише за рахунок сили тертя, що недостатньо для безпеки перевезення НВ. Під час руху транспортного засобу вертикальні зміщення вантажу, викликані ударами або нерівностями дороги, значно знижують силу тертя. У певних випадках, наприклад, під час короткочасного відриву вантажу від поверхні підлоги транспортного засобу, сила тертя може повністю зникнути.

Можливість зміщення вантажу залежить від коефіцієнта тертя між його поверхнею та підлогою вантажної платформи. Чим вищий цей коефіцієнт, тим більша сила тертя сприяє утриманню вантажу в стабільному положенні.

Актуальність цього магістерського дослідження обумовлена необхідністю застосування інноваційних засобів для кріплення упакованих та неупакованих виробів, що містять небезпечні речовини. Такі засоби мають забезпечувати надійне та безпечне утримання вантажів у транспортних засобах або контейнерах, мінімізуючи ризики під час перевезення.

Проблема полягає в тому, що засоби кріплення вантажів повинні забезпечувати повну стабільність вантажу під час транспортування, запобігаючи будь-якому його зміщенню, зміні положення упаковки чи виникненню пошкоджень.

На сьогодні до стандартних методів кріплення належать: фіксація притиском, кріплення петлею, блокування, діагональне кріплення, використання розтяжок тощо. Однак ці методи є досить затратними за часом і ресурсами, а також не завжди гарантують повну безпеку перевезень. Вони не виключають ризиків зміщення, ковзання чи перекидання вантажу, що може стати причиною аварійних ситуацій на дорозі. Крім того, процеси планування завантаження і кріплення небезпечних вантажів часто здійснюються окремо, без належного комплексного підходу.

Метою цієї роботи є розробка інноваційних методів оптимізації геометричних параметрів завантаження та кріплення небезпечних вантажів для їх перевезення автомобільним транспортом. Основою запропонованих рішень є фрактальний підхід, спрямований на ефективне блокування упаковок, що запобігає їх зміщенню, ковзанню та перекиданню.

Для досягнення поставленої мети були визначені такі завдання:

- 1) Дослідити джерела, що стосуються класифікації небезпечних вантажів, типів небезпек під час їх транспортування автомобільним транспортом, а також заходів, спрямованих на забезпечення безпеки перевезень;
- 2) Проаналізувати спеціальні вимоги до автомобільних транспортних засобів, призначених для перевезення небезпечних вантажів, а також оцінити їхні переваги та недоліки для кожного типу транспорту.
- 3) Вивчити способи маркування і кодування тари для небезпечних вантажів, принципи розміщення знаків безпеки на контейнерах, відкритих платформах і цистернах;
- 4) Проаналізувати загальні принципи завантаження вантажів у ящиків та балонній тарах, визначити ключові особливості розміщення і кріплення небезпечних вантажів під час перевезень автомобільним транспортом;
- 5) Класифікувати та оцінити способи кріплення небезпечних вантажів, визначити їх переваги та недоліки, а також розробити загальний підхід до вдосконалення технології завантаження;

6) Дослідити можливість представлення схем завантаження ящиків тари у вигляді тривимірних воксельних моделей, а також визначити взаємозв'язок між їх геометричними параметрами та критеріями безпеки перевезення;

7) Розробити методику вдосконалення критеріїв безпеки перевезення небезпечних вантажів через управління фрактальними параметрами тривимірних воксельних моделей схем розташування та кріплення вантажів;

8) Провести перевірку ефективності та працездатності запропонованої фрактальної методики.

Для досягнення результатів у дослідженні були застосовані такі методи: системний аналіз і комп'ютерні технології для автомобільного транспорту, геометричне моделювання просторових систем, фрактальна оцінка технологічних властивостей об'єктів, а також програмування та теорія оптимізації.

Фрактальні геометричні характеристики завантаження, блокування та кріплення тари з небезпечними вантажами на автомобільному транспорті були розраховані з використанням персональних комп'ютерів і спеціалізованого програмного забезпечення.

РОЗДІЛ 1. ОСНОВНІ ХАРАКТЕРИСТИКИ ТА КЛАСИФІКАЦІЯ НЕБЕЗПЕЧНИХ ВАНТАЖІВ

1.1. Види небезпеки при перевезенні небезпечних вантажів

Перевезення небезпечних вантажів (НВ) автомобільним транспортом є одним із ключових напрямів діяльності багатьох українських компаній. Така діяльність потребує високого рівня відповідальності, професіоналізму, наявності відповідних допусків і суворого дотримання техніки безпеки. Також потрібно спеціалізоване обладнання для проведення вантажно-розвантажувальних робіт, а також для забезпечення безпечного пакування і транспортування. Компанії регулярно здійснюють транспортування небезпечних вантажів як у межах України, так і за кордон.

Через специфіку перевезення небезпечних вантажів існують особливі вимоги, які поширюються на всі категорії НВ (харчові, хімічні та інші). Водночас для кожного окремого класу небезпечних вантажів передбачені специфічні правила. Усі небезпечні вантажі класифікуються на дев'ять класів. Перевезення таких вантажів вимагає ретельного планування маршруту, безумовного дотримання встановлених норм і виключення можливості поломок транспортних засобів під час транзиту.

Водії та спеціалісти, які здійснюють перевезення небезпечних вантажів, повинні мати належну кваліфікацію та достатній досвід роботи. Підготовка транспортних засобів передбачає ретельний технічний огляд і перевірку для забезпечення їхньої безпечності та надійності.

Перевезення небезпечних вантажів автомобільним транспортом є специфічним і затратним видом діяльності, яким займаються виключно спеціалізовані компанії. Такі підприємства забезпечують необхідне обладнання, проходять усі етапи узгодження та отримують відповідні дозволи, що дозволяє виконувати роботу на високому рівні якості.

Процес транспортування небезпечних вантажів складається з кількох

основних етапів:

- підготовка вантажів і транспортних засобів до транспортування;
- оформлення спеціальної документації для перевезення небезпечних вантажів;
- безпосереднє перевезення вантажів;
- передача вантажів компанії-отримувачу.

Перевезення небезпечних вантажів здійснюється відповідно до встановлених норм і правил, які регулюють цю діяльність у сфері автомобільного транспорту. У процесі перевезення можуть виникати різноманітні ризики, яких слід уникати для гарантування безпеки.

Для забезпечення безпечного транспортування небезпечних вантажів функціонує єдина міжнародна система безпеки, розроблена на основі Рекомендацій ООН, норм національного законодавства України та міжнародних правил перевезення небезпечних вантажів. Ця система дозволяє дотримуватися стандартів і знижувати ризики під час перевезення.

Ці нормативні документи регулюють усі аспекти транспортування небезпечних вантажів, включаючи вимоги до транспортних засобів, правила перевезення, процес ліцензування та контроль за дотриманням заходів безпеки.

Під час транспортування небезпечні вантажі можуть зазнавати впливу зовнішніх чинників, таких як удари, тертя, висока температура та інші фізичні чи хімічні впливи, що здатні призвести до аварійних ситуацій.

Перевезення небезпечних вантажів автомобільним транспортом пов'язане з такими ризиками:

- пожежонебезпека;
- вибухонебезпека;
- окислювальні властивості;
- радіаційна небезпека;
- інфекційна небезпека;
- токсичність.

Небезпечні речовини особливо шкідливо впливають на організм людини при вдиханні, контакті зі шкірою або потрапленні всередину, що потребує додаткових заходів безпеки при їх транспортуванні.

Перевезення небезпечних вантажів супроводжується такими небезпеками:

- | | |
|---|---|
|  | - вибухонебезпечність; |
|  | - тиск газів; |
|  | - горючість, самозаймання та самонагрівання; |
|  | - токсичність; |
|  | - інтенсифікація горіння; |
|  | - корозійна (роз'їдає) дію; |
|  | - радіоактивність; |
|  | - небезпека інфекційного зараження; |
|  | - високі температури; |
|  | - небезпека для навколишнього (водного) середовища; |
|  | - інші види небезпеки; |
- виділення токсичних газів при горінні;
 - виникнення небезпечних реакцій із водою чи іншими речовинами;
 - виникнення спонтанних реакцій (полімеризація) тощо.

1.2. Класифікація небезпечних вантажів

Перед транспортуванням небезпечних вантажів необхідно здійснити їх класифікацію та віднести до одного з класів або підкласів небезпеки і сумісності. Це виконується відповідно до характеристик речовин та виробів, зазначених у переліку небезпечних вантажів, наведеному в додатку А до ДОПНВ. У процесі класифікації визначають номер ООН, клас (підклас) небезпеки, групу упаковки

та тип додаткової загрози.

Класифікація небезпечних вантажів базується на певних критеріях, розроблених експертним комітетом ООН, які викладені у частині 2 додатка А до Європейської угоди про міжнародне дорожнє перевезення небезпечних вантажів (ДОПНВ).

Ця класифікація відіграє важливу роль у правильному визначенні умов транспортування та забезпеченні безпеки під час перевезення небезпечних вантажів.

Клас 1 Вибухові речовини і вироби

Клас 2 Гази

Клас 3 Легкозаймисті рідини

Клас 4.1 Легкозаймисті тверді речовини, само реактивні речовини, речовини, які полімеризуються і тверді десенсибілізовані вибухові речовини

Клас 4.2 Речовини, здатні до самозаймання

Клас 4.3 Речовини, що виділяють легкозаймисті газу при зіткненні з водою

Клас 5.1 Речовини, що окислюють

Клас 5.2 Органічні пероксиди

Клас 6.1 Токсичні речовини

Клас 6.2 Інфекційні речовини

Клас 7 Радіоактивні матеріали

Клас 8 Корозійні речовини

Клас 9 Інші небезпечні речовини та вироби

Знаки небезпеки для позначення небезпечних вантажів показані на
рисунку 1.1



Рисунок 1.1 - Знаки небезпеки для позначення небезпечних вантажів

1.3. Вимоги до підготовки транспортної документації

Забезпечення безпеки життя і здоров'я людей, охорона довкілля та захист матеріальних цінностей є ключовими завданнями під час транспортування небезпечних вантажів. Для досягнення цих цілей особливо важливо забезпечити точність і повноту інформації, зазначеної в документації. Чим складніша документація і більший її обсяг, тим вища ймовірність виникнення помилок або пропусків.

Надійна і точна передача інформації між сторонами, відповідальними за оформлення документації, пакування та обробку небезпечних вантажів, є основою для гарантування безпеки та ефективності процесу перевезення.

У зв'язку з цим кількість документів, необхідних для перевезення

небезпечних вантажів, максимально скорочено. Вимоги до документації спрощені, зосереджуючись на наданні лише ключової інформації, яка дає змогу швидко отримати додаткові відомості за відповідними посиланнями. Такий підхід зменшує ризики та сприяє ефективному управлінню перевезеннями.

Основна мета транспортної документації - забезпечити точну і достовірну інформацію, що відповідає вимогам нормативних актів, регулюючих перевезення небезпечних вантажів.

Транспортна документація виконує ряд важливих функцій у процесі перевезення небезпечних вантажів, а саме:

- підтверджують відповідність транспортних засобів встановленим вимогам;
- засвідчують проходження водіями спеціальних навчальних курсів;
- містять інформацію, необхідну для визначення умов перевезення;
- фіксують правильність виконання операцій, пов'язаних із перевезенням;
- вказують маршрут транспортування небезпечних вантажів.

Таким чином, перевізні документи забезпечують безпеку, дотримання нормативних вимог і контроль на всіх етапах перевезення.

При перевезенні окремих видів небезпечних вантажів через території країн-учасниць ДОПНВ можуть вимагатися додаткові перевізні документи (наприклад, погодження чи дозволи), які встановлюють маршрут транспортування. Необхідність таких документів визначається національним законодавством відповідних країн.

Перелік, кількість і зміст перевізних документів залежать від типу та обсягу НВ, а також від виду використаних засобів фіксації вантажів та інших факторів.

Усі перевізні документи мають зберігатися у легкодоступному місці, щоб водій міг оперативно пред'явити їх для перевірки на вимогу представників компетентних органів.

Висновок до розділу 1

У цьому розділі проаналізовано загальні характеристики небезпечних вантажів, їх класифікацію та нормативно-правову базу, що регулює їх транспортування автомобільним транспортом. З'ясовано, що небезпечні вантажі створюють потенційну загрозу для життя і здоров'я людей, довкілля та матеріальних цінностей, тому їх перевезення вимагає суворого дотримання вимог і правил. Класифікація небезпечних вантажів здійснюється з урахуванням їх властивостей, типів небезпеки та додаткових ризиків, що є ключовими факторами при організації перевезень.

Особливу увагу приділено важливості точного маркування, належного пакування та правильного оформлення документації, що забезпечують необхідний рівень безпеки та контроль на всіх етапах транспортування.

Таким чином, у розділі акцентовано увагу на значущості правильного визначення класу небезпеки, дотримання встановлених стандартів та застосування ефективної системи документації, яка є основою для безпечного та ефективного перевезення небезпечних вантажів.

РОЗДІЛ 2. ВИДИ ЦИСТЕРН І КОНТЕЙНЕРІВ ДЛЯ ПЕРЕВЕЗЕННЯ НЕБЕЗПЕЧНИХ ВАНТАЖІВ

2.1. Аналіз роботи підприємства ТОВ «ГРАНД ФЕМЕЛІ»

ТОВ «Гранд Фемелі» — сучасна транспортно-логістична компанія, яка спеціалізується на автомобільних перевезеннях небезпечних вантажів. Діяльність підприємства здійснюється у відповідності до чинного законодавства України та міжнародних стандартів, включаючи вимоги Європейської угоди про міжнародне дорожнє перевезення небезпечних вантажів (ДОПНВ). Основна мета компанії — забезпечення безпечного, своєчасного та високоякісного транспортування небезпечних вантажів усіх класів.

ТОВ «Гранд Фемелі» надає широкий спектр послуг, серед яких:

- організація транспортування рідин, газів, твердих речовин та інших матеріалів, що становлять потенційну небезпеку для людей і навколишнього середовища;
- планування маршрутів, враховуючи специфіку вантажу та вимоги безпеки;
- підготовка повного пакета документів, включаючи транспортні накладні, дозволи, страхові договори тощо;
- застосування спеціального обладнання для безпечної обробки небезпечних вантажів;
- організація курсів і тренінгів для водіїв та іншого персоналу, задіяного в транспортуванні.

