

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
ЛЬВІВСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
ПРИРОДОКОРИСТУВАННЯ
ФАКУЛЬТЕТ МЕХАНІКИ, ЕНЕРГЕТИКИ ТА ІНФОРМАЦІЙНИХ
ТЕХНОЛОГІЙ
КАФЕДРА МАШИНОБУДУВАННЯ

КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА
другого (магістерського) рівня вищої освіти

на тему:

**“Дослідження характеристик комфорту та безпеки
пасажирських сидінь у великих міських автобусах ”**

Виконав: студент VI курсу, групи Ат-61

Спеціальності 274 Автомобільний транспорт
(шифр і назва)

Назарій ПЕТРІВ
(Ім'я та прізвище)

Керівник: к.т.н. в.о. доц. Роман ШЕРЕМЕТА
(Ім'я та прізвище)

Дубляни 2024

УДК 629.341

Дослідження характеристик комфорту та безпеки пасажирських сидінь у великих міських автобусах.

Петрів Н.Т. Кваліфікаційна робота. – Дубляни, Львівський національний університет природокористування, 2024р.

67 с. текст. част., 14 рис., 9 табл., 16 джерел інформації.

Проведено огляд та аналіз конструктивних пристроїв для пасажирських сидінь великих міських автобусів.

На основі аналізу конструкцій визначені задачі дослідження.

В результаті розроблених теоретичних основ конструктивного розрахунку та математичного моделювання здійснено проектування, виявлення дефектів і конструктивне узгодження параметрів пасажирських сидінь великих міських автобусів.

Досліджено дефекти пасажирських сидінь великих міських автобусів, визначено потенційно небезпечні місця конструкції. Проведено аналіз конструктивних і технологічних розрахунків в цілому та його складових елементів, змодельовано їх взаємозалежність та обґрунтовано оптимальні конструктивні параметри пасажирських сидінь великих міських автобусів.

Проведено аналіз виробничих небезпек при експлуатації пасажирських сидінь, розроблено логіко-імітаційну модель виникнення травматизму.

ЗМІСТ

	Стор.
1. СТАН ПИТАННЯ, ЛІТЕРАТУРНИЙ ПОШУК	9
1.1 Пасажирські перевезення в Україні	9
1.2. Значення пасажирських перевезень	13
2. ТЕОРЕТИЧНІ ДОСЛІДЖЕННЯ, РОЗВИТОК ТЕОРІЇ І ПРАКТИКИ З ДАНОГО ПИТАННЯ	18
2.1. Класифікація пасажирських автомобільних перевезень	18
2.2 Аналіз способів комфортних перевезень пасажирів	23
2.3 Порівняльний аналіз існуючих профілів автобусних сидінь	26
3. ПРОГРАМА ТА МЕТОДИКА ДОСЛІДЖЕННЯ	29
3.1 Програма дослідження	29
3.2 Методика досліджень	29
4. РЕЗУЛЬТАТИ ДОСЛІДЖЕНЬ ТА ЇХ АНАЛІЗ	35
4.1. Моделювання конструктивних параметрів сидіння	35
5. ОХОРОНА ПРАЦІ ТА ЗАХИСТ НАСЕЛЕННЯ	44
5.1 Аналіз виробничих небезпек під час виробництва	44
5.2 Шкідливі і небезпечні чинники, що виникають на виробництві	47
5.3 Моделювання процесу виникнення травм та аварій	48
5.4. Розробка логіко-імітаційної моделі процесу виникнення травм під час роботи	50
5.5. Розробка заходів щодо захисту населення	53
5.6. Джерела забруднення навколишнього середовища і заходи по його захисту	54
5.7. Надзвичайні ситуації, що виникають в цеху	55
6. ТЕХНІКО-ЕКОНОМІЧНЕ ОБГРУНТУВАННЯ РОБОТИ	57
6.1 Визначення вартості основних матеріалів	57
6.2 Розрахунок заробітної плати виробничих робочих	59

6.3 Розрахунок цехових і загальнозаводських витрат	60
6.4 Визначення повної собівартості пристрою	60
ВИСНОВКИ І ПРОПОЗИЦІЇ	64
БІБЛІОГРАФІЧНИЙ СПИСОК	66

Вступ

У всьому світі транспорт відіграє надзвичайно важливу роль. Він, як кров, тече по артеріях, забезпечуючи організм життєдайною енергією. Уявляєте, яке життя в сучасному місті через відсутність транспорту? Напевно ні. Досвід карантинних обмежень підтвердив це на практиці. Відсутність міського чи міжміського транспорту заважає працівникам добиратися до місць роботи, покупцям – отримувати товари тощо. Під час ковідної пандемії транспорт став одним із ключових місць, де необхідно дотримуватися правил безпечної експлуатації. Кожен автобус – це місце з обмеженим простором. Тут багато людей на квадратний метр. Дотримуватися встановлених правил досить складно. Місткість автобуса повинна становити лише за кількістю сидячих місць. Під час жорстких обмежень ця сума буде зменшена вдвічі.

Під час експлуатації транспортних засобів, важливу роль відіграє комфорт та безпека. Якщо їхні рівні не відповідають оптимальним рівням, це може негативно вплинути на безпеку дорожнього руху, впливаючи на пасажирів і призводячи до швидкої втоми. Підвищення або зниження комфорту може погіршити здоров'я пасажира та знизити продуктивність.

Сидіння в автобусі має бути ергономічно розробленим для кращого комфорту сидіння. Ця кваліфікаційна робота спрямована на розробку економічно ефективною конструкції ергономічного автобусного сидіння на основі вимог комфорту та безпеки. Частиною запропонованої процедури проектування сидіння є аналіз комфорту сидіння, визначення бажаних конструктивних особливостей і розробка конструкції сидіння.

Був проведений аналіз спинки сидіння автобуса та профілю сидіння. Ґрунтуючись на результатах аналізу комфорту, визначили переважні конструктивні особливості автобусних сидінь у процесі ідентифікації конструкції. Удосконалений прототип автобусного сидіння був розроблений на основі вибраних конструктивних особливостей на етапі розробки. Аналіз комфорту сидіння використовувався для порівняння досліджуваного сидіння

з контрольним сидінням. Конструкція сидінь, розроблена в цьому дослідженні, може бути застосована для різних типів автобусів громадського транспорту.

Мета роботи: Дослідження характеристик комфорту та безпеки пасажирських сидінь у великих міських автобусах, і на основі цього виявлення можливості знаходження додаткових ресурсів щодо покращення цього процесу.

Завдання роботи:

- дослідити сучасні тенденції розвитку, класифікацію та аналіз способів пасажирських перевезень;
- провести порівняльний аналіз існуючих профілів автобусних сидінь;
- провести аналіз комфорту та безпеки автобусного сидіння;
- провести моделювання конструктивних параметрів автобусного сидіння;
- розрахувати економічний ефект від роботи.

1 СТАН ПИТАННЯ, ЛІТЕРАТУРНИЙ ПОШУК

1.1 Пасажирські перевезення в Україні

Розвинена, розгалужена, надійна і стабільна економічна система, ефективне функціонування соціальних ринків товарів і послуг, бурхливий розвиток різних регіонів, міжнародні економічні та культурні зв'язки, розширення торгівлі з іншими країнами гарантує транспортна інфраструктура. Функціонування транспортної системи є міцною основою економічного та соціального розвитку країни. Мобільність економіки будь-якої країни, а також її здатність адаптуватися до мінливих ринкових умов досягається наявністю розвиненої виробничої інфраструктури та всіх її складових (одною з яких є транспортна система), яка є фактором, що сприяє раціональному розвитку економіки. Організувати життєзабезпечення економічного простору і здійснювати регіональний поділ праці, змінюючи не тільки географічне розміщення вантажів, а й географічне розташування людей, тобто перевезення великої кількості вантажів і пасажирів.

Транспортна система України забезпечує перевезення пасажирів у міжміському, міському та приміському сполученнях і включає різні види транспорту загального користування:

- наземні: залізниця, автомобіль (автобус), трамвай, тролейбус, метро;
- вода: море, річка;
- авіація.

Формуванню галузевих економіко-географічних структур у процесі пасажирських перевезень у різні історичні періоди соціально-економічного розвитку країни сприяли різноманітні види транспорту. В економічно розвинутих країнах світу транспорт є однією з базових галузей економіки, держава надає великого значення розвитку транспорту і забезпечує його інтенсивний розвиток.

Україна має добре розвинену, розгалужену та надійну транспортну

систему, яка, якщо її правильно розвинути, повинна бути в змозі адекватно задовольнити всі потреби населення країни. Шляхи сполучення проходять майже по всій території держави. Транспорт України — транспортна комунікаційна система, яка об'єднує всі види транспорту. Його планування і структура в межах держави повністю відповідають вимогам для пасажирських перевезень на внутрішніх і міжнародних маршрутах. Проте для підвищення якості транспортних послуг усі складові транспортної системи потребують суттєвого вдосконалення та модернізації. Крім того, транспортна система відповідає вимогам національного стратегічного розвитку, з'єднує національну територію в єдине ціле, забезпечує необхідний потік населення, реалізує транзитну спроможність країни, забезпечує безпечні та стабільні пасажирські перевезення. Внесок транспортної системи у ВВП складає близько 10%, що свідчить про важливість цієї галузі для подальшого розвитку нашої економіки [3].

Експлуатаційна протяжність різних ліній громадського транспорту перевищує 200 тис. км, у тому числі за видами руху: 22 тис. км залізничних колій; 169,4 тис. км автомобільних доріг; 2300 км внутрішніх водних шляхів; 4400 км тролейбусних ліній; трамваїв - 2100 км, ліній метрополітену - 99,1 км.

Щільність шляхів сполучення (км колії на тисячу квадратних кілометрів території) становить 36 залізничних колій, річкових водних шляхів - 4, автомобільних доріг загального користування з твердим покриттям - 273.

Інтенсивність пасажиропотоку за видами транспорту (млн. пасажирських кілометрів на кілометр довжини лінії) становить: залізничні колії - 2,35; річкові водні шляхи - 0,03; дороги з твердим покриттям - 0,1; тролейбусні лінії - 2,4; трамваї - 3,2; лінія метро - 22,5.

Середня відстань (км) перевезення пасажирів різними видами транспорту становить: Залізничний - 112; Морський - 6; Річковий - 26; Повітряний - 1687; Автомобіль (автобус) - 13; Тролейбус - 6; Трамвай - 6;

Метро - 8 [4].

Пасажи́рські відправлення (перевезення) за видами транспорту загального користування (десять тисяч осіб) складають: залізниця - 452; автомобіль (автобус) - 3720; трамвай - 112; тролейбус - 1849; метро - 848; морська піхота - 10; річковий - 2; авіаційний. - 3.

Внесок (відсоток) кожного виду транспорту в загальний обсяг перевезень транспортної системи, відповідно до обсягу виконаних пасажирських перевезень, показано на рисунку 1.1.

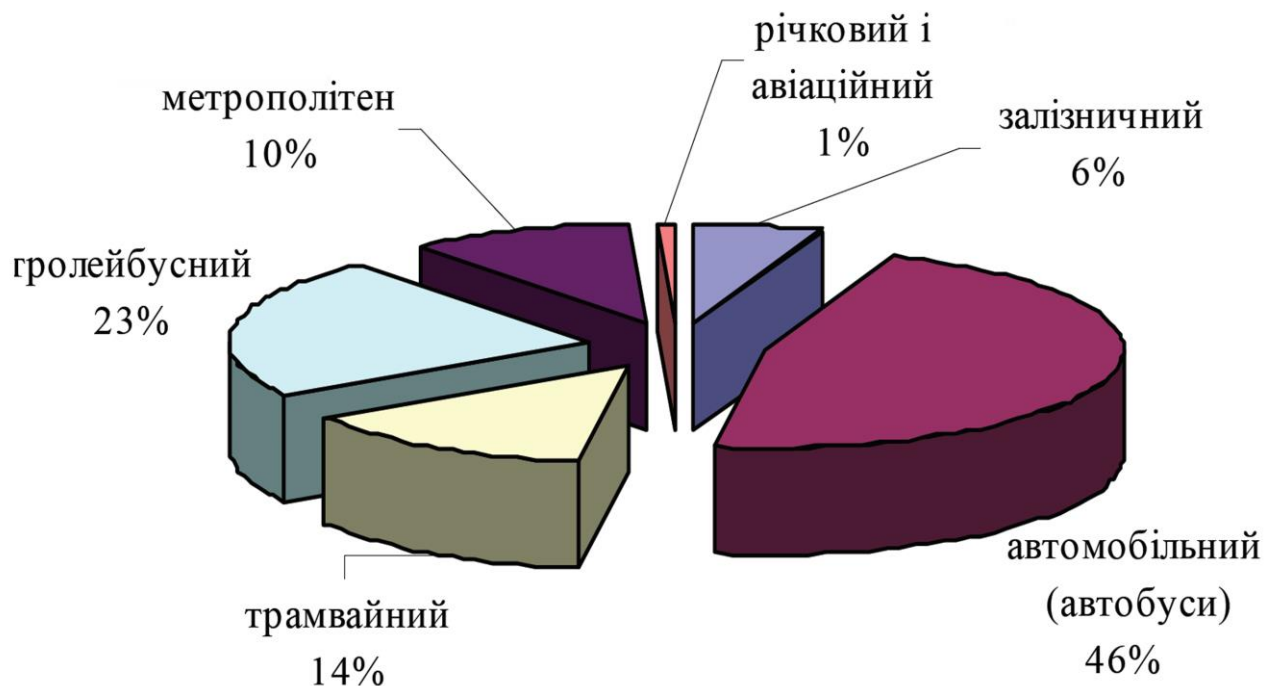


Рисунок 1.1 - Частка обсягів пасажирських перевезень за видами транспорту.

Розподіл пасажирообігу (у млрд. км) виглядає по-різному за видами транспорту: залізниця - 51,7; автомобіль (автобус) - 47,5; трамвай - 6,6; тролейбус - 10,8; метро - 6,4; морський - 0,1; річковий - 0,01; авіація - 5,5.

Наведені дані показують розподіл пасажирообігу за видами транспорту, як показано на рисунку 1.2

Таким чином, з точки зору річного пасажиропотоку основними є залізничні та автомобільні перевезення, а невеликий обсяг пасажирських

перевезень – переважно морський, річковий та повітряний.

Автомобільний транспорт займає значну частку ринку вантажних і пасажирських перевезень. У I півріччі 2023 року питома вага підприємств автомобільного транспорту в загальному обсязі перевезень становить: перевезення вантажів – 20,7%, показник вантажообігу – 8,4%, перевезення пасажирів – 88,0%, показник пасажирообігу – 47,3%. За перше півріччя 2023 року кількість пасажирів автомобільним транспортом загального користування становила 1,92 млрд, а обсяг пасажирообігу – 26,2 млрд. пасажирських кілометрів. Пасажиропотік зріс у 17 областях.

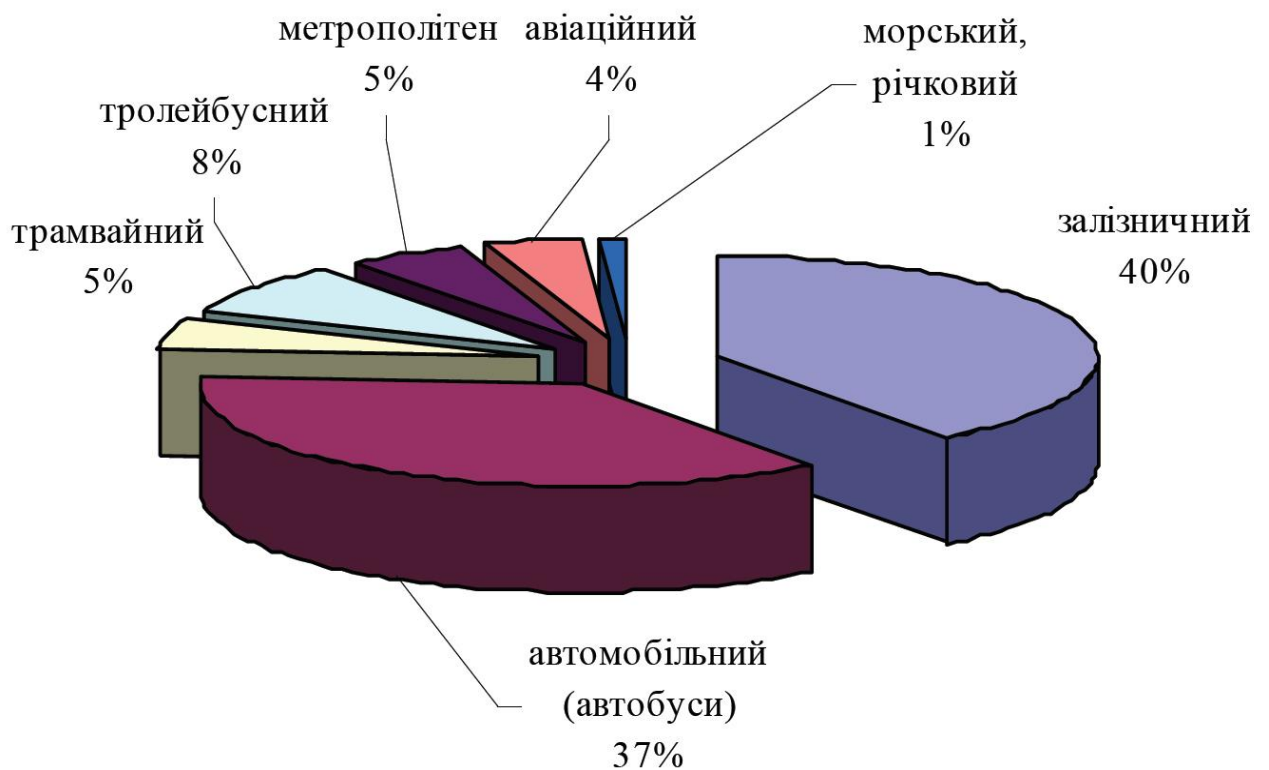


Рисунок 1.2 - Частка пасажирообороту за видами транспорту.