Ключові показники діяльності:

- Компанія володіє сучасними автомобілями, обладнаними спеціальними цистернами, контейнерами та системами кріплення, що відповідають міжнародним стандартам;

- Водії та спеціалісти ТОВ «Гранд Фемелі» володіють необхідною кваліфікацією, зокрема мають свідоцтва ДОПНВ, що підтверджують їхню підготовку до перевезення небезпечних вантажів.

- Завдяки детальному плануванню маршрутів компанія мінімізує ризики під час транспортування, уникаючи аварійно небезпечних ділянок доріг та враховуючи екологічні обмеження.

Компанія суворо дотримується вимог щодо упаковки, маркування та документального оформлення небезпечних вантажів. Усі транспортні засоби перед кожним рейсом проходять технічний огляд, що гарантує їхню відповідність вимогам безпеки.

ТОВ «Гранд Фемелі» демонструє стабільний розвиток і високий професіоналізм у сфері транспортування небезпечних вантажів. Завдяки впровадженню сучасних технологій, відповідальному підходу до організації перевезень та суворому дотриманню стандартів безпеки, компанія ефективно виконує завдання будь-якої складності, забезпечуючи надійне та якісне обслуговування своїх клієнтів.

Для перевезення небезпечних вантажів використовуються різні орендовані транспортні засоби, такі як MAN, MAZ, DAF та інші.



Рисунок 2.1 – Транспортні засоби для перевезення НВ (MAN, DAF)

2.2. Кодування та маркування упаковки для транспортування небезпечних вантажів

Кодування та маркування пакування відіграють важливу роль у забезпеченні безпеки під час транспортування небезпечних вантажів. Вони дозволяють ідентифікувати перевезені речовини та надавати учасникам логістичного процесу інформацію про потенційні ризики та необхідні заходи для гарантування безпеки.

Кодування упаковки здійснюється відповідно до міжнародних стандартів і включає такі основні елементи:

- визначає, з якого матеріалу виготовлена тара (наприклад, пластик, метал чи композит);
- вказує на конструкцію упаковки (бочка, контейнер, ящик тощо).
- включає позначення групи пакування (I, II, III), яка відображає ступінь

ризик речовини (високий, середній, низький);

- підтверджує, що упаковка відповідає вимогам міжнародних нормативів, таких як ДОПНВ чи рекомендації ООН.

Маркування пакування для небезпечних вантажів повинно включати:

- унікальний код, що ідентифікує конкретну речовину або виріб.
- графічний символ, який указує на характер загрози (вибухо небезпека, токсичність, легко займистість тощо).

- наприклад, вказівки "Зберігати у прохолодному місці" чи "Не перевертати".

- наприклад, для кріогенних вантажів вказується температура транспортування.

Коректне кодування та маркування упаковки:

- допомагають запобігти аварійним ситуаціям;
- забезпечують відповідність міжнародним стандартам безпеки;
- полегшують процедуру визначення вантажу під час транспортування та обробки;
- інформують персонал і органи контролю про специфіку вантажу, що дозволяє швидко реагувати в разі надзвичайної ситуації.

Отже, кодування та маркування упаковки є важливим елементом логістичного процесу, спрямованого на забезпечення безпечного перевезення небезпечних вантажів.

Перед поданням небезпечних вантажів до транспортування необхідно забезпечити, щоб усі особи, які можуть контактувати з вмістом упаковок під час перевезення, були поінформовані про можливі ризики. Крім того, важливо гарантувати можливість ідентифікації вмісту упаковок і визначення правил поводження з вантажем.

З цією метою на упаковки або незапаковані вироби, що містять небезпечні вантажі, розміщуються:

- маніпуляційні знаки, що відображають вимоги до поводження з вантажем;

- маркувальні написи та позначки, які містять інформацію про вміст і спосіб обробки.

Маркування забезпечує персонал, зайнятий у процесі перевезення, необхідною інформацією для ідентифікації небезпечного вантажу, визначення його потенційної небезпеки, організації безпечного виконання вантажно-розвантажувальних робіт і транспортування. Воно також дозволяє вжити відповідних заходів для захисту людей, навколишнього середовища та збереження вантажу.

Крім того, знаки небезпеки є основою для:

- визначення правил спільного завантаження різних небезпечних вантажів у транспортні засоби або контейнери;

- розробки заходів із поділу небезпечних вантажів, продуктів харчування, кормів для тварин та інших предметів споживання, щоб уникнути їхнього взаємного впливу.

Отже, маркування є ключовим компонентом, який забезпечує безпечне перевезення небезпечних вантажів і мінімізує ризики на всіх етапах логістичного ланцюга.

Для ідентифікації небезпечних вантажів під час транспортування кожна упаковка повинна бути позначена номером ООН, що відповідає її вмісту, із додаванням позначки «UN» перед номером. Для упаковок із небезпечними вантажами 1-го, 2-го та 7-го класів додатково зазначається їх офіційне відвантажувальне найменування. У випадку бризантних вибухових речовин необхідно зазначити їх комерційну назву. Газові та радіоактивні матеріали також вимагають нанесення додаткових написів відповідно до встановлених стандартів.

Аварійна тара і судини під тиском, призначені для небезпечних вантажів, мають додатково маркуватися написом «АВАРІЙНА» або «АВАРІЙНИЙ». Висота літер такого маркування повинна бути не меншою за 12 мм.

Ці вимоги забезпечують точну ідентифікацію вантажів та сприяють безпеці перевезення, вантажно-розвантажувальних робіт і реагування в

надзвичайних ситуаціях.

На контейнери середньої вантажопідйомності для масових вантажів із об'ємом понад 450 літрів, а також на великогабаритну тару, маркування необхідно наносити на дві протилежні бокові сторони.

Приклад розташування маркування на упаковці з небезпечним вантажем показано на рисунку 2.2(а). Схему нанесення маркування на контейнер середньої вантажопідйомності для масових вантажів (КСВМВ) наведено на рисунку 2.2(б), а приклад розміщення знаків безпеки на балонах — на рисунку 2.2(в).





б)



в)

Рисунку 2.2 – Розташування маркування, знаків небезпеки та позначень для небезпечних вантажів.

2.3. Вимоги до транспортних засобів для транспортування небезпечних вантажів

Автотранспортні засоби, що здійснюють транспортування небезпечних вантажів (НВ), повинні відповідати встановленим вимогам державних стандартів, правил охорони праці, екологічної безпеки та інших нормативно-правових актів. У визначених законодавством випадках такі транспортні засоби повинні бути обладнані відповідним маркуванням і мати свідоцтво про допущення до перевезення небезпечних вантажів. Це свідоцтво видається територіальними підрозділами МВС у разі перевезення НВ автотранспортом.

Для перевезення небезпечних вантажів висуваються підвищені вимоги як до транспортних засобів, так і до персоналу, який бере участь у цьому процесі. Транспортні засоби мають бути обладнані:

- інформаційними таблицями з зазначенням типу небезпечного вантажу;
- ADR-комплектами, що включають засоби для забезпечення безпеки у разі

аварії або інциденту;

- додатковими засобами пожежогасіння для ефективного реагування на можливі загрози.

Виконання цих вимог спрямоване на забезпечення безпеки транспортування, захист довкілля та зниження ризиків для людей і майна.

ADR-комплект — це спеціальний набір додаткового обладнання для транспортного засобу, який використовується для перевезення небезпечних вантажів. Він включає всі необхідні елементи, передбачені Європейською угодою про міжнародне дорожнє перевезення небезпечних вантажів (ADR), за винятком противідкатних упорів, засобів маркування та вогнегасників.

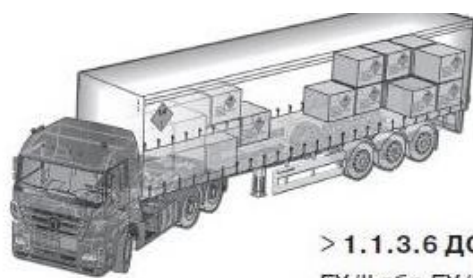
Кожна транспортна одиниця, що перевозить небезпечні вантажі, обов'язково повинна бути оснащена таким обладнанням:

1. Противідкатні упори: не менше одного для кожного транспортного засобу, відповідного його максимально дозволених масі та діаметру коліс.

2. Попереджувальні знаки або пристрої: щонайменше два із власною опорною конструкцією. Це можуть бути конуси з відбивною поверхнею, миготливі ліхтарі жовтого кольору з автономним живленням або знаки аварійної зупинки.

Ці елементи забезпечують відповідність транспортного засобу вимогам безпеки при перевезенні небезпечних вантажів і мінімізують ризики під час надзвичайних ситуацій.

Перевезення небезпечних вантажів потребує підвищеної уваги та точного дотримання вимог безпеки й технічних норм, передбачених Європейською угодою про міжнародне дорожнє перевезення небезпечних вантажів (ADR). Транспортний засіб повинен мати свідоцтво про допуск до перевезення визначених категорій небезпечних вантажів відповідно до пункту 9.1.3 ADR.



> 1.1.3.6 ДОПНВ
EX/II або EX/III



> 1.1.3.6 ДОПНВ
MEMU



> 1.1.3.6 ДОПНВ
Автоцистерна



> 1.1.3.6 ДОПНВ
Транспортний засіб-батарея



> 3 м³
ТЗ для перевезення контейнера-цистерни



> 3 м³
ТЗ для перевезення переносної цистерни



> 3 м³
ТЗ для перевезення БЕВК



> 1 м³
ТЗ для перевезення знімної цистерни

Рисунок 2.3 – Категорії транспортних засобів, для яких необхідне свідоцтво про допуск до перевезення небезпечних вантажів відповідно до вимог ADR.

Учасникам дорожнього руху та аварійно-рятувальним службам необхідна наочна графічна інформація, яка легко пізнається та зрозуміла з великої відстані.

Для забезпечення такої видимості транспортні засоби, контейнери та цистерни, призначені для перевезення небезпечних вантажів, оснащуються спеціальними табличками та знаками безпеки.

Знаки-табло небезпеки встановлюються відповідно до таких правил:

1) Для контейнерів, багатоелементних газових контейнерів, контейнерів-цистерн і переносних цистерн:

- на передній, задній та бічних сторонах кожного контейнера, багатоелементного газового контейнера, контейнера-цистерни або переносної цистерни;

- у разі перевезення різних видів небезпечних вантажів у контейнері-цистерні або переносній цистерні з кількома секціями, знаки-табло небезпеки розміщують на бічних сторонах у місцях, що відповідають розташуванню відповідних секцій;

- крім того, по одному знаку-табло кожного типу, розташованому на бічних сторонах, також встановлюють спереду та ззаду контейнера-цистерни або переносної цистерни.

2) Для транспортних засобів із знімними цистернами та тих, що перевозять небезпечні вантажі навалом:

- знаки-табло небезпеки встановлюють на бічних сторонах і на задній частині транспортного засобу.

Якщо знаки-табло небезпеки, прикріплені до контейнерів, багатоелементних газових контейнерів, контейнерів-цистерн або переносних цистерн, не забезпечують належної видимості, аналогічні знаки-табло необхідно розмістити на бічних сторонах і задній частині транспортного засобу (див. рис. 2.4).

На контейнерах, контейнерах-цистернах, багатоелементних газових контейнерах, переносних цистернах або транспортних засобах, що перевозять вантажі різних класів, дозволяється не встановлювати знак-табло додаткової небезпеки, якщо знак-табло основної або додаткової небезпеки іншого вантажу вже вказує на цю небезпечну властивість.

Для порожніх, неочищених від залишків небезпечного вантажу контейнерів, цистерн, багатоелементних газових контейнерів, переносних цистерн, а також порожніх неочищених транспортних засобів і контейнерів, у

яких перевозилися небезпечні вантажі навалом (насіпом), встановлюються знаки-табло безпеки, що відповідають раніше перевезеному вантажу.

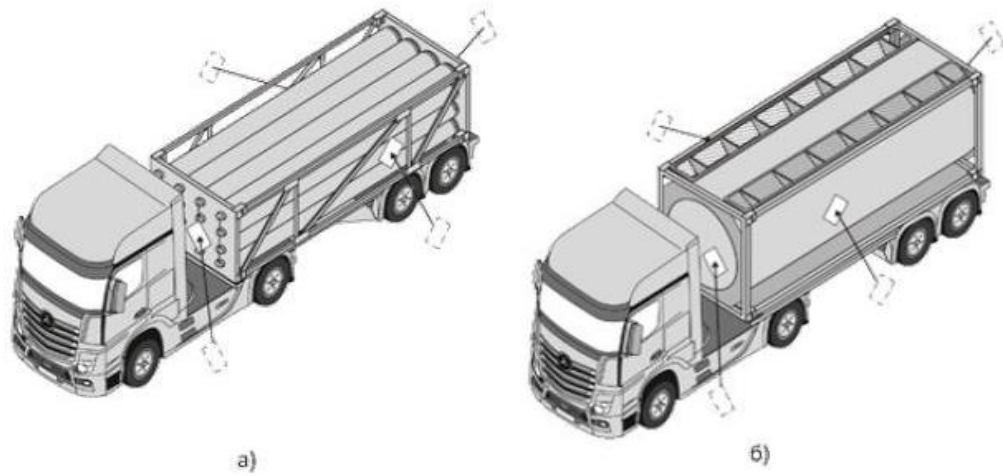


Рисунок 2.4 – Місця кріплення знаків-табло безпеки під час перевезення небезпечного вантажу:

а - у багатоелементному газовому контейнері; б - у контейнері-цистерні

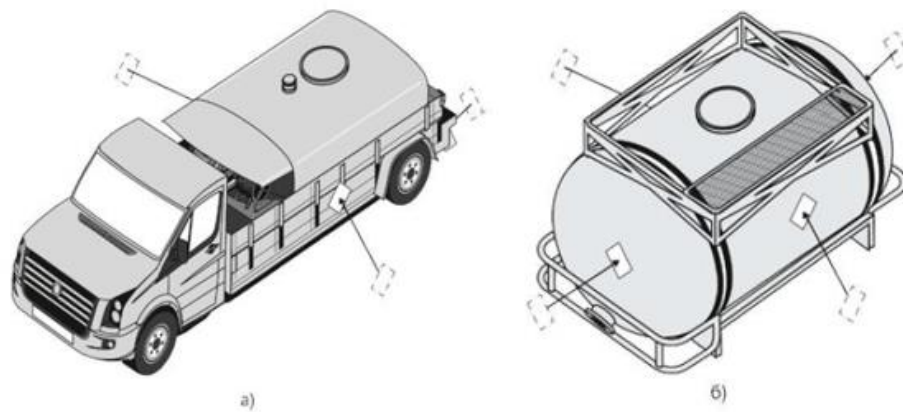


Рисунок 2.5 – Місця кріплення знаків-табло безпеки під час перевезення небезпечного вантажу:

а - у знімній цистерні; б - у переносній цистерні

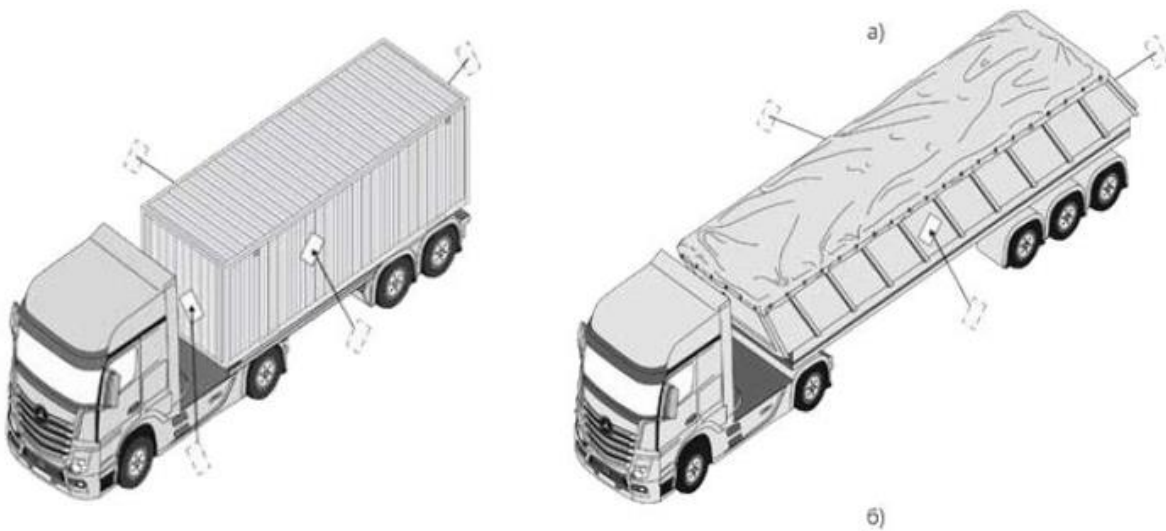


Рисунок 2.6 – Місця кріплення знаків-табло безпеки під час перевезення небезпечного вантажу:

а - у контейнері; б - навалом (насіпом) у транспортному засобі



Рисунок 2.7 – Місця кріплення знаків-табло безпеки на транспортному засобі під час перевезення контейнерів, завантажених небезпечними вантажами

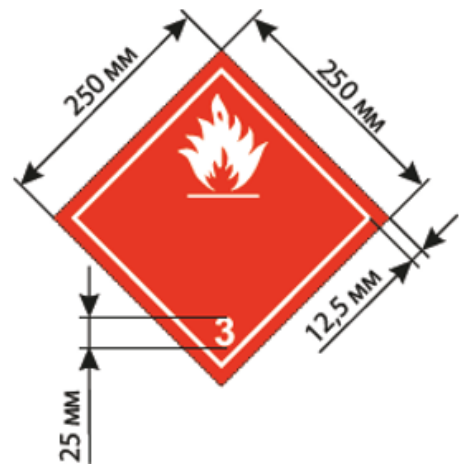


Рисунок 2.8 – Розміри знаків-табло безпеки

Знаки-табло безпеки є збільшеними в 2,5 рази версіями стандартних знаків безпеки. Відповідно, знаки-табло, які використовуються на транспортних засобах, контейнерах і цистернах, повинні відповідати таким вимогам:

- 1) Колір, символи та загальна форма повинні відповідати зразкам знаків

небезпеки, зазначеним у колонці 5 Переліку для вантажів, що знаходяться в цистерні, транспортному засобі або контейнері;

2) Розміри знаків-табло мають бути не менше 250×250 мм (див. рис. 2.8).- зовнішній контур (пунктирний або суцільний) має бути доданий, якщо знаки розміщуються на неконтрастному фоні.

У разі малих контейнерів та цистерн місткістю трохи більше 3 м^3 дозволяється:

- використовувати знаки-табло небезпеки зменшених розмірів (100×100 мм);
- замість знаків-табло небезпеки використовувати стандартні знаки небезпеки.

Висновок до розділу 2.

У цьому розділі розглядаються різні типи цистерн і контейнерів, призначених для транспортування небезпечних вантажів, а також висвітлюються специфічні вимоги до їх конструкції, маркування та оснащення. Наголошується, що кожен тип контейнера або цистерни має відповідати встановленим технічним стандартам і нормам безпеки, включаючи положення Європейської угоди про міжнародне дорожнє перевезення небезпечних вантажів (ADR).

Особливу увагу приділено правильному маркуванню контейнерів і цистерн, яке є важливою складовою безпеки під час транспортування. Описано вимоги до знаків-табло небезпеки, їх розмірів та розміщення, що забезпечує чітку та зрозумілу інформацію для учасників дорожнього руху та аварійно-рятувальних служб.

Таким чином, дотримання стандартів і вимог до конструкції, маркування та обладнання цистерн і контейнерів є критично важливим для забезпечення безпечного перевезення небезпечних вантажів. Це сприяє зниженню ризиків аварійних ситуацій і мінімізації їх можливих наслідків.

РОЗДІЛ 3. РОЗРОБЛЕННЯ ІННОВАЦІЙНИХ МЕТОДІВ РОЗМІЩЕННЯ ТА ЗАКРІПЛЕННЯ ТАРИ З ОПТИМІЗАЦІЄЮ ГЕОМЕТРИЧНИХ ПАРАМЕТРІВ УКЛАДКИ

3.1. Загальні принципи завантаження вантажів у ящиковій та балонній тарах

Завантаження вантажів у ящиковій та балонній тарах є важливим етапом транспортування, який вимагає дотримання низки загальних принципів для забезпечення безпеки, цілісності вантажу та ефективності перевезення. Основні принципи завантаження у ящиковій тарі:

- перед завантаженням необхідно перевірити стан ящиків. Тара повинна бути достатньо міцною, щоб витримувати вагу вмісту та можливі механічні впливи під час транспортування;
- ящики слід укладати максимально щільно, щоб уникнути утворення порожнин;
- верхні шари повинні розташовуватися рівно, щоб уникнути падіння або пошкодження ящиків. Якщо ящики мають різні розміри, укладання починається з більших і міцніших, а дрібніші розташовуються зверху;
- важчі ящики розміщуються ближче до підлоги транспортного засобу для зниження центру тяжіння та забезпечення стійкості;
- для уникнення зміщення ящиків порожнини між ними заповнюють допоміжними матеріалами (дерев'яними рейками, пінопластом, пневмооболонками тощо).
- упакування має розміщуватися відповідно до маніпуляційних знаків (наприклад, "верх", "крихке", "обережно").

Основні принципи завантаження у балонній тарі:

- 1) Перед завантаженням перевіряється цілісність балонів, їх вентилів і захисних ковпаків. Усі балони повинні бути герметичними та відповідати вимогам технічної безпеки;

- 2) Балони, за можливості, розміщують вертикально, з використанням кріплень (затискачів, рамок) для запобігання падінню;
- 3) Балони фіксуються індивідуально або групами, щоб виключити їх зіткнення чи зміщення під час транспортування;
- 4) Газові балони різних типів (наприклад, з киснем і горючими газами) повинні завантажуватися окремо з дотриманням безпечної відстані між ними;
- 5) Балони з небезпечними речовинами слід розміщувати так, щоб маркування та інформаційні знаки були видимі зовні;
- 6) Тара з балонами розташовується так, щоб вентиляційні отвори залишалися відкритими для забезпечення циркуляції повітря.

Спільні правила завантаження:

- 1) Упакування в ящиках і балонах необхідно розташовувати, щоб уникнути їхнього падіння або випадіння при відкритті дверей транспортного засобу;
- 2) Заборонено укладати вантажі, схильні до взаємодії (наприклад, горючі та окислювальні речовини) в одній зоні транспортування;
- 3) Для запобігання пошкодження вантажу та транспортного засобу слід використовувати відповідне захисне обладнання, включаючи м'які прокладки, обмежувачі та кріплення.

Дотримання цих принципів дозволяє забезпечити безпечне та ефективне транспортування вантажів у ящиківій та балонній тарі, знижуючи ризики аварій і пошкоджень.

Розміщення та кріплення вантажів є одним із ключових і найвідповідальніших етапів процесу перевезення. Сучасні фахівці приділяють цьому аспекту значну увагу, оскільки правильна організація вантажу забезпечує безпеку транспортування, цілісність вантажу та ефективність логістичних операцій.

Принципи розміщення вантажів у кузові транспортного засобу або контейнері:

- 1) Поверхні підлоги вантажного відділення чи контейнера, а також опорні площини вантажу повинні бути очищені від снігу, льоду та забруднень;

2) Вага вантажу та розподіл навантаження по осях транспортного засобу мають відповідати допустимим значенням, встановленим виробником;

3) Розміщення вантажу повинно забезпечувати низьке розташування центру тяжіння для підвищення стійкості транспортного засобу під час гальмування, прискорення або маневрування. Важчі вантажі слід розміщувати якомога нижче і ближче до поздовжньої осі платформи;

4) Вантажі більшої ваги не можна розташовувати на вантажах меншої ваги. Легка або менш міцна тара повинна розташовуватися у верхніх ярусах. Якщо це неможливо, вантаж слід розділити за масою окремих одиниць;

5) Вантажі повинні бути розподілені рівномірно по всій площі вантажного відділення. Для контейнерів загальне правило: у будь-якій половині контейнера кількість вантажу не повинна перевищувати 60% його загальної маси. Центр тяжіння слід розташовувати приблизно посередині довжини платформи;

6) Вантажі з правильною геометричною формою повинні бути укладені щільно, без проміжків між стінками контейнера чи кузова;

7) Вільний простір, що утворюється між вантажами різних розмірів, необхідно заповнювати матеріалами-наповнювачами (піддонами, пневмо оболонками, дерев'яними брусками тощо) для забезпечення стійкості;

8) Упакування не штабелюються, якщо вони не призначені для цього. При спільному завантаженні різнотипних упаковок слід враховувати їх сумісність, а при необхідності використовувати прокладки або роздільні щити для захисту нижніх ярусів від пошкоджень;

9) Вантажі розташовують у відповідності до вказаних маніпуляційних знаків. Упакування з вентиляційними отворами повинні розміщуватися так, щоб ці отвори залишалися відкритими;

10) Рідкі вантажі або упакування, схильні до протікання, не можна розміщувати разом із вантажами.

11) Наприкінці завантаження слід вжити заходів, що унеможливають випадання вантажу чи матеріалів-наповнювачів при відкритті дверей або бортів транспортного засобу.

Дотримання цих принципів забезпечує безпечне перевезення вантажів та знижує ризики їх пошкодження чи аварійних ситуацій.

Розміщення балонів під час транспортування повинно здійснюватися відповідно до таких вимог:

- балони встановлюються так, щоб уникнути їх перевертання або падіння під час руху транспортного засобу;
- балони, розташовані поблизу переднього борту вантажного відділення або контейнера, укладаються перпендикулярно до поздовжньої осі.

У цьому випадку захисні пристрої вентилів повинні бути спрямовані всередину транспортного засобу або контейнера:

- балони, укладені горизонтально, необхідно надійно зафіксувати (за допомогою заклинювання, прив'язування або інших кріплень), щоб уникнути будь-якого переміщення під час транспортування;
- балони, які мають достатню стійкість або транспортуються у спеціальних пристосуваннях, що ефективно запобігають перекиданню, допускається перевозити у вертикальному положенні;
- балони з охолодженими зрідженими газами слід транспортувати тільки в положенні, передбаченому їх конструкцією, забезпечивши захист від пошкоджень іншими упаковками.

Дотримання цих вимог забезпечує безпечне транспортування балонів і знижує ризик аварійних ситуацій або пошкодження вантажу.

При завантаженні транспортних засобів слід вживати особливі заходи обережності, щоб уникнути ушкодження упакувань. При ушкодженні упакування із небезпечним вантажем, в ході завантаження, що спричинило за собою витік вмістимого, люди із небезпечної зони мають бути виведені і не повинні допускатися в цю зону до тих пір, поки не буде вироблена оцінка потенційної небезпеки.

Пошкоджене упакування до перевезення не допускається. Воно має бути переміщене в безпечне місце відповідно до вказівок відповідальної особи,

обізнаної із ризиками цих операцій і аварійними заходами, які мають бути прийняті.

3.2. Особливості розміщення та кріплення вантажів на автомобільному транспорті

Процес організації розміщення та кріплення вантажів для транспортування різними видами автомобільного транспорту має свої специфічні особливості. У випадках, коли спосіб розміщення та кріплення вантажів не регламентований нормативними технічними вимогами, розробляються індивідуальні схеми розміщення та кріплення, які забезпечують їхню безпеку та стійкість.

Розташування вантажів проводиться з дотриманням таких вимог:

- маса вантажу, включаючи елементи кріплення, не повинна перевищувати нормативну вантажопідйомність транспортного засобу;
- загальний центр тяжіння вантажу повинен залишатися в межах допустимих відхилень відносно поздовжньої та поперечної осей транспортного засобу;
- тиск на елементи кузова транспортного засобу або контейнера має залишатися в межах допустимих норм.

Дотримання цих умов гарантує безпечне та ефективне транспортування вантажів.

Стійкість вантажу, збереження транспортного засобу та самого вантажу під час транспортування забезпечуються шляхом вибору існуючих або розробки нових методів розміщення та кріплення. При розробці нових способів необхідно проводити розрахункове обґрунтування вибраної методики. Основними вимогами до розрахунку є такі:

- загальний центр тяжіння вантажу повинен знаходитися на лінії перетину поздовжньої та поперечної площини симетрії контейнера;
- у разі об'єктивної неможливості виконання цієї умови допускається:

Зміщення центру тяжіння у поздовжньому напрямку — не більше 600 мм.

Зміщення у поперечному напрямку — не більше 100 мм.

- висота загального центру тяжіння вантажу від підлоги контейнера не повинна перевищувати половини внутрішньої висоти контейнера;

- висоту загального центру тяжіння вантажу в контейнері обчислюють за спеціальною формулою, що враховує вагові й геометричні параметри вантажу.