У сільській місцевості України проживає третина всього населення. Середня зарплата аграріїв втричі нижча, ніж у промислових містах. Пільги транспортних послуг, які надає держава відповідно до закону, іноді не користуються жителі села через відсутність їх виконання.

Протягом останніх років пасажиропотік регулярних автобусних ліній в Україні стабільно зростає [5, 11, 14]. Проте це зростання пов'язане

переважно з розвитком міських та міжміських автобусних перевезень. Водночас автобусна маршрутна мережа та якість транспортного обслуговування сільських населених пунктів (СНП) дещо погіршилися порівняно з попередніми роками.

В Україні нараховується 25,6 тис. сільських населених пунктів (без СНП з населенням до 10 осіб). Аналіз стану транспортного обслуговування сільських населених пунктів показує, що 20202 СНП (79% від загальної кількості) мають регулярне автобусне сполучення з обласними центрами (чи іншими містами). Це не можна пояснити відсутністю доріг з твердим покриттям, оскільки 22 887 СНП (89,5% їх загальної кількості) наразі мають такі дороги, тоді як 4044 таких СНП (17,7% їх загальної кількості СНП з дорогами з твердим покриттям) не забезпечують регулярними дорогами. Автобусне сполучення взагалі відсутнє.

Крім того, лише 14 240 СНП (55,7% від загальної кількості) надають послуги за нормою тижневої кількості днів роботи маршрутів, а 5962 СНП обслуговують один-два дні на тиждень, що не може задовольнити потреби сільського населення в поїздках.

При цьому слід врахувати, що для 8462 СНП з чисельністю населення не більше 200 осіб нормування кількості днів на тиждень, які повинні обслуговуватися СНП, відсутнє, оскільки цей критерій визначається місцевою державою, адміністрації та органи місцевого самоврядування.

1.2. Значення пасажирських перевезень

Велике соціально-економічне значення має задоволення потреб населення в пасажирському транспорті (переважно автомобільному).

Розвинена транспортна система є одним із важливих факторів, що забезпечує соціальні потреби населення і створює передумови для розвитку господарського комплексу.

Ефективно реалізовувати національну транспортну політику у сфері

автомобільних пасажирських перевезень у різних регіонах, відігравати вирішальну роль в організації пасажирських перевезень шляхом стандартизації, удосконалення та вдосконалення нормативно-правової та нормативно-технічної бази. Система державного управління, управління державною власністю (об'єктами інфраструктури, підприємствами в галузі автомобільного транспорту) та державний нагляд у сферах відносин і діяльності суб'єктів господарювання. Він закладає основу для вирішення проблеми фінансового забезпечення окремих видів транспорту, а також має сприяти визначенню планів діяльності окремих суб'єктів господарювання та інвесторів у цій сфері.

Пасажирський транспорт включає залізничний, автомобільний, повітряний і водний (морський і річковий) транспорт. Водночас, на відміну від залізничного транспорту, автомобільний пасажирський транспорт не є власністю держави і потребує особливої уваги державних органів, експертів та громадських організацій.

Спектр їх застосування і оптимальний радіус дії залежать від багатьох факторів. Вибираючи вид транспорту, пасажир по-різному оцінюють переваги та недоліки кожного виду транспорту, насамперед оцінюючи його безпеку, надійність, регулярність, вартість проїзду, умови подорожі (зручність, комфорт), швидкість і час досягнення пункту призначення. Конкуренція на ринку транспортних послуг вимагає постійного вдосконалення конструкції транспортних засобів, технології та організації пасажирських перевезень.

Динамізм ринку перевезень у поєднанні з конкуренцією ускладнює діяльність усіх складових транспортної системи, покликаних адекватно та своєчасно задовольняти транспортні потреби населення. Водночас заохочується підвищення якості послуг з перевезення пасажирів, ефективності та якості транспортної системи. В ринкових умовах це завдання дуже складне. Її вирішення вимагає пошуку найкращих рішень не тільки транспортних організацій, а й інших галузей економіки, які забезпечують

транспорт матеріальними ресурсами та обладнанням.

Зараз транспорту дуже складно якісно виконувати свої завдання з перевезення пасажирів. Вони мають такі характеристики:

- постійне зростання пасажиропотоку та вимог до його реалізації;
- у зв'язку зі зростанням вартості енергоносіїв і більшою залежністю країни від зовнішніх факторів необхідно впроваджувати вимоги політики енергозбереження;
- необхідність дотримання умов охорони навколишнього середовища;
- необхідність підвищення ефективності використання основних виробничих фондів;
- якісне підвищення культурного рівня транспортної роботи.

Сучасна тенденція розвитку ринку пасажирських перевезень, прогноз зростання попиту на пасажирські перевезення та вимоги до підвищення якості пасажирських перевезень вимагають широкого застосування досягнень науково-технічного прогресу, вітчизняного та зарубіжного досвіду та досвіду у сфері виробництва нової транспортної техніки. Розробка та впровадження сучасних транспортних технологій. Крім того, в процесі покращення пасажиропотоку виникли специфічні труднощі стикування пасажирів:

- об'єктивні: існують значні труднощі в довгостроковому плануванні та прогнозуванні структури, розміру та напрямку пасажиропотоку через невизначеність попиту;
- суб'єктивні: ставлення до пасажирських перевезень є вторинним (порівняно з вантажними), що призводить до менших витрат ресурсів, ніж до вантажних перевезень, іноді за рахунок пасажирських перевезень для усунення труднощів вантажних перевезень (зниження швидкості пасажирських поїздів, у вантажних перевезень пріоритет поїздів тощо).

Про соціально-економічне значення систем пасажирського транспорту для суспільства свідчать:

- пасажирським транспортним обслуговуванням охоплено все населення держави;
- сприяти розвитку та зміцнювати економічні, соціальні та культурні зв'язки між регіонами та країнами:
 - різні регіони країни об'єднані в одне ціле;
 - забезпечення природної міграції населення;
 - вплив на розвиток міжнародних відносин;
 - формується престижність певних районів проживання та вибір місць для роботи, навчання та відпочинку;
- від якості перевезення пасажирів безпосередньо залежить рівень продуктивності праці та чіткість організації виробничого процесу;
- раціональнішим буде використання трудових ресурсів, розширено географічний радіус трудових ресурсів, які беруть участь у виробництві, відкриті швидкісні залізниці та пасажирські швидкісні сполучення, повніше використані основні виробничі фонди та житловий фонд;
- забезпечити систематичне виконання соціально та економічно зважених вимог щодо дорожнього руху в будь-який час року та в будь-якому існуючому напрямку, забезпечуючи при цьому необхідний рівень комфорту;
- перевізник дотримується вимог щодо підвищення якості обслуговування пасажирів, що оцінюється відповідно до відповідних стандартів, що регламентують рівень обслуговування пасажирів та їх комфорт.

Специфічні соціально-економічно значущі композиційні характеристики систем пасажирського транспорту висувають особливі вимоги до транспортної техніки і технології. Систематизація та уніфікація цих вимог визначає умови створення чіткої та ефективної системи інтермодального пасажирського транспорту в масштабах країни, яка включає різні види транспорту, що взаємодіють між собою. Тому формування та

функціонування системи пасажирського транспорту має здійснюватися в рамках транспортної системи з урахуванням взаємодії та координації вантажного та пасажирського транспорту за загальним принципом єдиної системи.

Цими принципами є комплексний розвиток і використання всіх видів транспорту та їх взаємодія в технічному, технологічному, соціально-економічному, організаційному та правовому аспектах.

При вирішенні проблем розвитку систем пасажирського транспорту важливо визначити обґрунтований шлях виконання поставлених завдань і уточнити цілі, які необхідно досягти.

2. ТЕОРЕТИЧНІ ДОСЛІДЖЕННЯ, РОЗВИТОК ТЕОРІЇ І ПРАКТИКИ З ДАНОГО ПИТАННЯ

2.1. Класифікація пасажирських автомобільних перевезень

Пасажирські автомобільні перевезення класифікуються за рядом ознак (рис. 2.1).