Дотримання цих умов забезпечує стійкість вантажу, знижує ризик його зміщення та гарантує безпеку транспортної операції.

$$H = \frac{Q_1 \times h_1 + Q_2 \times h_2 + \dots + Q_n \times h_n}{Q_0}$$

де - $Q_1, Q_2, Q_3 \dots Q_n$ - маса кожної одиниці вантажу, т;

$Q_0 = Q_1 + Q_2 + Q_3 + Q_n$ - загальна маса вантажу в контейнері;

$h_1, h_2, h_3 \dots h_n$ - висота центру тяжіння кожної одиниці вантажу від рівня підлоги контейнера, мм;

H - висота загального центру тяжіння вантажу.

Вантаж у контейнері слід розташовувати з максимально ефективним використанням площі, не перевищуючи вантажопідйомність нетто підлоги контейнера. Вантажі розміщуються щільно один до одного, а також до бічних і торцевих стінок контейнера.

При цьому допускається залишати технологічні проміжки між одиницями вантажу, необхідні для зручного завантаження та вивантаження, за умови, що сумарна ширина проміжків у горизонтальному (поперечному) напрямку не перевищує 150 мм.

При укладанні вантажу у кілька ярусів, важчі одиниці слід розташовувати в нижніх ярусах. Упаковка вантажу повинна бути достатньо міцною, щоб витримувати навантаження від верхніх шарів.

При укладанні вантажу у кілька ярусів, важчі одиниці слід розташовувати в нижніх ярусах. Упаковка вантажу повинна бути достатньо міцною, щоб витримувати навантаження від верхніх шарів.

Формування штабелів має забезпечувати повне заповнення верхніх ярусів. Якщо це неможливо, вантаж у верхніх ярусах необхідно надійно закріпити. Для полегшення навантажувально-розвантажувальних операцій допускається використання підкладок необхідної товщини. Їх ширина повинна бути достатньою, щоб витримувати допустиме навантаження на підлогу контейнера.

Для запобігання пошкодженню контейнера чи вантажу рекомендується застосовувати захисні матеріали або прокладки між вантажем і контейнером. У разі місцевого (зосередженого) навантаження на підлогу контейнера тиск на 1 см² площі підлоги не повинен перевищувати 1 к гс/см².

Правила кріплення вантажів у контейнері автомобіля:

- кожен окремий вантаж повинен бути надійно закріплений;
- способи та засоби кріплення повинні гарантувати захист вантажу від зміщення чи перекидання в будь-якому напрямку;

Як правило, для запобігання поступальному зміщенню вантажу використовується один тип засобів кріплення. У разі застосування різних видів засобів кріплення в одному напрямку, їх пружні характеристики (залежність деформації від навантаження) мають бути однаковими.

Для збільшення сили тертя між вантажем і підлогою контейнера або між ярусами штабелів можна використовувати проти ковзкі матеріали (підкладки, прокладки, килимки тощо). Розтяжки та обв'язування дозволяється фіксувати тільки за спеціально призначені кріпильні пристрої контейнера. Засоби кріплення мають бути встановлені, щоб не пошкодити вантаж, його упаковку або сам контейнер. Заборонено закріплювати стяжні ремені чи текстильні стрічкові стропи вузлами до кріпильних пристроїв. Забивати цвяхи у підлогу контейнера категорично заборонено. Дотримання цих правил забезпечує надійне закріплення вантажу, зберігаючи його цілісність і безпеку під час транспортування.

Необхідність кріплення вантажу від перекидання визначається шляхом оцінки коефіцієнта запасу стійкості щодо перекидання. Умови забезпечення стійкості вантажу від перекидання в поперечному та поздовжньому напрямках можна подати у такому вигляді (рис. 3.1):

$$\eta = \frac{b}{h_1 - h_2} \geq 1.25$$

де - b - найкоротші відстані від проекції ЦВ вантажу на горизонтальну площину до ребра перекидання відповідно вздовж і поперек контейнера автомобіля, мм;

h_1 - висота ЦВ вантажу над підлогою контейнера або площиною підкладок, мм;

h_2 - висота відповідно подовжнього і поперечного упору від підлоги контейнера або площини підкладок, мм.

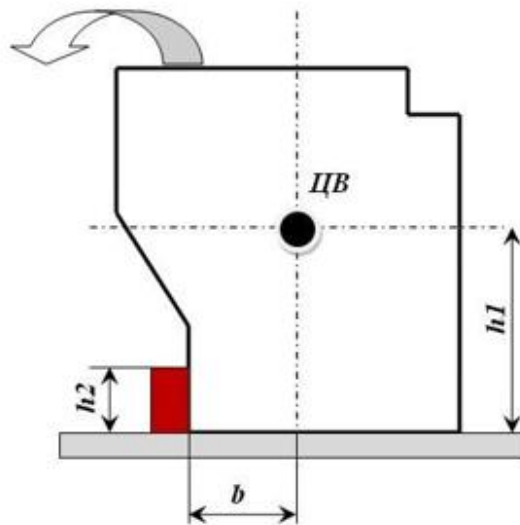


Рисунок 3.1.

Пиломатеріали (дошки, бруски) та вироби з деревини (щити, рами, підкладки, прокладки, листи фанери, порожні піддони) використовуються для таких цілей:

1) Розміщуються на підлозі контейнера, між рядами вантажу, в проміжках між вантажем і стінками контейнера або кузова, між окремими елементами

вантажу, а також між штабелями чи їх частинами;

2) Використовуються для вирівнювання навантаження у штабелі та запобігання його розвалу;

3) Використовуються для облаштування настилу під вантаж;

4) Забезпечують надійне розташування вантажу у верхніх ярусах;

5) Застосовуються для відокремлення окремих складових вантажу, щоб уникнути їх пошкодження через контакт один з одним.

Ці матеріали виконують важливу функцію у забезпеченні безпечного перевезення, сприяючи надійній фіксації та захисту вантажу.

Для закріплення вантажів циліндричної форми, розташованих на твірних поверхнях циліндра, рекомендується використовувати підлинюючі бруски (рис. 3.2).

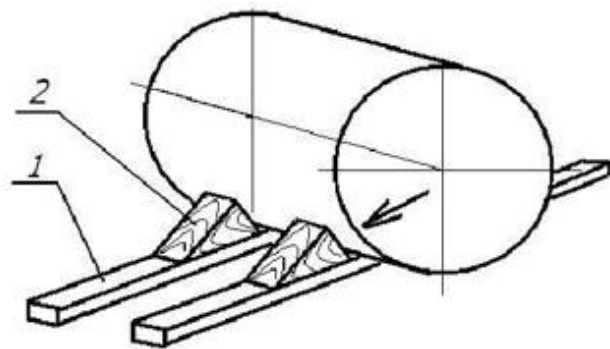


Рисунок 3.2. 1 – опорні бруски; 2 – підклинюючі бруски.

Матеріали та правила виготовлення розтяжок для кріплення вантажів у контейнерах:

1) Для виготовлення розтяжок використовують(сталевий дрід або троси, канати з натуральних чи синтетичних матеріалів, а також комбіновані варіанти, стяжні ремені та текстильні стрічкові стропи).

2) Розтяжки повинні бути захищені від(перетирання на гострих кутах, механічного зносу та пошкоджень, впливу хімічних речовин, таких як розчинники, кислоти тощо).

Типи вантажів:

- непакетовані вантажі в тарі ящикового типу (коробки, ящики);
- вантажі в тарі циліндричної форми (бочки, барабани);
- вантажі, сформовані у пакети.

Принципи розміщення:

- 1) Вантажі розташовують впритул до торцевої стінки контейнера та один до одного, з максимальним використанням площі підлоги;
- 2) Розміщення здійснюється в один або кілька ярусів по висоті залежно від типу вантажу.

Таке розміщення забезпечує оптимальне використання простору контейнера та гарантує стійкість і безпечність транспортування (рис. 3.3).

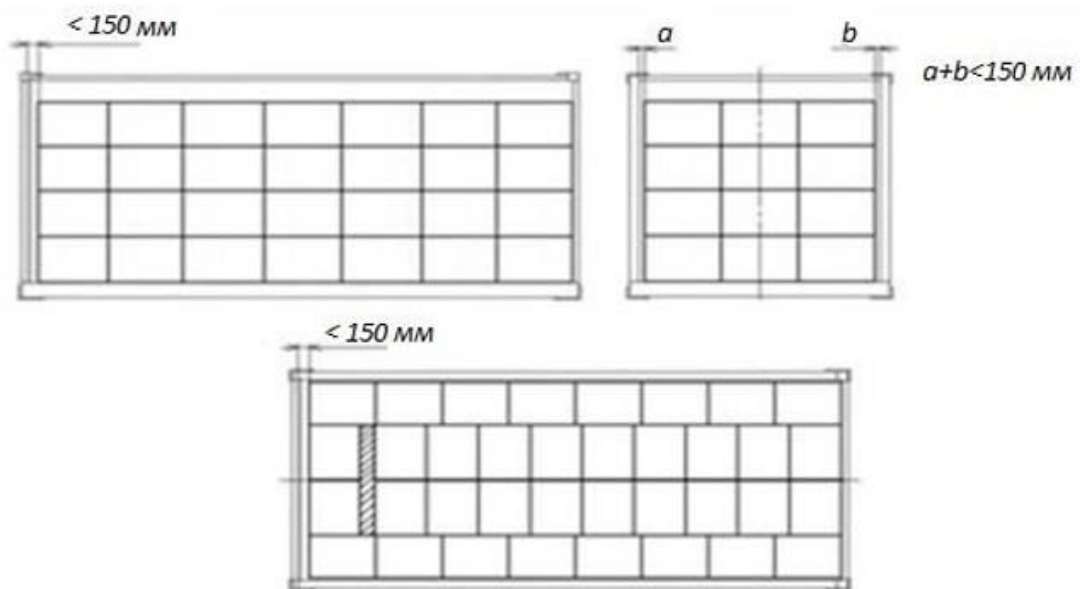


Рисунок 3.3.

Проміжки між місцями вантажу, а також між вантажем і стінками контейнера повинні бути заповнені для забезпечення стійкості. Для цього можна використовувати, наприклад, порожні піддони, які встановлюються вертикально у проміжки та за необхідності скріплюються додатковими дерев'яними рейками. Допускається залишати технологічні проміжки, необхідні для безперешкодного завантаження і вивантаження, за умови, що їх сумарна ширина в будь-якому горизонтальному або поперечному напрямку не перевищує 150 мм (рис. 3.3).

Ящики чи коробки однакового розміру, розміщені у кілька ярусів, повинні бути вирівняні таким чином, щоб навантаження верхніх ярусів передавалося на вертикальні стінки ящиків, розташованих нижче.

Якщо верхній ярус не може бути повністю заповнений, кріплення вантажу у поздовжньому напрямку забезпечується наступними методами (рис. 3.4):

- упор у місця розміщення сусідніх рядів за допомогою підкладок;
- установка допоміжних щитів між поперечними рядами для фіксації;
- перев'язка вантажу через підбір способу укладання.

Ці заходи сприяють збереженню стійкості вантажу під час транспортування, знижуючи ризики його пошкодження або зміщення.

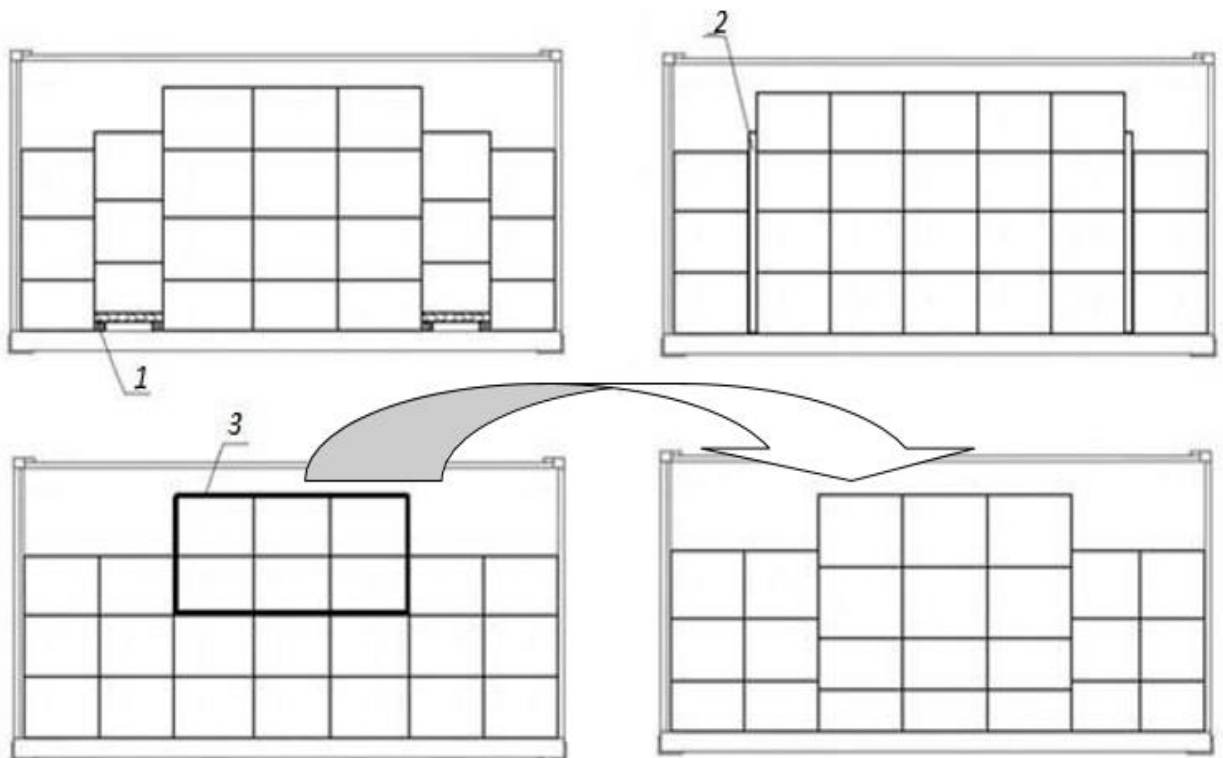


Рисунок 3.4.

Вантажі у циліндричній тарі: бочки, барабани, бідони і тому подібне розміщують у вертикальному положенні ..пробками (кришками) вгору.

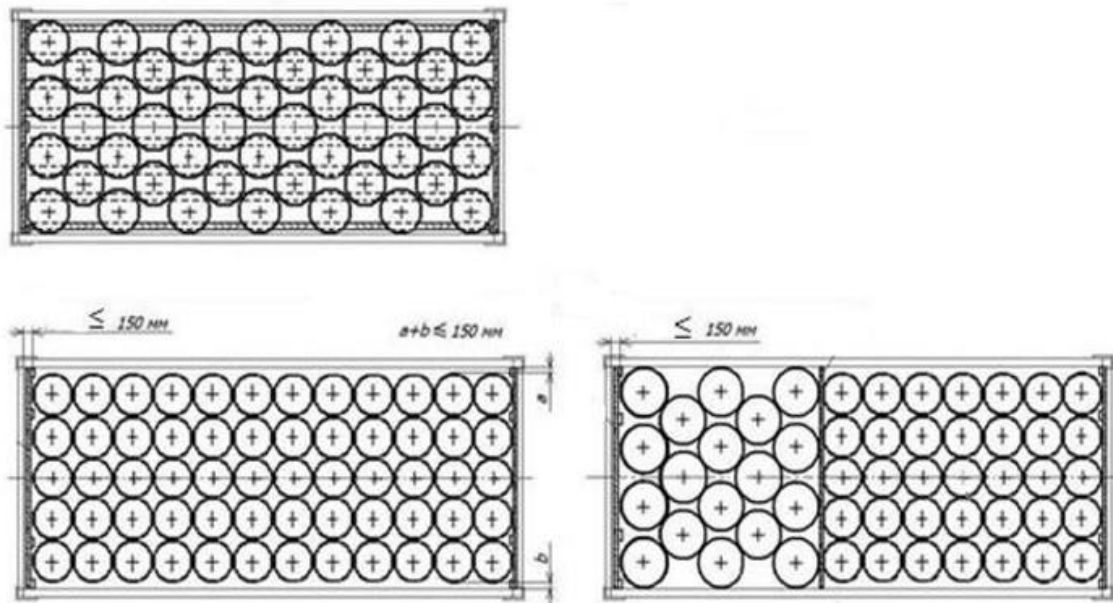


Рисунок 3.5

У кожному ярусі бочки розміщують щільно до торцевої стінки контейнера та одна до одної, формуючи прямі ряди або розташовуючи їх у шаховому порядку по всій довжині кузова чи контейнера (рис. 3.5). В одному контейнері дозволяється розміщувати бочки та барабани різних типів і розмірів. Бочки нижнього ярусу встановлюються на дерев'яні підкладки з перерізом не менше 40×100 мм, укладені вздовж контейнера таким чином, щоб кожна бочка спиралася на дві підкладки. Підкладки можуть бути суцільними по всій довжині контейнера або складатися з окремих частин.

При розміщенні бочок або барабанів із металевими днищами у кілька ярусів (за винятком випадків, коли конструкція днища та верхньої частини забезпечує їх взаємну фіксацію під час штабелювання), а також при укладанні неметалевих бочок, між ярусами обов'язково укладаються подовжні дерев'яні прокладки з дошок перерізом не менше 25×100 мм.

Торцеву стінку контейнера захищають на висоту завантаження екраном (щитом) з фанери товщиною не менше 6 мм або з іншого матеріалу аналогічної міцності.

Якщо загальний вільний проміжок уздовж довжини контейнера не перевищує 150 мм, штабель бочок із боку дверей також захищають подібним екраном (щитом). Якщо цей проміжок перевищує 150 мм, штабель бочок додатково фіксують із боку дверей.

Вантажі, які не розміщуються у щільний штабель, розташовуються індивідуально або групами з урахуванням вимог до розташування загального центру ваги вантажу в контейнері та забезпечення їх кріплення. У групі вантажі розміщуються щільно один до одного. Кожне місце вантажу або група вантажів мають бути надійно закріплені, щоб запобігти їх зміщенню в поздовжньому та поперечному напрямках, а за необхідності — також від перекидання.

Для нестійких вантажів, схильних до перекидання, необхідно використовувати додаткові конструкції розпорів. Після завершення завантаження або вивантаження контейнер пломбується.

3.3. Способи кріплення небезпечних вантажів: переваги і недоліки

До кріплення тари з небезпечними вантажами при перевезенні автомобільним транспортом висуваються підвищені вимоги, які зумовлені насамперед необхідністю забезпечення безпеки транспортування. Як зазначалося раніше, вантаж, на який не діють зовнішні сили, продовжує рухатися прямолінійно з постійною швидкістю. Однак зміна швидкості транспортного засобу або напряму його руху призводить до виникнення сил інерції. Чим більші відхилення від прямолінійного та рівномірного руху (наприклад, під час різкого гальмування, розгону, поворотів чи зміни смуги), тим сильніше вантаж впливає на навколишні об'єкти. При рушанні з місця сила інерції спрямована назад і становить 0,5 ваги вантажу. Під час гальмування інерційна сила спрямована

вперед і може досягати 0,8 ваги вантажу. На крутих поворотах поперечна інерційна сила може сягати 0,5 ваги вантажу.

Максимальні значення інерційних сил, що виникають за стандартних умов перевезення автомобільним транспортом, наведені на рис. 3.6.

Вироби, що містять небезпечні речовини, повинні бути закріплені за допомогою відповідних засобів, які забезпечують їх надійну фіксацію у транспортному засобі або контейнері. Це необхідно для запобігання будь-яким переміщенням вантажу, які можуть змінити положення упаковок або спричинити їх пошкодження. Якщо небезпечні вантажі перевозяться разом з іншими вантажами (наприклад, важким обладнанням або обрешітками), усі вантажі повинні бути міцно закріплені або надійно розміщені в транспортних засобах або контейнерах, щоб унеможливити вивільнення небезпечних речовин.

За необхідності транспортний засіб або контейнер повинні бути оснащені пристроями, які спрощують процес закріплення небезпечних вантажів. Незалежно від відстані перевезення, вантажі, що транспортуються автомобільним транспортом, мають бути надійно закріплені у кузові.

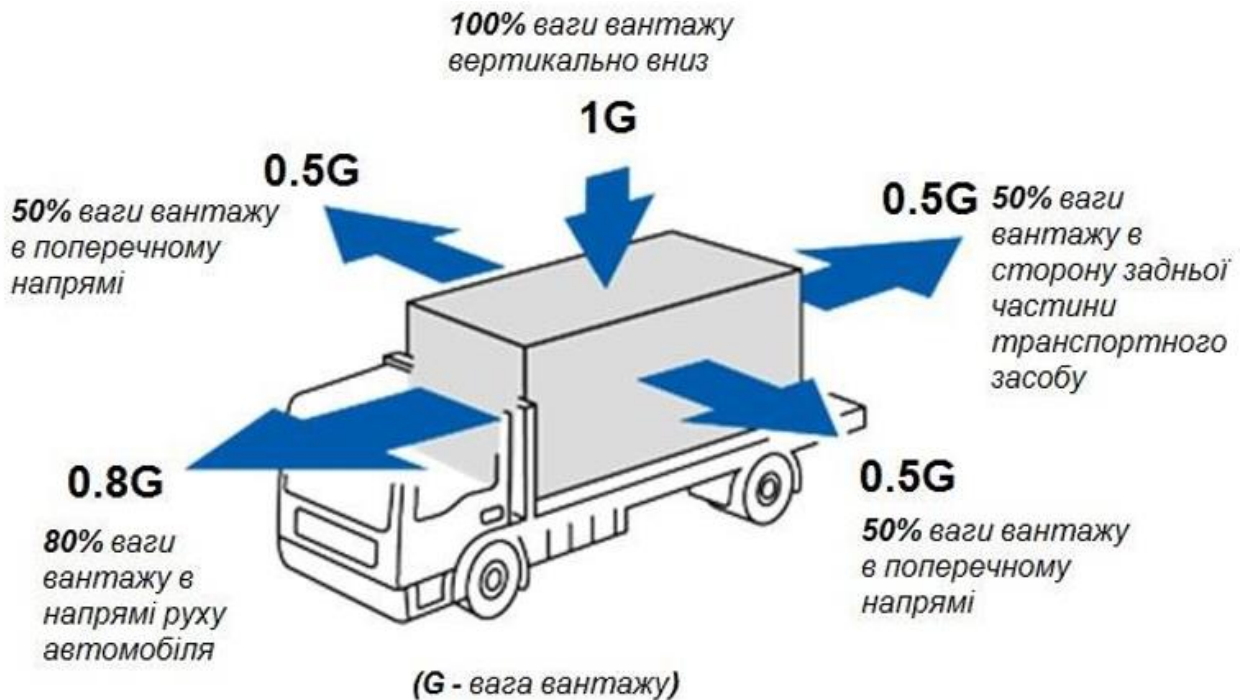


Рисунок 3.6

Конструкція механізмів для кріплення вантажів зазвичай розробляється з урахуванням таких параметрів:

- прискорення транспортного засобу;
- коефіцієнти тертя;
- коефіцієнти безпеки;
- методи випробувань.

Ці параметри та методи викладені у європейському стандарті EN 12195-1:2010.

Для запобігання переміщенню вантажу (ковзанню, перекиданню, перекочуванню, деформації чи обертанню) допускається застосовувати комбіновану дію сил замикання, блокування, а також безпосередньої та фрикційної ув'язки.

Механізми для кріплення небезпечного вантажу з метою запобігання його ковзанню, перекиданню та перекочуванню повинні розроблятися згідно з інструкціями, викладеними в короткому керівництві з ув'язки або аналогічних документах. Під час розробки схем кріплення слід враховувати такі фактори:

- напрямок кріплення;
- методи та засоби кріплення;
- коефіцієнт тертя;
- габаритні розміри та положення центру тяжіння;
- вага вантажу.

Якщо для запобігання одночасно ковзанню та перекиданню застосовуються притискні ремені, слід окремо розрахувати кількість ременів, необхідних для запобігання ковзанню, і кількість ременів, необхідних для запобігання перекиданню. Найбільше з отриманих значень є мінімальною кількістю ременів, необхідних для безпечного транспортування небезпечного вантажу.

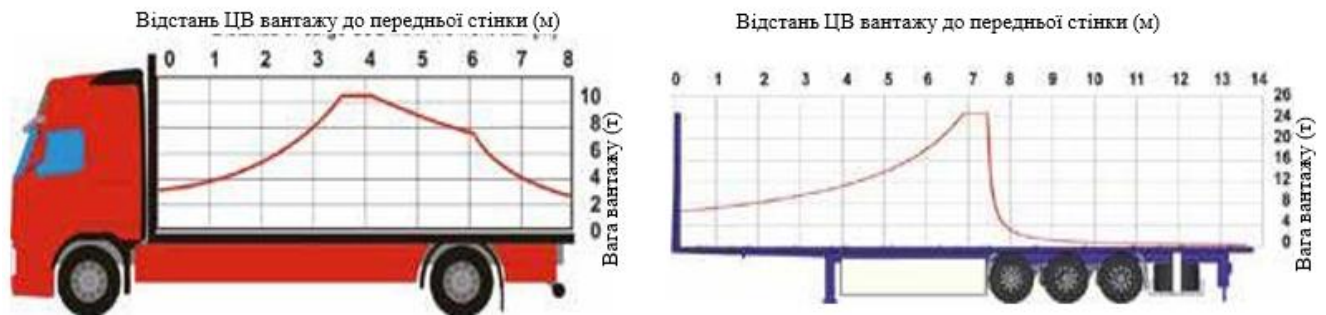


Рисунок 3.7

Транспортні одиниці, призначені для перевезення небезпечних вантажів, потребують особливої уваги до розташування центру ваги вантажу, оскільки це впливає на осьове навантаження, яке є критичним для збереження керованості транспортного засобу та ефективності його гальмування. На такі транспортні засоби можуть наноситися спеціальні діаграми (рис. 3.7), які ілюструють допустиме корисне навантаження залежно від поздовжнього положення центру ваги вантажу. Максимальне корисне навантаження зазвичай може бути використане лише за умови, що центр ваги розташований у межах вузького діапазону, який становить приблизно половину довжини всього вантажного простору.

Вантаж може бути закріплений одним або кількома з таких способів:

- блокування;
- фіксація притисканням;
- кріплення за допомогою петлі;
- діагональне кріплення;
- кріплення за допомогою розтяжок;
- безпосередня ув'язка;
- комбінування методів у поєднанні з тертям.

Блокування передбачає таке розташування вантажу, за якого він повністю заповнює вільний простір між блокуючими елементами вантажного відділення або контейнера (рис. 3.8).

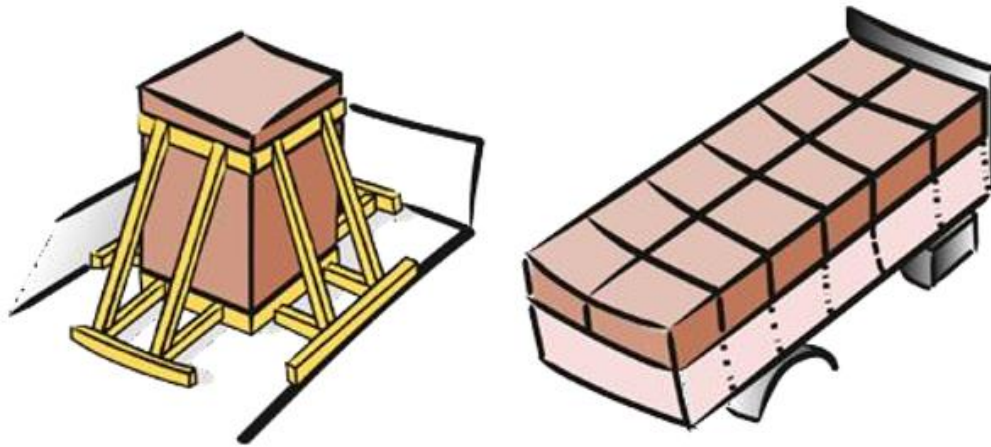


Рисунок 3.8

Для ефективного кріплення вантажу методом блокування упаковки необхідно розміщувати щільно до блокуючих конструкцій транспортного засобу та одна до одної. Якщо вантаж не заповнює простір між бічними і торцевими бортами та не зафіксований іншим способом, порожнини, що виникли, слід заповнити прокладними матеріалами, які створюють стискуючі зусилля, достатні для надійного блокування вантажу (рис. 3.9). Сила стискання повинна бути пропорційною загальній вазі вантажу.