За видом транспортних засобів пасажирські автомобільні перевезення діляться на [1, 3, 4]:

- автобусні;
- перевезення, які здійснюються легковими автомобілями.



Рисунок 2.1 - Класифікація автобусних пасажирських перевезень

За належністю транспортних засобів перевезення які виконуються

автомобілями розподіляються [1, 3,4]:

- загального користування (автомобілі належать державі або органам місцевої влади);
- власними легковими автомобілями;
- відомчим автотранспортом, який належить окремим міністерствам, відомствам, підприємствам;
- легковими автомобілями, які взяті на прокат.

За видами пасажирські сполучення бувають [1,4]:

- місцеві (сільські або внутрішньорайонні);
- міські;
- приміські;
- міжміські;
- міжнародні.

Міські перевезення виконуються автобусами та легковими автомобілями - таксі на конкретних маршрутах. Міським перевезенням властиве наступне [12, 24]:

- великі пасажиропотоки;
- велика кількість зупинок на маршруті для посадки-висадки пасажирів через невеликі інтервали часу;
- висока інтенсивність руху транспортних засобів з малими інтервалами;
- велика насиченість маршрутної мережі;
- невеликі відстані поїздок;
- невеликі швидкості руху.

Приміський транспорт призначений для переміщення приміського населення до міст і з них, а міського населення до та з передмість. Під час реалізації для регулярного сполучення використовуються автобуси та маршрутні таксі.

Приміські перевезення посідають друге місце за обсягом перевезень

(більше 14% від загального обсягу перевезень), поступаючись лише міським. В основному представлені залізницею, автомобільними дорогами та автотранспортом. При виборі виду транспорту велике значення має ціна проїзду, а також надійність і зручність розкладу. Для людей, які щодня їздять на роботу та навчаються, залізничний транспорт є найбільш зручним завдяки великій пропускну́й здатності, надійній роботі та регулярності. Крім того, він вирішує важливу соціальну проблему транспортування міського населення до садиб, дач і місць масового відпочинку, забезпечує транспортне сполучення в межах міста.

Відмінності приміських перевезень від міських полягають в наступному [7 - 9]:

- перевозиться менша кількість пасажирів;
- значно більші відстані перевезень;
- менша кількість на маршруті зупинок для посадки-висадки людей;
- значно збільшується кількість приміських пасажирів весною і восени;
- збільшені інтервали руху транспортних засобів.

Міський (сільський) пасажирський транспорт обслуговує сільське населення автобусами. Ці маршрути з'єднують сільські населені пункти з районними та обласними центрами, залізничними станціями та річковими портами. Характеристики місцевого транспорту такі [7]:

- Різні дорожні умови;
- Низький потік клієнтів;
- Пасажири мають ручну поклажу та багаж;
- Шум змінюється залежно від днів тижня та пори року.

Міжміські перевезення по швидкісних магістралях на відстані понад 50 кілометрів від населеного пункту [11]:

- міжобласні - між областями;

- внутрішньообласні для зв'язку міст всередині області;

Міський (сільський) пасажирський транспорт обслуговує сільське населення автобусами. Ці маршрути з'єднують сільські населені пункти з районними та обласними центрами, залізничними станціями та річковими портами. Характеристики місцевого транспорту такі [7]:

- Різні дорожні умови;
- Низький потік клієнтів;
- Пасажири мають ручну поклажу та багаж;
- Шум змінюється залежно від днів тижня та пори року.

Міжміські перевезення по швидкісних магістралях на відстані понад 50 кілометрів від населеного пункту [1, 3, 4]:

- Екскурсії розраховані на короткі відстані та проводяться з гідом по історичних містах за певними маршрутами (можна замовляти заздалегідь).
- Туристичні перевезення здійснюються за визначеними маршрутами поза населеними пунктами та користуються громадським транспортом відповідно до порядку та сектору (автобуси), оплата здійснюється згідно з діючими тарифами або угодами;
- Під службовими перевезеннями розуміється перевезення працівників підприємства від централізованого місця проживання до місця роботи громадським або відомчим транспортом та одноразове відрядження протягом робочого дня;
- Шкільний транспорт надається в сільській місцевості, де немає регулярного автобусного транспорту або де розклад не гарантує, що школярі збираються та висаджуються в певний час;
- Позмінна робота може здійснюватися в одному напрямку автобусами загального користування та відомствами за встановленими маршрутами з суворим дотриманням розкладу для перевезення однієї зміни працівників перед початком і закінченням зміни.

- Під спеціальними перевезеннями розуміється надання послуг підприємствам, групам, конгресам, конференціям тощо шляхом замовлення автобусів і автомобілів.

За організаційною формою пасажирські перевезення бувають [1, 4]:

- Лінійні перевезення здійснюються строго за певним маршрутом і здійснюють посадку та висадку пасажирів на встановлених зупинках.
- Відвантаження на замовлення здійснюється на підставі договорів та разових замовлень від підприємств, організацій та громадян;
- Прямі змішані перевезення означають, що автомобільні перевезення та інші види транспорту здійснюються на основі єдиного квитка на весь маршрут і відповідно до змін, погоджених різними транспортними одиницями..

Автомобільний транспорт поступово увійшов у життя наших людей. На сучасному етапі розвитку нашого суспільства вони мають такі характеристики [4]:

- Збільшення обсягів перевезень у міжміському, міжміському, приміському та міжнародному сполученнях;
- У сільській місцевості автомобільний транспорт є єдиним видом транспорту;
- У малих містах і селищах міського типу автомобільний транспорт є основним видом масового перевезення пасажирів;
- Міські та приміські автобусні маршрути часто мають регулярне сполучення з залізничними, річковими та морськими вокзалами.
- Автомобільний транспорт забезпечує транспортні послуги на великі відстані за відсутності залізничного, повітряного та водного сполучення;
- Автомобільний транспорт доповнює залізничний транспорт у багатьох областях;
- Легковий транспорт перевозить пасажирів;

- Поширення завдяки можливості комфортного, зручного, швидкісного транспортування «від дверей до дверей».

Окрім основної мети (задоволення потреб населення в транспорті), автомобілізація країни виконує також важливі економічні та соціальні функції. Отже, автомобільна промисловість країн ЄС, США та Японії має такі показникові характеристики [5]:

- Споживання 20% сталі та продукції машинобудування;
- Близько 15% гуми і 5% скла (країни ЄС);
- Забезпечують 20% національного доходу (Японія);
- Забезпечує роботою кожного п'ятого промислового робітника (США, Японія).

2.2 Аналіз способів комфортних перевезень пасажирів

Комфортність сидіння є одним із найважливіших показників ефективності автокрісла [1-3]. У всьому світі було проведено багато досліджень комфорту сидінь, включаючи сидіння автомобіля, сидіння вантажівки [4], сидіння автобуса та поїзда [5]. Сидіння, зручне в статичних умовах, може мати погані динамічні характеристики, що робить його незручним у дорозі. Контури сидінь в автобусах повинні бути ергономічними для розміщення пасажирів різної статури. Більшість автокрісел розроблені не на основі антропометричних вимірювань, і виробники автомобілів не бажають вкладати ресурси в розробку ергономічних компонентів [6]. Сьогодні міські простори, особливо великі міста, стикаються з кількома проблемами через постійно зростаючу кількість мешканців. Безпечні, комфортні та швидкі способи пересування мешканців міських агломерацій – одне з питань, яке потребує термінового вирішення. Однак із швидким розширенням переважаних міських просторів і модернізацією існуючої дорожньої інфраструктури вкрай важливо покращити рівень трафіку [7-11].

Природним вирішенням цієї проблеми є розвиток колективного транспорту та заохочення громадян, які ще не вирішили ним користуватися. Мешканці міських агломерацій аналізують багато факторів, обираючи види транспорту, серед яких безпека та комфорт (впливають на візуальні, теплові, звукові та вібраційні аспекти) мають найбільший вплив на їхні рішення [12]. Дослідження показали, що комфорт пасажирів є ключовим фактором у виборі транспортного засобу, і його покращення може залучити більше користувачів міського транспорту [13-15]. Якість життя в сучасних містах можна покращити, інвестуючи в безпеку та комфорт колективного транспорту. З іншого боку, підвищення безпеки дорожнього руху також можна досягти багатьма іншими способами (рис. 2.2). Однією з них є захист пасажирів під час подорожі, тобто конструкція безпечних і зручних сидінь і ременів безпеки. При проектуванні ергономічного сидіння розміри сидіння повинні відповідати антропометричним вимірам пасажирів. Пасажирські сидіння оптимізовано та сконструйовано на основі антропометричних вимірювань пасажирів, щоб зменшити втоми та дискомфорт, спричинений сидінням протягом тривалого часу [14]. Пасажирам транспортного засобу має бути комфортно, оскільки дискомфорт може призвести до втоми та, отже, до фізичного дисбалансу, оскільки використовувані пасажирські сидіння часто не відповідають антропометричним (неергономічним) вимірам користувача. Що стосується конструкції пасажирських сидінь, ергономічні фактори та аспекти забезпечать більше комфорту та менше втоми пасажирів [15]. Відповідно до Гарвардської школи громадського здоров'я, ергономіка — це наука, мистецтво та застосування технології, призначені для гармонізації чи балансу всіх засобів, які використовуються під час роботи та відпочинку, з людськими здібностями та обмеженнями, тим самим покращуючи загальну якість життя [16].