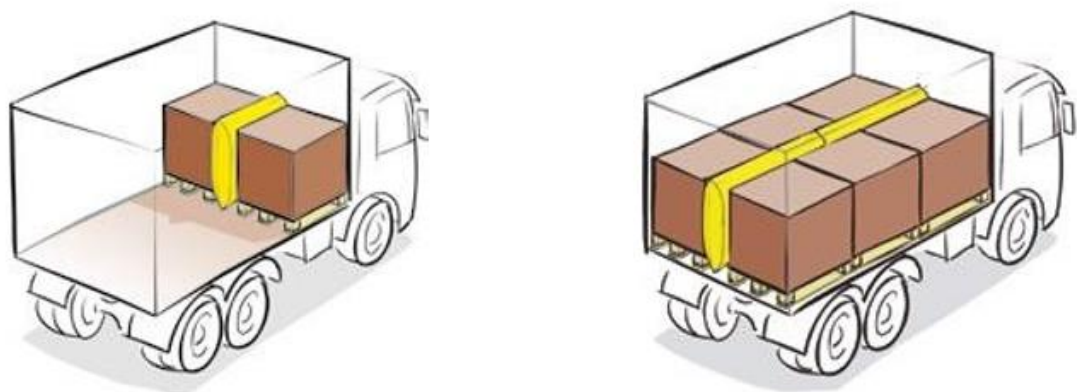


Рисунок 3.9

Ще одним варіантом прокладного матеріалу є надувні подушки, які можуть використовуватися як одноразові, так і багаторазові. Вони легко встановлюються та наповнюються стислим повітрям, часто за допомогою

вихідного штуцера бортової системи стислого повітря вантажівки. Постачальники повітряних подушок мають надавати відповідні інструкції та рекомендації щодо допустимого навантаження і необхідного тиску повітря.

Важливо уникати пошкоджень повітряних подушок, спричинених зносом або розривами. Їх не слід використовувати як прокладний матеріал упритул до дверей, нежорстких поверхонь або перегородок.

Якщо між вантажем і блокуючими конструкціями виникають значні порожнини, доцільно використовувати блокуючі розпірки з міцними дерев'яними прокладками. Розпірки повинні бути встановлені таким чином, щоб прокладки розташовувалися під прямим кутом до вантажу, який вони підтримують. Це забезпечує здатність розпірок витримувати навантаження, що виникають від вантажу. Альтернативним рішенням є заповнення великих порожнин порожніми піддонами (рис. 3.10).

Хоча блокування є одним із найефективніших методів кріплення небезпечних вантажів, цей спосіб має певні недоліки. Технологія завантаження та методи кріплення вантажів нерозривно пов'язані між собою. Схема розташування вантажу в кузові або контейнері безпосередньо визначає схему блокування та вибір елементів кріплення. Розробка універсального підходу до блокування різних типів небезпечних вантажів для транспортування різними видами автотранспортних засобів часто є складним завданням. Тому процес блокування зазвичай є індивідуальним і нерідко хаотичним, що вимагає від фахівців значного досвіду, високої кваліфікації та глибоких знань. Крім того, він потребує значних матеріальних витрат і часу на виконання завантажувальних операцій.

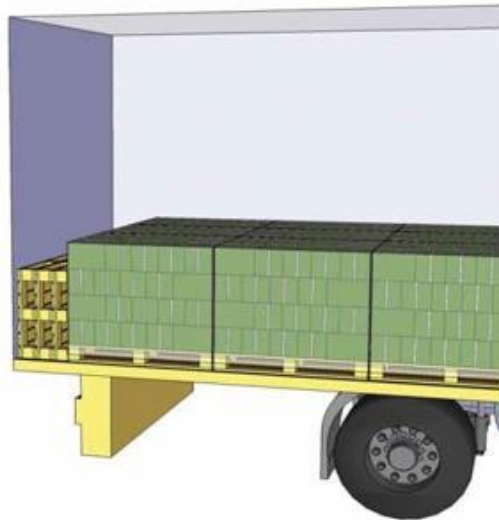


Рисунок 3.10

Кріплення притисканням — це метод закріплення вантажу, при якому кріпильний ремінь або інший аналогічний засіб охоплює вантаж зверху і фіксується обома кінцями у точках кріплення, розташованих по обидва боки вантажної платформи (рис. 3.11). Цей спосіб забезпечує запобігання зміщенню та перекиданню вантажу. Наприклад, кріплення притисканням можна використовувати для фіксації вантажу, який не заблокований у поперечному напрямку, до вантажної платформи. Навіть якщо сила тертя достатня для запобігання зміщенню, вібрація та поштовхи під час транспортування можуть спричинити його рух. Тому застосування притискання необхідно навіть у випадках, коли тертя забезпечує достатню стійкість. Однак цей метод є малоефективним для перевезення штабельованої тари, оскільки притискні пристрої доводиться використовувати окремо для кожного шару вантажу.

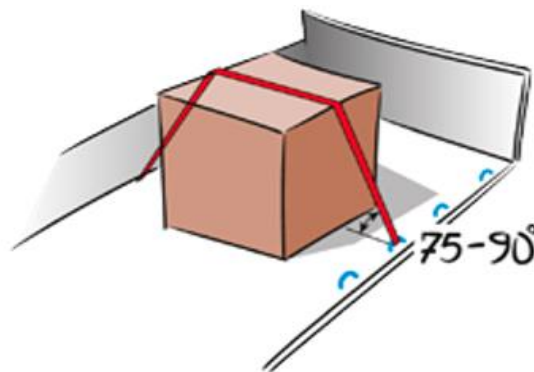


Рисунок 3.11

Кріплення петлею — це метод закріплення вантажу, при якому кріпильний ремінь або інший аналогічний засіб охоплює вантаж петлею, фіксуючись в одній або кількох точках кріплення, розташованих з одного боку вантажної платформи (рис. 3.12). Для забезпечення надійності такого кріплення необхідно використовувати щонайменше два гнучких засоби, закріплені за точки на протилежних бортах платформи. Такий спосіб захищає вантаж від перекидання та поперечного зміщення. Однак кріплення петлею запобігає зміщенню вантажу лише в одному напрямі (поперечному або поздовжньому). Для запобігання руху в іншому напрямі необхідно додатково заблокувати основу вантажу.

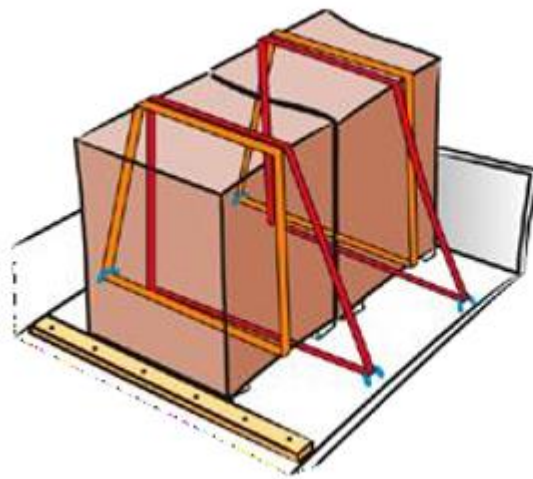


Рисунок 3.12.

Діагональне кріплення — це метод фіксації вантажу, за якого кріпильний ремінь охоплює край вантажу і закріплюється по діагоналі у точках кріплення на вантажній платформі. Рекомендується, щоб кут між ремнем і підлогою вантажної платформи не перевищував 45° . Цей спосіб застосовується для запобігання перекиданню та зміщенню вантажу у поздовжньому напрямку. Існує кілька варіантів реалізації діагонального кріплення (рис. 3.13).

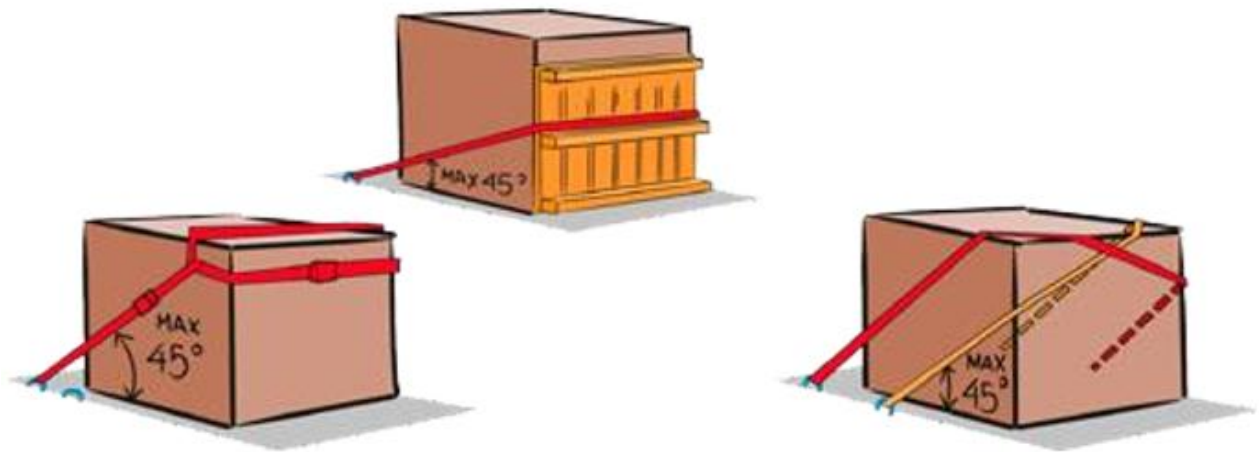


Рисунок 3.13

Якщо вантаж обладнаний спеціальними пристроями (наприклад, кріпильними петлями, гачками тощо) достатньої міцності, для його фіксації можна використовувати розтяжки. Один кінець розтяжки кріпиться до пристрою на вантажі, а інший — до точки кріплення на вантажній платформі. Кріплення розтяжками зазвичай застосовується для фіксації різного обладнання, що містить небезпечні вантажі.

На практиці під час перевезення вантажів, включаючи небезпечні, часто використовуються різні види ув'язок, серед яких виділяється «ресорна ув'язка». Цей метод застосовується для запобігання перекиданню або зміщенню вантажу вперед чи назад. Ресорна ув'язка є видом діагонального кріплення, який використовує один або два ремені, що охоплюють кути кожного вантажного ярусу (рис. 3.14). Кут між ременями та поверхнею вантажу, вимірюваний у поздовжньому напрямку, рекомендується не перевищувати 45° . Цей метод, хоча й ефективний, є досить витратним, оскільки потребує кріплення вантажу на кожному ярусі окремо.



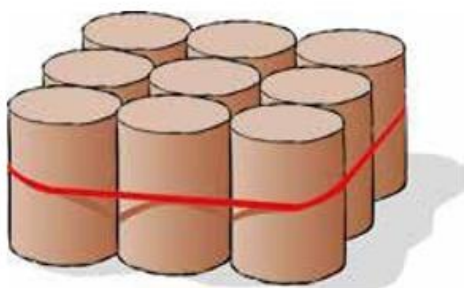
Рисунок 3.14

Кругова ув'язка у поєднанні з іншими методами кріплення використовується для об'єднання кількох упаковок у єдиний моноліт.

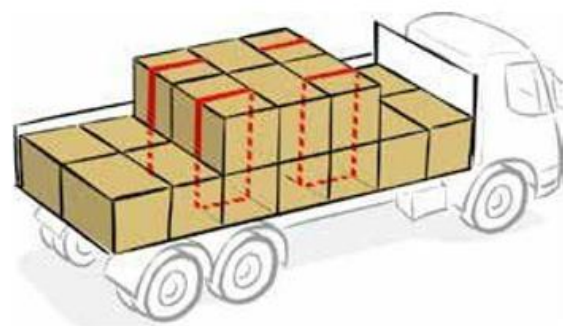
Горизонтальна кругова ув'язка (рис. 3.15 а) виконується шляхом об'єднання кількох упаковок у вантажні пакети. Це допомагає знизити ризик перекидання вантажу.

Вертикальна кругова ув'язка (рис. 3.15 б) застосовується для об'єднання кількох одиниць вантажу з метою стабілізації секції та збільшення вертикального тиску між ярусами.

Однак при використанні вертикальної ув'язки існує ризик прослизання окремих упаковок усередині ярусу.



а



б

Рисунок 3.15

Для запобігання ковзанню вантажу в поздовжньому та поперечному напрямках можна застосовувати комбінацію різних методів, таких як ресорна ув'язка, верхнє кріплення або петлеве кріплення, поєднані з блокуванням. Однак ці процедури залишаються досить затратними з точки зору часу та ресурсів.

Вибір найбільш ефективного способу закріплення небезпечного вантажу залежить від його типу та характеристик. Перевізники повинні забезпечувати свої транспортні засоби відповідним кріпильним обладнанням для вантажів, які вони зазвичай перевозять. У разі перевезення небезпечних вантажів перевізники зазвичай оснащують транспортні засоби кількома типами кріпильних засобів для забезпечення універсальності та безпеки.

Іноді, коли між різними шарами вантажу є різниця у висоті, можна застосовувати метод блокування за допомогою уступу або панелей для фіксації верхнього шару відносно нижнього. Для цього використовується базовий матеріал, наприклад вантажні піддони, які піднімають вантажну секцію, створюючи уступ, що слугує упором для блокування верхнього шару у поздовжньому напрямку. Якщо блокування за допомогою уступу або панелей здійснюється ззаду, позаду заблокованої секції мають бути розташовані щонайменше дві секції нижнього шару.

Вибір найбільш ефективного способу кріплення небезпечного вантажу на транспортному засобі або в контейнері залежить від його форми, розмірів, характеру можливих переміщень та інших важливих факторів. Усе обладнання, яке використовується для кріплення вантажу, повинно регулярно перевірятися на предмет зносу чи пошкоджень. Огляд і перевірка засобів кріплення здійснюються відповідно до інструкцій, наданих виробником. Особливу увагу слід приділяти якості ременів і тросів, які є критично важливими для забезпечення безпеки транспортування.

Тому, одним із важливих завдань при перевезенні небезпечних вантажів є розробка схем завантаження та кріплення, які забезпечують не лише повну безпеку транспортування, але й відрізняються технологічністю та економічною ефективністю. Одним із таких інноваційних підходів є використання

фрактального розташування штабелів вантажу в автомобільному транспорті.

3.4. Дослідження фрактальних властивостей воксельних моделей схем розташування ящикової тари з небезпечними вантажами на автомобільному транспорті

Геометричні характеристики модельованих об'єктів є ключовими для вирішення багатьох практичних завдань. Якщо ці характеристики визначаються та аналізуються на основі двовимірних зображень реальних об'єктів і множин, вони зазвичай мають дискретно-піксельну структуру. Для узагальнення інформації про об'єкти, представлені на зображеннях, і її використання у вирішенні конкретних задач, необхідно розробити методику та алгоритми обчислення основних характеристик об'єктів: параметрів їхньої форми, геометричної структури, складу об'єктів та інших властивостей. На основі аналізу отриманих характеристик формуються висновки про типи об'єктів, якість зображення, а також визначаються напрями вдосконалення його технічних і технологічних параметрів.