Рисунок 2.2 - Приклади способів підвищення безпеки дорожнього руху

Огляд літератури щодо зручності сидінь показує, що тривале використання сидінь може призвести до деяких проблем зі здоров'ям [16]. Пасажири автобусів стикаються з такими проблемами, як сонливість, епілепсія, м'язова втома, поганий кровообіг, біль у хребті, депресія, скутість, біль, оніміння хребта та інші проблеми опорно-рухового апарату, які можуть стати хронічними. З цієї причини, щоб зменшити ці медичні проблеми, спричинені деформацією сидінь автобуса, необхідні подальші дослідження існуючих профілів сидінь автобуса. У той час як науковці намагаються заповнити прогалину в знаннях, повністю розуміючи розподіл напруги та механізми міцності конкретної конструкції сидіння, це дослідження зосереджено на конкретній конструкції міцної пластикової рами, яка не була повністю вивчена в існуючих умовах. Дослідження включало автобусні сидіння, зайняті дорослим (50 років) і молодим (10 років) пасажиром, а також різні сценарії, в яких міцний пластиковий каркас сидіння був закріплений.

2.3 Порівняльний аналіз існуючих профілів автобусних сидінь

Порівняльний аналіз існуючих профілів автобусних сидінь та їх оцінка може бути проведена з таких аспектів: (I) оцінка комфорту та (II) оцінка ергономіки. У розділі оцінки комфорту 48 учасників оцінювали сім частин (підголівник, опора для верхньої частини спини, опора для попереку, опора для спинки сидіння, опора для стегон, опора для стегон і опора для сидіння) [15]. Сидіння легкових автомобілів мають 12 компонентів, які безпосередньо впливають на комфорт пасажирів, включаючи ремені безпеки, підлокітники, сидіння, підголівники, підтримку спини, поперекову підтримку, бокову підтримку спинки, повну підтримку спинки сидіння, підтримку стегна, підтримку стегон, повну підтримку сидіння. Крім того, 17 ергономічних показників оцінки (таких як доступність, керуваність, дотик, захоплення, можливість регулювання, підгонка за розміром, підгонка за формою, амортизація та загальний комфорт) були обрані на основі огляду літератури [11-15]. Крім комфорту важливою вимогою є і безпека. Багато дослідників вивчали тему безпеки руху в контексті автомобілів, автобусів та міжміських автобусів [7-9]. Rupp та ін. встановили, що стійкість стегнової кістки до зламу становить 7,59 кН. У Сполучених Штатах Національне управління безпеки дорожнього руху (NHTSA) визначило максимальне навантаження на стегно 10 кН для 50% манекенів чоловічої статі. Навантаження відчувають стегнові кістки з обох сторін ніг 5,2 кН. Хоча в безпечних межах, ця модель передбачає високі навантаження на таз. Завдяки положенню манекена коліно є основною точкою контакту між спинкою сидіння та стегною кісткою. Толерантність до травми таза визначали на основі пікового прискорення таза Хафнера. Застосувавши до таза прискорення 130 км/год, він припустив, що таз пасажирів може отримати серйозну травму. Коли відбувається зворотний удар, модель передбачає пікове прискорення таза 33 км/год. Подібний інтервал існує між піковим прискоренням таза та піковим навантаженням на стегнову кістку. Однак це нижче безпечного порогу травми для рівнів

прискорення тазу. Мерц і Патріка дослідження показали, що грудна клітка людини може витримувати розподілене навантаження в 49 г. Згідно з тестом FMVSS 208, це значення не повинно перевищувати 60 г. Розробка стандартів безпеки автобусів (BSS) у різних країнах включає випробування сидінь, наприклад, у комп'ютерному моделюванні та випробуванні саней (що відтворює сили зіткнення повторюваним способом, але лише для випробування окремих сидінь, а не всього автомобіля). Тест порівнював традиційні сидіння з низькою спинкою з середніми (високими) задніми сидіннями та високими (наприклад, у стилі автобуса) задніми сидіннями. Для сидінь, спрямованих проти руху, BSS заохочує використовувати сидіння з високою спинкою. Додаткова вага різних сидінь ускладнює їх розміщення в автобусі. Транспортна політика ЄС має на меті підкреслити важливість використання громадського транспорту над приватним транспортом, зосередившись на безпеці пасажирів і зменшенні забруднення [15,16]. Всесвітня організація охорони здоров'я (ВООЗ) визнає цей факт у своїй щорічній доповіді про глобальну безпеку дорожнього руху та виступає за покращення доступу до безпечного, недорогого та доступного громадського транспорту як критично важливого для покращення безпеки у більш перенаселених міських районах. [13-15].

Для цілей цього дослідження зручність і безпека жорстких пластикових каркасних сидінь були оцінені з точки зору деформації напруги та кінематичної поведінки. Конструкція каркасу сидіння та матеріали, використані для моделювання та аналізу, не були повністю вивчені в існуючій літературі, що робить висновки найбільш вмотивованими.

Сьогодні все частіше зустрічаються вахтові автобуси такого типу, які встановлюються на шасі вантажних автомобілів марки «КрАЗ». Розглянемо вахтовий автобус КрАЗ-5233ХЕ. Цей маршрутний автобус розрахований на сімнадцять осіб. Як правило, салон пасажирської частини кузова всіх моделей оснащений однаковим обладнанням. Пасажирські сидіння розташовані в кілька рядів, причому перший ряд дивиться на другий ряд.

Конструкція сидінь автобуса складається з металевого підрамника, на якому встановлено сидіння з пластикового каркасу, обтягнутого оббивною тканиною. Розміри пасажирського сидіння показані на рис 2.3.

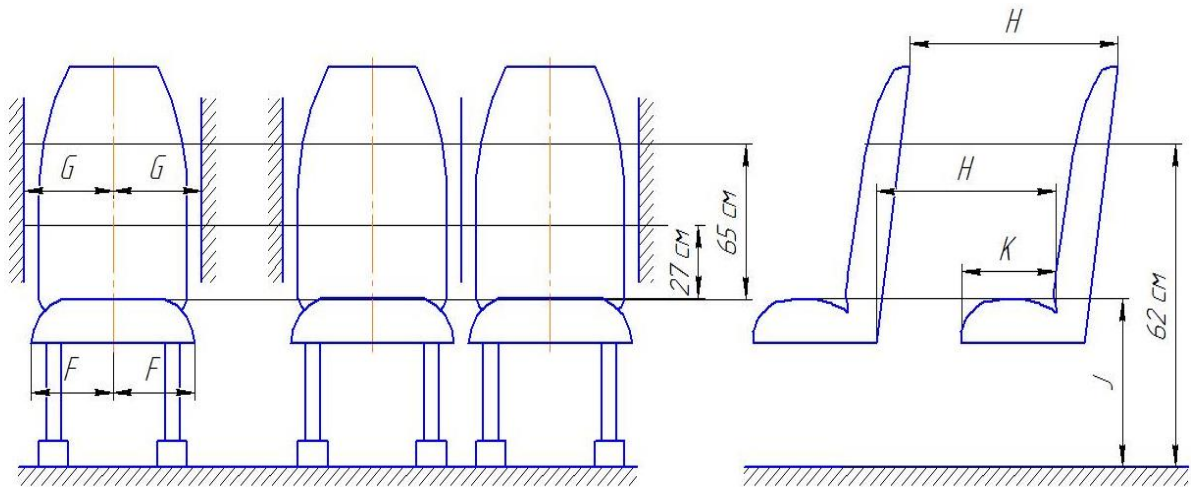


Рисунок 2.3 – Параметри місць для сидіння

У рамках цієї роботи були зроблені виміри параметрів місць для сидіння в вахтовому автобусі КрАЗ-5233НЕ і зведені в таблицю 1.

Таблиця 2.1 - Параметри місць для сидіння в автобусі

Найменування параметра	Чисельне значення параметра, см
F	19,5
G одномісного сидіння	22
G двомісного сидіння	22
H	63
J	40
K	35
Висота спинки сидіння	53

Проаналізувавши показники комфортабельності й занесучи їх у таблицю 2.1 можна зробити висновок, що вахтовий автобус КрАЗ-5233НЕ не відповідає показникам комфортабельності конструкції.

3. ПРОГРАМА ТА МЕТОДИКА ДОСЛІДЖЕННЯ

3.1 Програма дослідження

У кваліфікаційній роботі зроблена спроба розробки та аналізу конструкції сидіння пасажирського автобуса з метою визначення його оптимальних параметрів для комфортного та безпечного пересування. Для цього необхідно виконати наступні кроки:

- вивчення сучасних тенденцій розробки та проектування пасажирських сидінь;
- скласти конструктивні креслення та визначити геометричні розміри пасажирських сидінь;
- дослідити сучасні тенденції розвитку, класифікацію та аналіз способів пасажирських перевезень;
- провести порівняльний аналіз існуючих профілів автобусних сидінь;
- провести аналіз комфорту та безпеки автобусного сидіння;
- провести моделювання конструктивних параметрів автобусного сидіння;

3.2 Методика досліджень

Аналіз комфорту сидіння можна виконати за допомогою оцінки вібрації, електроміографії, електроенцефалографії, аналізу зображення пози, навантаження на хребет, комп'ютерної техніки (CAE), моніторингу тиску, температури та вологості тощо [16].

Експериментальна, спеціально створена фізична модель автобуса, який мав переднє сидіння та два ряди сидінь, представлена на рис 3.1. Модель стосувалася манекена гібрида, який представляв 50-річного чоловіка (M50), і манекена, якого представляла 10-ти річна дитина (P10).

Розташування манекенів, сидінь і ременів безпеки було прийнято на основі передбачуваного реального сценарію події. Усі характерні розміри можна детально простежити в таблиці 1

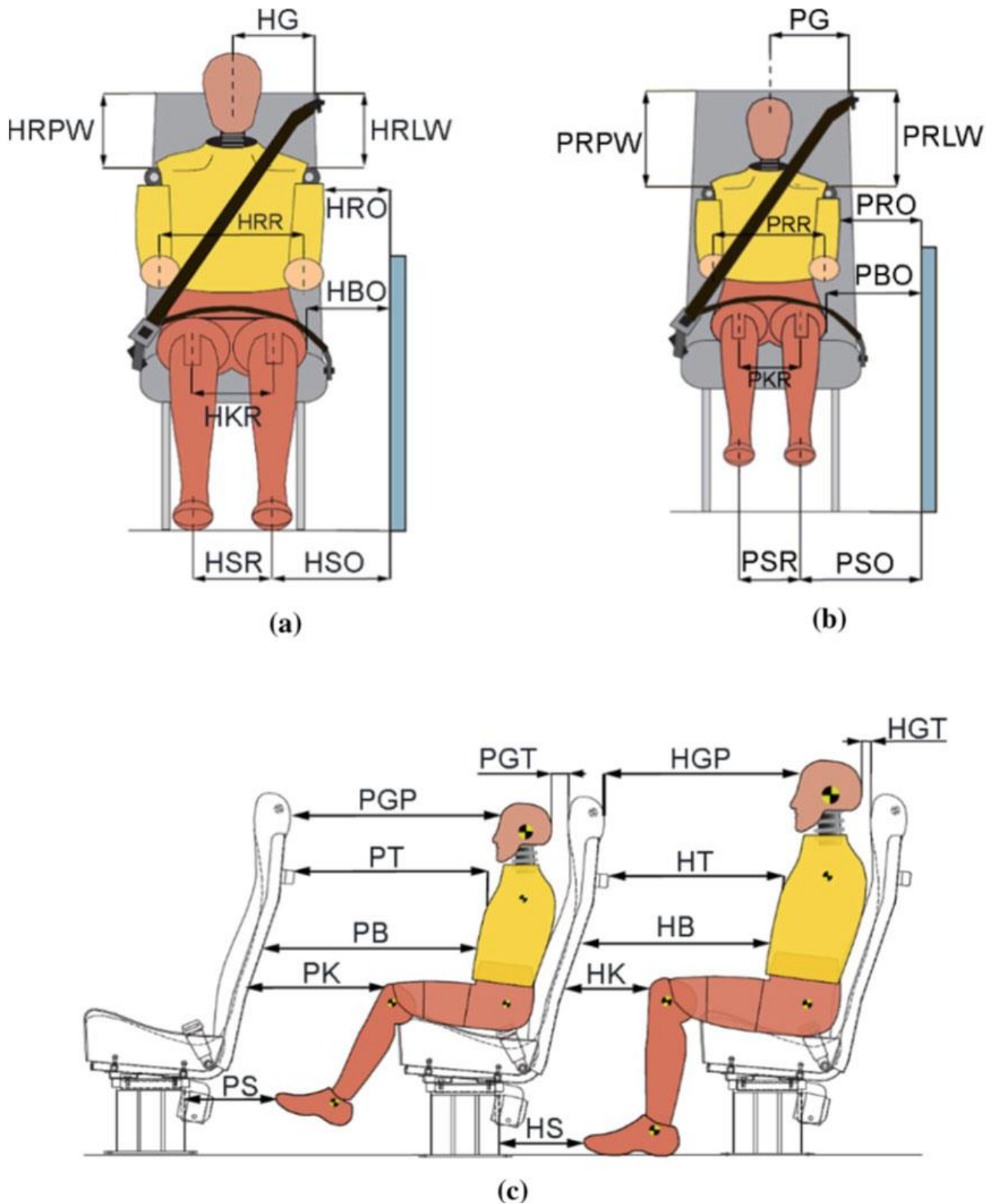


Рисунок 3.1 - Розміри, що описують положення манекена щодо сидіння та розташування ременя безпеки: (a) вид спереду M50, (b) вид

спереду P10, (с) вид збоку).

Таблиця 3.1 - Відстані, що описують положення манекенів

Зразок	Вид спереду		Вид збоку	
	символ	Відстань (мм)	символ	Відстань (мм)
M50 манекен	HG	100	HGT	220
	HBPW	225	HGP	350
	HBR	50	HT	430
	HRR	205	HВ	490
	HRO	40	HK	100
	HBO	85	HS	295–300
	HKR	175		
	HSR	245		
	HSO	155		
P10 манекен	PG	90–100	PGT	0
	PBPW	330	PGP	515
	PBR	330	PT	540–545
	PRR	70	PR	575–580
	PRO	282	PK	255
	PBO	105	PS	40
	PKR	150		
	PSR	85		
	PSO	250		

Програма Mathematical Dynamics Models for Applications (MADYMO) використовує метод динаміки багатотільних систем для формулювання чисельної моделі. Тут ланцюг твердих тіл з'єднаний разом за допомогою кінематичних пар для копіювання або моделювання об'єкта. Кілька фізичних змінних визначають тіла, а також кінематичні з'єднання, які дозволяють

розв'язувати рівняння, що керують рухом. Існує три параметри, які використовуються для опису твердих тіл: маса, момент інерції та центр тяжіння. Визначені кінематичні пари визначають тіла, які з'єднуються з кожною кінематичною парою. Крім того, визначається координатне розташування цих тіл. Загальне рівняння (3.1), використовується для опису зв'язку між положенням локальної системи координат і глобальної системи координат, де X_i — матриця координат вектора положення, r_i — матриця координат вектор, що з'єднує початки обох систем координат, A_i — матриця напрямних косинусів, x_i — матриця координат вектора локального зміщення системи координат.

$$X_i = r_i + A_i x_i \quad (3.1)$$

Числова модель розв'язку загального рівняння руху (3.2) використовує модифікований однофазний метод Ейлера з постійним кроком у часі t_s .

$$M\ddot{x} + C\dot{x} + Kx = P_t \quad (3.2)$$

де M - матриця мас; C - матриця, що визначає демпфування системи; K - матриця жорсткості; x_t - переміщення; P_t - матриця, що визначає прикладені до системи зовнішні навантаження. Ця матриця зазвичай приймається у формі так званого пропорційного демпфування (залежно від матриць K і M).

Існує 3 типи механічних моделей, у яких нечіткі моделі та нейронні мережі не використовуються через їхню нелінійність. На жаль, через характер експерименту розгалуження не можна використовувати для досягнення бажаної сили демпфування у відкритій системі керування. У цьому випадку використано модель Бука–Вена. Як описано в Spencer et al, модель зазвичай використовується для розробки гістерезисних характеристик демпфера MR. У цьому експериментальному дослідженні керований демпфер MR має високу компенсацію вібрації порівняно з пасивним демпфером MR. Керований MR-амортизатор демонструє кращу продуктивність на 24% дорожніх транспортних засобів порівняно з повністю активною та на 22% на ідеальній напівактивній системі підвіски [5].