Очевидно, що основою аналізу є геометричні характеристики як усього зображення, так і його окремих фрагментів. Найчастіше серед параметрів, що вимірюються у фрагментах зображення, виділяють: ідентифікацію типу об'єкта, його топологічну розмірність, лінійні розміри, периметр, площу, параметри форми (опуклість, компактність, концентричність, округлість), статичні моменти замкнутих областей та інші геометричні властивості. Однією з ключових геометричних характеристик зображень природних і фізичних об'єктів є їхня фрактальна розмірність. Саме фрактальна розмірність, разом із іншими геометричними параметрами, може стати основою для ефективного вдосконалення властивостей моделей, що, у свою чергу, сприятиме покращенню характеристик реальних об'єктів.

Сучасні технології та засоби візуалізації постійно вдосконалюються, і все частіше виникає потреба у відображенні моделей у просторах, що мають розмірність більшу за двовимірну. Це ставить нові виклики, які потребують розробки нових, а іноді навіть радикально інших підходів. У зв'язку з цим актуальним є завдання пошуку та створення альтернативних методів візуалізації для вирішення специфічних проблем у окремих випадках.

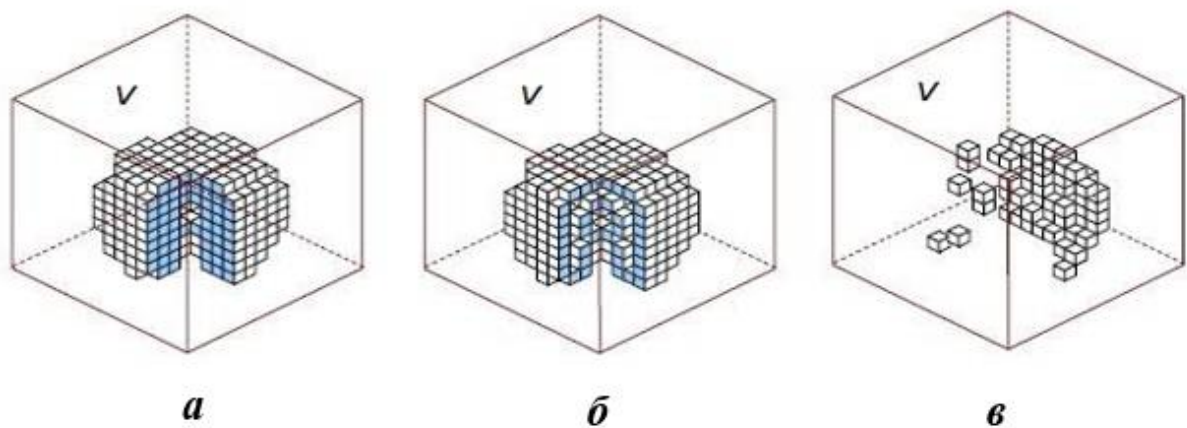


Рисунок 3.16 – Воксельні моделі: а – тривимірне тіло; б – поверхня; в – неупорядкована множина точок.

Альтернативним способом представлення об'єктів, зокрема фрактальних, у сцені є використання об'єму, в якому вся сцена складається з вокселів — елементарних об'ємних одиниць (рис. 3.16). Воксели є тривимірними аналогами пікселів у двовимірній графіці, і зазвичай кожен із них має форму куба. Основним недоліком такого підходу до представлення об'єктів із різною топологічною або фрактальною розмірністю є великий фізичний об'єм даних. Наприклад, об'єм із середньою роздільною здатністю 256^3 вимагає зберігання близько 16 мільйонів вокселів. Для генерації зображення тривимірного об'єкта на екрані потрібно обробити кожен із цих вокселів, що значно ускладнює обчислювальні процеси.

Однак об'ємне представлення має й низку важливих переваг. Воно дозволяє отримати інформацію не лише про зовнішній шар моделі, але й про

геометричні характеристики її внутрішніх елементів. Крім того, воксельні моделі забезпечують візуалізацію високо деталізованих об'єктів без потреби в додаткових програмних ресурсах. Кожен воксель може додатково містити інформацію про матеріал, його щільність, пружність та інші властивості.

Для вимірювання об'єму даного об'єкту із фрагментацією α приймаємо елементарний воксель зі стороною unit, або кубик із об'ємом $\Delta \times \Delta \times \Delta = \Delta^3$ (де $\Delta = \text{unit}$). Якщо для об'ємного покриття об'єкту таких елементарних вокселів необхідно буде N штук, то об'єм визначатиметься:

$$V = N_{(\Delta)} \times \Delta^3 = C \times \Delta^{3-D}.$$

Опускаючи невизначений множник C у класичному виразі $N = C \times \Delta^{-D}$, можна для будь-якої ітерації масштабної інваріантності n записати:

$$V_n = \left(\frac{N_{(\Delta)}}{\alpha^3} \right)^n, \quad \Delta_n = \left(\frac{1}{\alpha} \right)^n,$$

$$3 - D^3 = \frac{\ln\left(\frac{1^{V_{(\Delta)}}}{\alpha^3}\right)}{\ln\left(\frac{1}{\alpha}\right)} \quad D_3 = 3 + \frac{\ln\left(\frac{1^{V_{(\Delta)}}}{\alpha^3}\right)}{\ln(\alpha)} - \frac{3\ln(\alpha) + \ln\left(\frac{1^{V_{(\Delta)}}}{\alpha^3}\right)}{\ln(\alpha)} = \frac{\ln(1^{V_{(\Delta)}})}{\ln(\alpha)}.$$

Обчислення кількості елементарних кубів у серії масштабних ітерацій для визначення фрактальної розмірності воксельної моделі є досить складним завданням. Проте, якщо застосувати пошаровий підхід до підрахунку фрактальної розмірності складових елементів, перетворюючи модель на піксельну, то процедуру розрахунку можна представити у наступному вигляді:

$$D_3 = 1 + \frac{\ln\left(\frac{1}{\alpha} (N_{(\Delta)}^1 + N_{(\Delta)}^2 + N_{(\Delta)}^3 + \dots + N_{(\Delta)}^\alpha)\right)}{\ln(\alpha)}$$

де $N_{(\Delta)}^1, N_{(\Delta)}^2, N_{(\Delta)}^3, \dots, N_{(\Delta)}^\alpha$ - кількість зайнятих клітин (пікселів) у кожному із шарів.

Цей вираз дозволяє значно спростити процес обчислення фрактальної розмірності заданого об'єкта. Він передбачає визначення фрактальної розмірності шляхом поступового зниження розмірності простору для кожного окремого шару та аналізу його необхідних геометричних характеристик.

У практичному застосуванні методик покращення технологічних і технічних характеристик об'єктів через управління фрактальною розмірністю їхніх воксельних моделей ключову роль відіграють не стільки числові характеристики чи точність вимірювань, скільки тенденції та прогнозування зв'язку між фрактальною розмірністю і якістю проєктованих об'єктів або процесів. Такий підхід дозволяє суттєво спростити реалізацію задач, пов'язаних із аналізом воксельних моделей.

Наприклад, розглянемо задачу хаотичного розміщення двох типів призматичних тіл у контейнері заданих розмірів: шести кубів і п'яти жовтих призм (рис. 3.17а). Об'єкти занурені у простір, розміщені щільно, але без певного порядку. Масштабна інваріантність воксельного представлення цього простору (рис. 3.17б) дозволяє обчислити фрактальну розмірність заданої просторової структури.

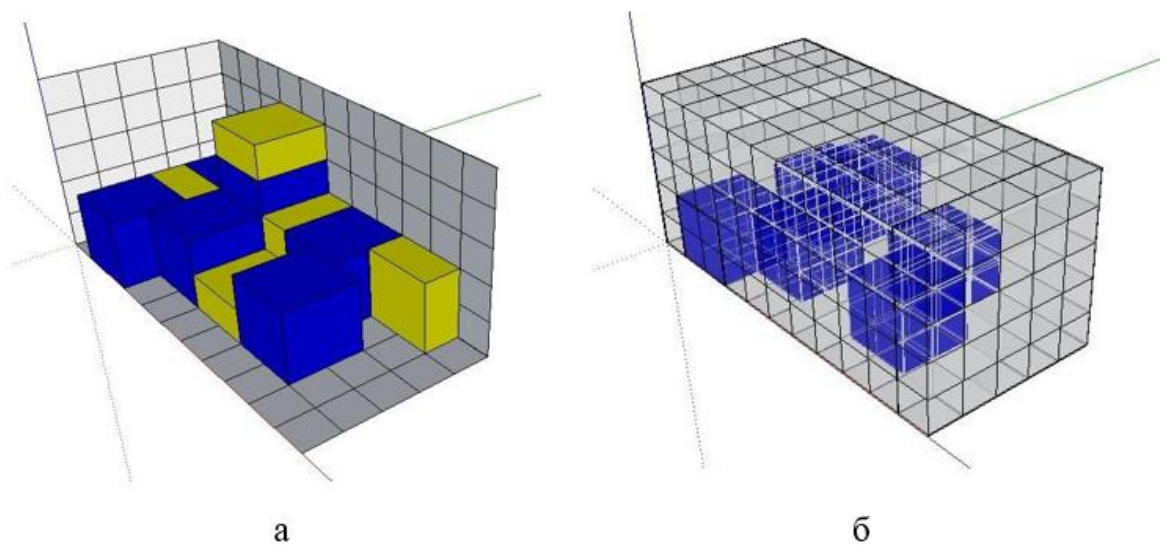


Рисунок 3.17

Розглянемо можливість представлення елементів заданого простору (рис. 3.17б) у каркасній формі та окремо проаналізуємо їхні проєкції на три ортогональні площини: ZOX , YOX і ZOY (рис. 3.18).

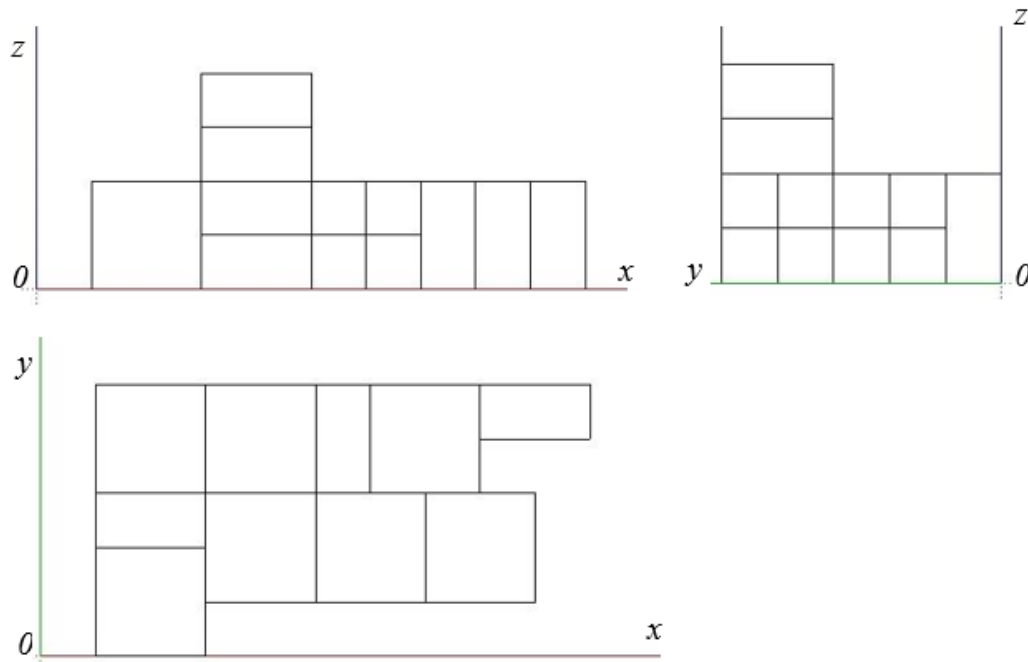


Рисунок 3.18

Кожен елемент моделі на кожній із проєкцій обмежений чотирма лініями каркаса. Проєкція множини цих каркасних елементів визначає фрактальну розмірність зображення, а взаємне зміщення ліній на проєкціях впливає на величину фрактальної розмірності. Використовуючи спеціалізоване програмне забезпечення, розраховуємо фрактальну розмірність каркасу ліній для множини призматичних тіл на кожній з проєкційних площин (рис. 3.19).

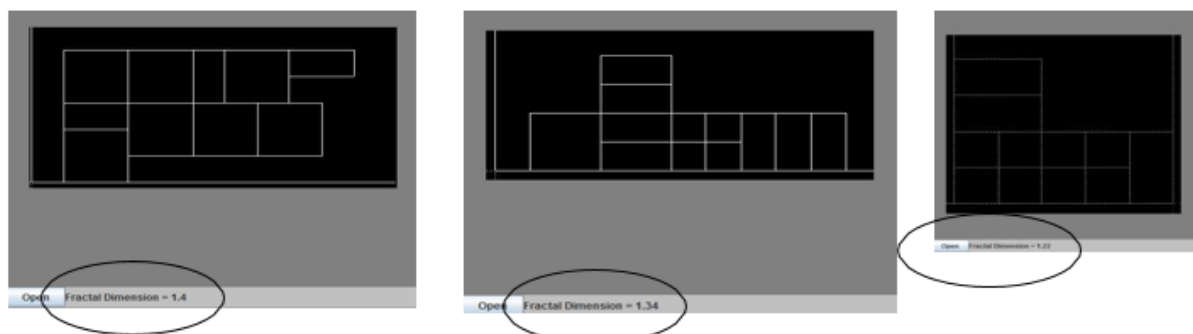


Рисунок 3.19

Переставляючи окремі елементи та змінюючи їх розташування, скористаємося можливістю переміщення по всіх трьох координатних осях, щоб модифікувати структуру контейнера. Обчислимо, як ці зміни вплинули на показники фрактальної розмірності проєкцій зображень. Наприклад, на рисунку 3.20 показано значення фрактальної розмірності нової моделі розташування елементів у площині Y0X.