Гістерезисну поведінку демпфера МР було зображено за допомогою моделі Бука–Вена [5]. Схема механічної схеми демпфера МР наведена на рис. 3.2. Демпфери можуть бути використані також як елементи комфорту та шумозахисні [4–5]. На рис 3.2 представлений загальний вигляд звукоізоляційної перегородки двигуна автобуса. На поперечному розрізі показано перегородку автобуса, де 1 — моторний відсік, 2 — пасажирський салон, 3 — ДВА, 4 — внутрішня частина перегородки. Перегородка має еластичне кріплення, яке є зовнішньою частиною звукопоглинача армуючих елементів. Амортизатор на водійському сидінні є обов’язковим елементом. Однак комфорт під час транспортування можна підвищити, встановивши амортизатори і на пасажирські сидіння.

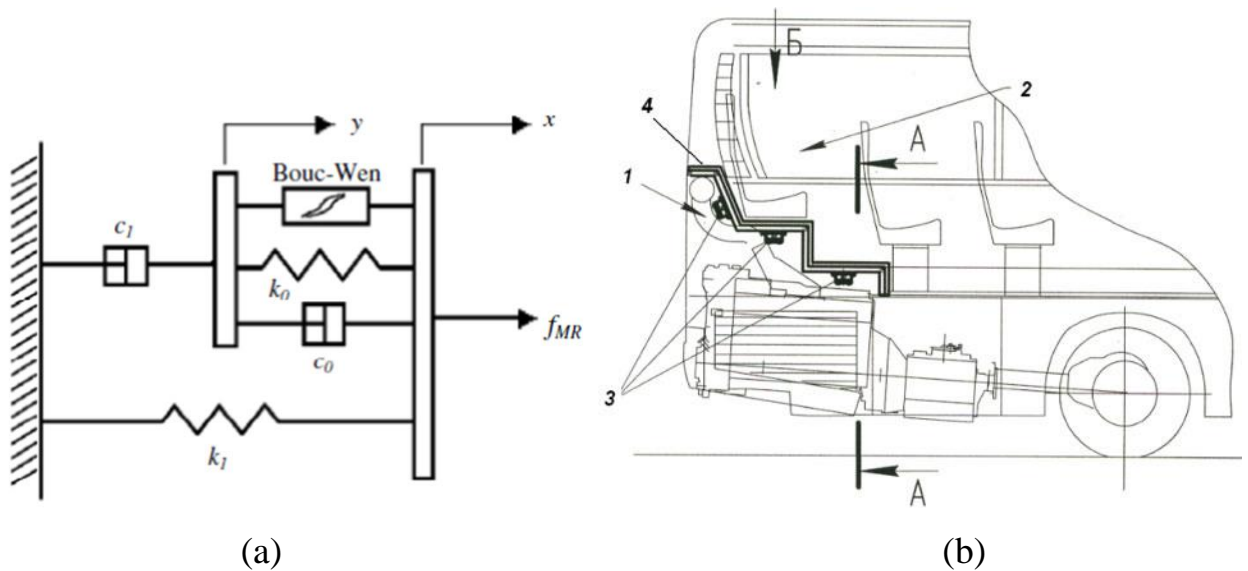


Рисунок 3.2 - Механічна модель заслінки МР (а), загальний вигляд системи звукоізоляції автобуса (б).

З емпіричної точки зору механічна модель регулюється такими рівняннями:

$$\dot{y} = \frac{1}{c_0 + c_1} [\alpha z + k_0(x - y) + c_0 \dot{x}] \quad (3.3)$$

$$\dot{z} = -\gamma \left| \dot{x} - \dot{y} \right| \left\| z \right\|^{n-1} z - \mu (\dot{x} - \dot{y}) \left| z \right|^n + A (\dot{x} - \dot{y}) \quad (3.4)$$

$$f_{MR} = c_1 \dot{y} + k_1 (x - x_0) \quad (3.5)$$

Виходячи з відмінностей у розмірах, 12 автобусних сидінь були класифіковані на основі їхніх особливостей для цілей дослідження. Відповідно, попереківі опори були класифіковані з посиланням на різницю в розмірах між виділеною центральною лінією та лініями сидіння, вимірними для вимірних профілів сидінь автобуса. Це означає, що попереківий відділ був сформований для ≥ 25 мм (у середньому) або сплюснутий для досягнення форми попереківого відділу < 25 мм по центральній лінії, а розроблена бічна попереківі опора була сформована для ≥ 45 мм або сплюснена для досягнення бічної попереківі опори форма < 45 мм, ніж бічна попереківі опора на лініях сидіння (рис 3.3).

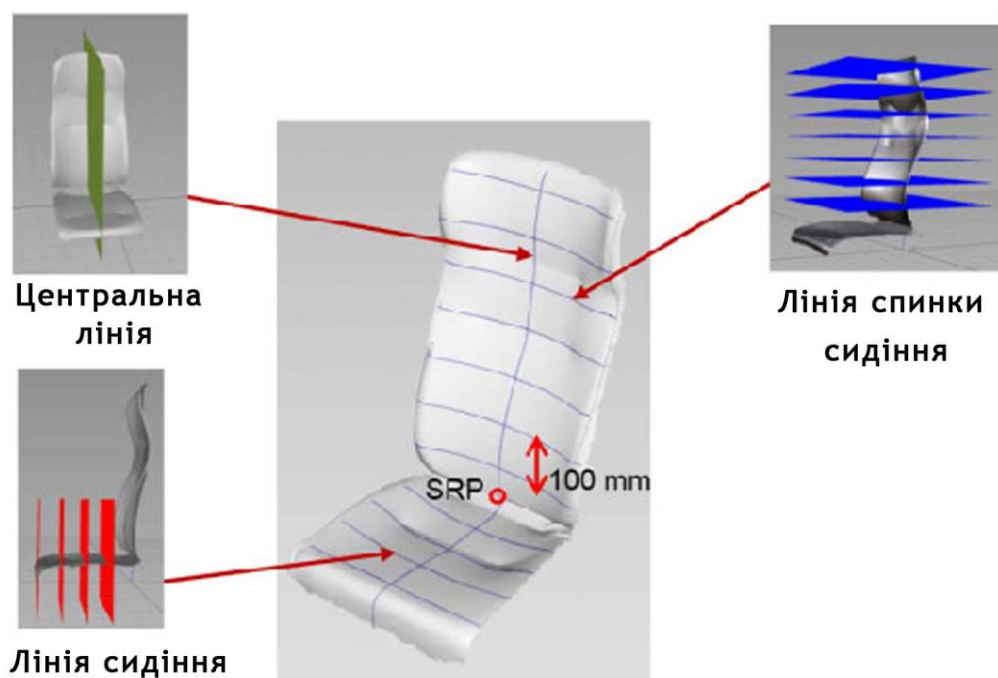


Рисунок 3.3 - Критичні поперечні перерізи та контури профілю автобусного сидіння.

4. РЕЗУЛЬТАТИ ДОСЛІДЖЕНЬ ТА ЇХ АНАЛІЗ

4.1. Моделювання конструктивних параметрів сидіння

На відміну від сучасності, раніше конструкції сидінь виготовлялися переважно з трубчастого профілю. Проте штамповані конструкції сидінь пасажирських автобусів ще потребують подальшого експериментального аналізу. У цьому випадку при 3D моделюванні використовувалася штампована конструкція товщиною 2 мм зі сталі 20 (рис. 4.1). Програма, що дозволяє розподілити зусилля Ansys Workbench.

Оцінка представляла традиційний підхід до вирішення та представлення розподілу внутрішніх напружень у різних конструкціях. Проведено динамічний аналіз для визначення деформації напруги та кінематичної поведінки механізму з урахуванням пружно-пластичної поведінки окремих частин механізму. При створенні моделі першим кроком було зменшення ваги, яка послаблює несучу раму, і для підвищення її податливості було вирізано сидіння моделі. Виріз дуже важливий для отримання необхідних рухів на контрольних точках відповідно до вимог статичних випробувань, запропонованих Європейською економічною комісією Правил ООН № 80.