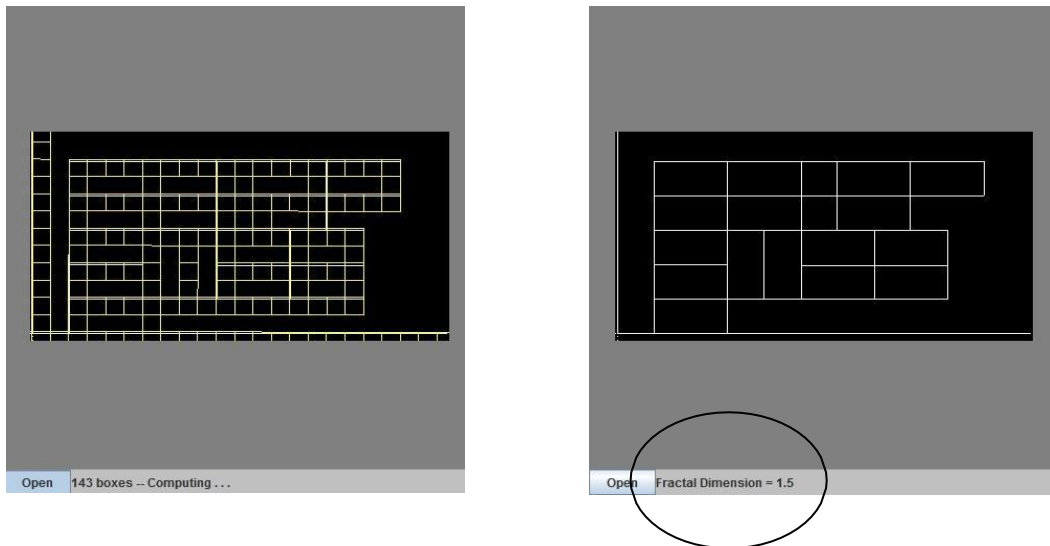


Рисунок 3.20

В рамках проблематики даної роботи розглянемо практичне завдання розробки схеми розташування, захисту від ковзання та перекидання, а також безпечного закріплення багат шарового вантажу в ящиковій тарі. У ящиках розміщені піротехнічні речовини, які належать до 1 класу небезпечних вантажів і потребують особливої уваги до створення безпечних умов транспортування.

Ящики розміром 500×500 мм у кількості 150 шт. завантажуються в контейнер автомобіля розмірами $2700 \times 6000 \times 2200$ мм.

Найпростішим рішенням для завантаження такої кількості ящиків з небезпечним вантажем є щільне укладання у три горизонтально розташовані штабелі по 50 ящиків у кожному шарі (рис. 3.21).

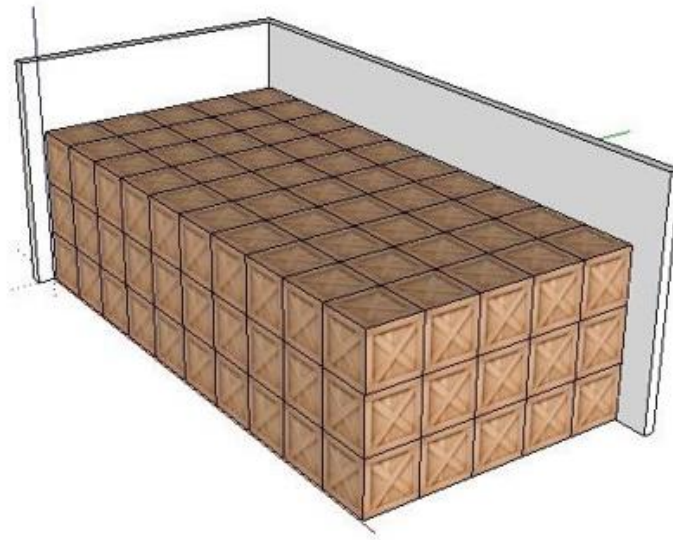


Рисунок 3.21

Знизити витрати на блокування окремих одиниць вантажу і, відповідно, зробити технологічний процес його кріплення більш економічним можна шляхом розробки спеціальної схеми завантаження. Така схема забезпечуватиме ефективне блокування ящиків у штабелях за рахунок зміни геометричних характеристик сформованого вантажного пакета. Визначальним геометричним параметром при створенні такої схеми може стати фрактальна розмірність пакетованого вантажу.



Рисунок 3.22

Запропонована схема завантаження тари з небезпечним вантажем (рис. 3.22), яка включає елементи геометричного блокування у пакеті, забезпечує максимально ефективну та економічно вигідну технологію закріплення пакету в контейнері, гарантуючи при цьому високий рівень безпеки під час транспортування.

Висновок до розділу 3.

В цьому розділі проведено аналіз підходів до розміщення та кріплення тари з небезпечними вантажами, а також розроблено інноваційні методи, що базуються на оптимізації геометричних параметрів укладання. Основні висновки цього розділу такі:

1) Традиційні способи розміщення та кріплення тари з небезпечними вантажами мають обмежену ефективність, зокрема, через недостатню увагу до геометричної оптимізації. Це призводить до підвищення ризиків пошкодження вантажу та загрози їх транспортування безпеці;

2) Запропоновані методи передбачають використання математичних моделей і алгоритмів оптимізації для визначення оптимального розташування тари у транспортних засобах;

3) Оптимізація геометричних параметрів укладання дала змогу розробити ефективні схеми розташування тари, що враховують її форму, розміри та масу. Це дозволяє максимально використовувати об'єм транспортного засобу та знижувати витрати на транспортування;

4) Розроблені методи передбачають удосконалення кріплень шляхом моделювання впливу динамічних навантажень, які виникають при транспортуванні. Завдяки цьому забезпечується висока стабільність вантажу навіть за екстремальних умов перевезення.

Використання розроблених методів забезпечує:

- зниження ймовірності аварійних ситуацій;
- оптимізацію витрат завдяки більш ефективному використанню простору

та матеріалів для кріплення.

Інноваційні методи доцільно впроваджувати на підприємствах, які здійснюють транспортування небезпечних вантажів. Особливий акцент слід зробити на автоматизації процесів розрахунку геометричних параметрів за допомогою спеціалізованого програмного забезпечення.

Таким чином, запропоновані методи суттєво вдосконалюють процес перевезення небезпечних вантажів, підвищуючи рівень їх безпеки та економічної ефективності.

ЗАГАЛЬНІ ВИСНОВКИ

У процесі виконання магістерської роботи було проаналізовано особливості перевезень небезпечних вантажів, ідентифіковано основні проблеми у цій сфері та запропоновано шляхи їх вирішення шляхом оптимізації способу перевезення. Основні висновки роботи такі:

1. Виявлено, що основними викликами є недосконалість існуючих методів організації перевезень, недостатній рівень безпеки та низька ефективність використання ресурсів. Ці проблеми вимагають комплексного підходу до їх вирішення.

2. Запропоновано підхід до оптимізації перевезень небезпечних вантажів, що включає:

- вибір найефективнішого виду транспорту залежно від характеристик вантажу;
- розробку маршрутів, які мінімізують ризики аварійних ситуацій;
- використання сучасних методів укладання та кріплення вантажу для підвищення стабільності під час транспортування.

3. У роботі створено математичну модель для оптимізації перевезень небезпечних вантажів. Ця модель дозволяє враховувати такі параметри, як відстань, витрати, безпека маршруту та швидкість доставки. Результати моделювання демонструють зниження витрат і підвищення надійності перевезень.

4. Для зменшення ризиків запропоновано впровадження сучасних технологій моніторингу, таких як GPS-трекери та сенсори для контролю параметрів навколишнього середовища. Це забезпечує можливість оперативного реагування на зміну умов транспортування та запобігання потенційним аварійним ситуаціям.

5. Проведено аналіз економічної ефективності запропонованих заходів. Оптимізація способу транспортування дозволила зменшити витрати на

перевезення та скоротити час доставки, що позитивно впливає на загальну продуктивність логістичної системи.

6. Удосконалені методи можуть бути застосовані як на підприємствах, що здійснюють перевезення небезпечних вантажів, так і в державних установах, які регулюють цю діяльність. Особливу увагу слід приділити підготовці персоналу та впровадженню автоматизованих систем планування перевезень.

Розроблені методи та запропоновані заходи значно підвищують ефективність і безпеку транспортування небезпечних вантажів. Оптимізація логістичних процесів сприяє мінімізації ризиків, зниженню витрат і покращенню якості транспортних операцій. Реалізація цих рішень стане важливим кроком на шляху до сталого розвитку транспортної галузі.

ПЕРЕЛІК ДЖЕРЕЛ ПОСИЛАННЯ

1. ДСТУ 3849- 99 «Дорожній транспорт, світлографічні схеми, розпізнавальні знаки, написи та спеціальні сигнали оперативних та спеціальних служб».
2. ДСТУ 4500-1:2008 «Вантажі небезпечні. Терміни та визначення».
3. ДСТУ 4500-3:2006 «Вантажі небезпечні. Класифікація».
4. ДСТУ 4500-5:2005 «Вантажі небезпечні. Маркування».
5. Пахно А., Шок В. П. Перевезення небезпечних вантажів автомобільним транспортом. Посібник для водіїв: базовий курс: «Світ книги», 2015. - 301 с.
6. Пустюльга С.І., Самостян В.Р., Головачук І.П., Придюк В.М., Оксенюк В.А. Методика ідентифікації зображень п'ятен розпилю палива форсунками // Сучасні технології в машинобудуванні та транспорті. – Луцьк, 2018. – Вип. 2 (11). с. 110-116.
7. Пустюльга С.І., Самчук В.П., Самостян В.Р., Головачук І.П. Кількісний аналіз нуль-вимірних (точкових) множин методами фрактальної геометрії. Прикладна геометрія та інженерна графіка”: Зб. наук. пр. - К., 2020. - Вип. 97. – С. 64-72.
8. Рекомендація № 11 «Європейській економічній комісії ООН. Документація при міжнародних перевезеннях небезпечних вантажів».
9. Європейська Угода про міжнародне дорожнє перевезення небезпечних вантажів (ДОПНВ).
10. Про автомобільний транспорт: Закон України від 07.09.2021 № 1712-IX.
11. Про ліцензування видів господарської діяльності: Закон України від 2 Березня Методичні вказівки для виконання кваліфікаційної роботи магістра студентами денної технології (на автомобільному транспорті)» спеціальності 275 «Транспортні і заочної форм навчання кваліфікаційного рівня «Магістр» за ОП «Транспортні технології (за видами)» спеціалізації 275.03 «Транспортні технології (на автомобільному транспорті)». // уклад.: П. В. Попович, В. І.

Котенко, К.Г.Ковцур та ін. Західноукраїнський національний університет. – Тернопіль: ЗУНУ, 2024. 25с.

12. Дослідження паркування автомобілів в містах// Бучок С. та ін., матеріали наукової інтернет-конференції «АВТОМОБІЛЬНИЙ ТРАНСПОРТ ТА ТРАНСПОРТНІ ТЕХНОЛОГІЇ». -Тернопіль, ЗУНУ, 2024р.

13. ДСТУ Б В.2.3-9 Споруди транспорту. Пристрої дорожні напрямні. Загальні технічні умови. Державний стандарт України. – К.: Держстандарт України, 2003. ДСТУ 2587-94 "Знаки дорожні. Загальні технічні умови. Правила застосування". Державний стандарт України. – К.: Держстандарт України, 01.01.1995.

14. Пасажирські автомобільні перевезення. Укл. Босняк М.Г. Навчальний посібник для студентів спеціальності: 6.100404 "Організація перевезень і управління на транспорті (автомобільний)" - К.: Видавничий Дім "Слово", 2009. 92 - 272 с.

15. ДСТУ 2610-94. Пасажирські автомобільні перевезення. Терміни та визначення. Державний стандарт України. – К.: Держстандарт України, 1994.– 28с.

16. Статистика ДТП України. Електронний ресурс – www.dtpua.com/stat_dtp.html.

17. Закон України „Про автомобільний транспорт” // Відомості Верховної Ради (ВВР). – 2006. – № 3492-IV. – С. 105. ВР [Електронний ресурс] / Верховна рада України. – Режим доступу: <http://zakon2.rada.gov.ua/laws/show/2344-14>.

18. Збірник законодавчих та нормативних документів, що регламентують діяльність підприємств автомобільного транспорту всіх форм власності (вип. 2). – К.: Юмана, 1998. – 528 с.

19. «AnyLogic cloud» [Електронний ресурс] Режим доступу: <https://cloud.anylogic.com>.

20. «EPA United States Environmental Protection Agency» [Електронний ресурс] / Режим доступу: <https://www.epa.gov/ghgemissions>

21. «Uacredity.com» [Электронный ресурс] / Режим доступа <https://uacredity.com/yak-vidkriti-avtostoyanku/>.
22. «Tomtom» [Электронный ресурс] /Режим доступа https://www.tomtom.com/en_gb/traffic-index/ranking.
23. Arnott R., Rowse J. Downtown parking in auto city //Regional Science and Urban Economics. – 2009. – Т. 39. – №. 1. – С. 1-14. 43.
24. Biswas S., Chandra S., Ghosh I. Effects of on-street parking in urban context: A critical review //Transportation in developing economies. – 2017. – Т. 3. – №. 1. – С. 10.
25. Button K. The political economy of parking charges in “first” and “secondbest” worlds //Transport Policy. – 2006. – Т. 13. – №. 6. – С. 470-478.
26. Cao Y., Yang Z. Z., Zuo Z. Y. The effect of curb parking on road capacity and traffic safety //European transport research review. – 2017. – Т. 9. – №. 1. – С. 4.
47. Chen J. et al.
27. Simulating the impacts of on-street vehicle parking on traffic operations on urban streets using cellular automation //Physica A: statistical mechanics and its applications. – 2017. – Т. 468. – С. 880-891.
28. Chiguma M. L. M. Analysis of side friction impacts on urban roads: Case study Dar-es-Salaam : дис. – КТН, 2007
29. Peprah C., Oduro C. Y., Afi Ocloo K. On-street parking and pedestrian safety in the Kumasi metropolis: issues of culture and attitude //Developing Country Stud. – 2014. – Т. 4. – №. 20. – С. 85-94.
30. Rudjanakanoknad J. Analysis of factors affecting street bottleneck capacity through oblique cumulative plots //Journal of the Eastern Asia Society for Transportation Studies. – 2010. – Т. 8. – С. 1621-1631.
31. Shoup D. C. The high cost of free parking. – Routledge, 2021. 58. Weant R., Levinson H. S. Parking. Eno Foundation for Transportation //Inc., Westport, Conn. – 1990.

32. Albalade, D. Tourism and urban public transport: Holding demand pressure under supply constraints [Text] / D. Albalade, G. Bel // Tourism Management. 2010. – 31. – P. 425-433.

33. Anbarci, N. Traffic fatalities: Does income inequality create an externality? [Text] / N. Anbarci, M. Escaleras, C.A. Register // Canadian Journal of Economics. – 2009. – 42 (1). – P. 244-266. зня 2015 року № 222-VIII.