Висота навантаження H_1 вантажу P_1 становила 781 мм відносно поверхні основи, а висота навантаження H_2 вантажу P_2 становила 533 мм відповідно. Значення навантажень P_1 і P_2 , прикладених до заднього сидіння, були паралельні горизонтальній площині та поздовжній осі автобуса і могли бути розраховані наступним чином у рівняннях (6) і (7):

$$P_1 = \frac{1000}{H_1} \pm 50 = \frac{1000}{0.781} + 50 = 1330 \quad (4.1)$$

$$P_2 = \frac{2000}{H_2} \pm 100 = \frac{2000}{0.533} + 100 = 3852N \quad (4.2)$$

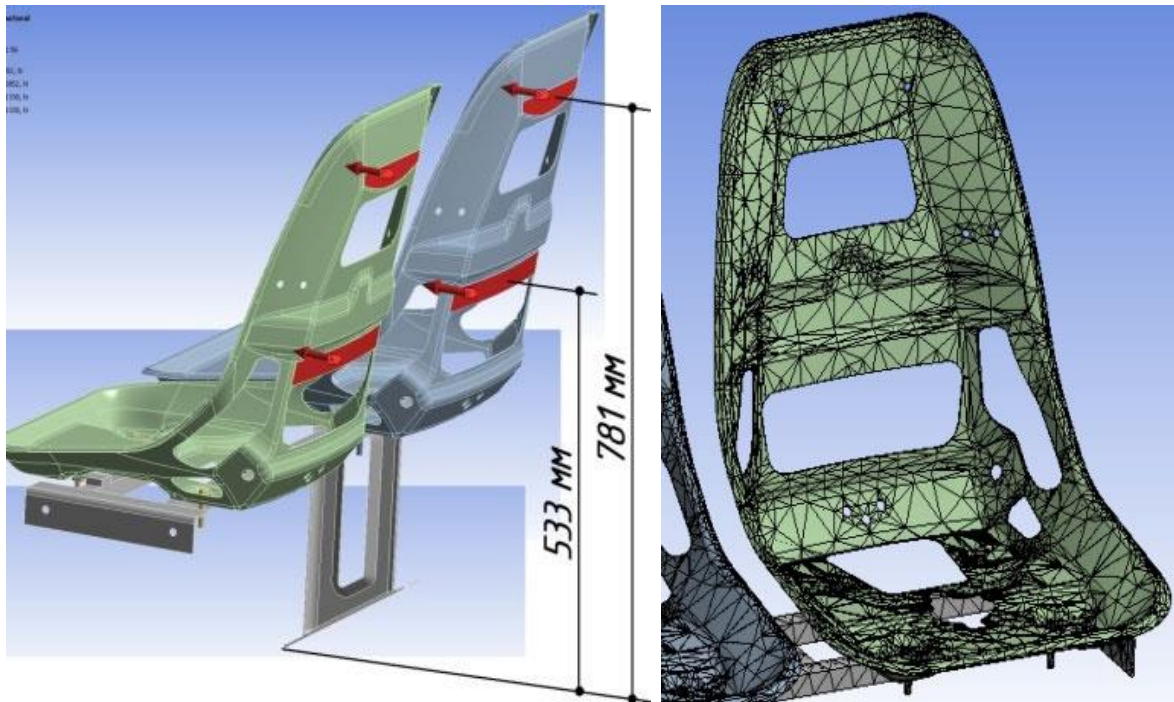


Рисунок 4.1 - Модель сидіння з пресованого листа: а – суцільна; б - модель методом скінченних елементів.

Подальшим виконанням дослідження каркаса сидіння, що відповідає вимогам Регламенту ООН № 80, є аналіз міцності конструкції, представленої у вигляді твердотільної моделі. Це забезпечить більшу точність розрахунку та дозволить врахувати пластичні деформації (допускаючи фізичну нелінійність). Основною перевагою твердотільної моделі є можливість переходу від вузлових з'єднань стрижнів до реальних об'ємних з'єднань труб та інших елементів конструкції, що відповідають реальному сценарію. На відміну від характеристик сидіння, твердотільна модель є набагато складнішою з точки зору її побудови та аналізу, тому що модель має бути розбита на набори розмірів і конфігурацій.

Проведено дослідження трьох варіантів сидінь з навантаженням за наступними сценаріями: з підставкою (рис. 4.2 а), з боковою консоллю кріплення (рис. 4.2 б) та з додатковим поручнем, який кріпився до каркасу даху (рис. 4.2 с).

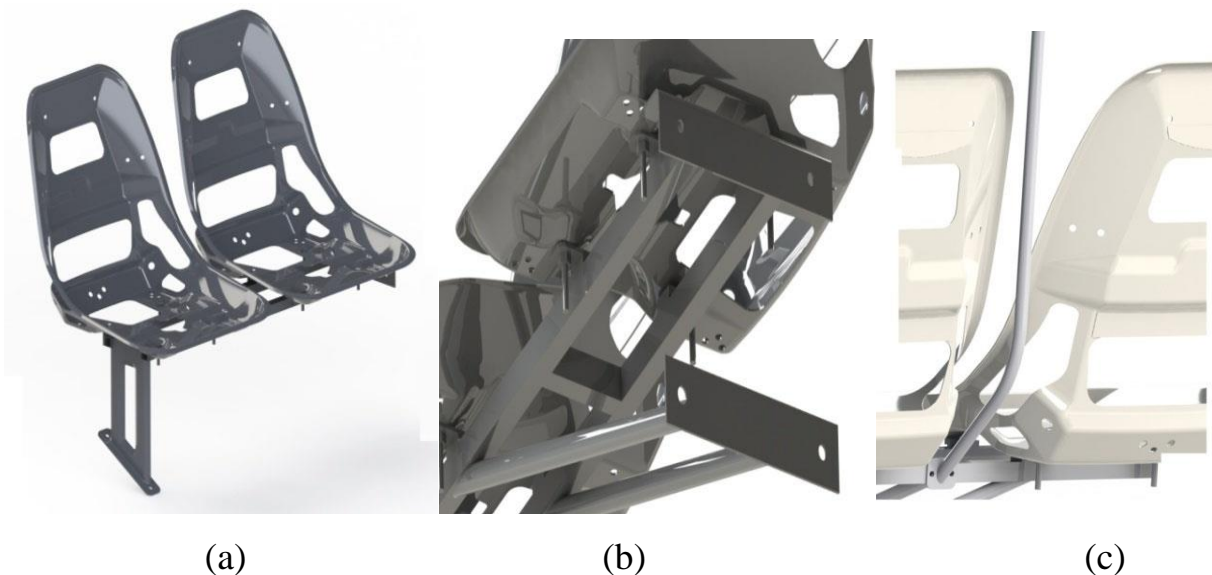


Рисунок 4.2 - Тривимірний модель сидіння з підставкою (а), боковим кріпленням (b) і поручнем, прикріпленім до рами даху (с).

Перший приклад (рис. 4.2 а) складається з вертикальної стійки, виготовленої з профілю товщиною 2 мм і з отвором у центрі для економії матеріалу; однак це не зменшувало жорсткість конструкції. Дно стійки приварюється до пластини товщиною 3 мм з двома отворами діаметром 10 мм, під болтове з'єднання. У моделі змодельовано зварне з'єднання пластини, яка виконує роль фланця, що кріпить основу до колісних арок автобуса та рами стійки. Другий сценарій (рисунок 4.2 б) актуальний для транспортних засобів із низьким входом і низькою підлогою, що забезпечує ефективне обслуговування підлоги автобуса. Його основа не закріплена на стійках на підлозі, а міцно прикріплена до борту автобуса через дві опорні круглі труби розміром 20×2 мм (рис. 4.2 б). Ці труби приварюють до сталевій пластини (розміром $265 \times 50 \times 3$ мм) з двома отворами для болтового з'єднання на 10 мм. Фланці кріпляться збоку сидіння на висоті 200 мм.

Виходячи з того, що другий сценарій (рис. 4.2 б) характеризується вищим потенціалом оптимізації, порівняно з класичним варіантом (рис. 4.2 а) з підлоговим кріпленням за допомогою стійки, який має значно меншу

відстань між опорами кріплення, а отже, значно більший момент дії сил, доцільно посилити його введенням додаткової рейки, прикріпленої до каркасу даху (рис. 4.2 с). Варто відзначити, що часто можна зустріти варіант конструкції з кріпленням поручня до каркаса одного з сидінь. Таким чином, в результаті навантажень згідно з Правилами ЄЕК ООН № 80 отримують різні значення переміщення та поглиненої енергії для спинки та правого сидіння.

Загалом кожен вузол має 6 ступенів вільного простору (три лінійних переміщення та три кути повороту), але для конкретного завдання певні ступені вільного простору можуть бути неможливими. Наприклад, у процесі розв'язування деформації плоского п'ятиточкового кріплення основи сидіння, навантаженого плоскими силами, основні функції, що описують зміщення площини піку, можна опустити, оскільки їх значення дорівнює нулю. Тип опису включає тут топологію елемента (плоский трикутник, плоский чотирикутник, багатокутник із вигнутими сторонами, об'ємний елемент-тетраедр, шестикутник тощо). Для таких фігур використовуються основні функції (чотирикутник з 6 градусами вільного простору у вузлі, чотирикутник з 2 градусами вільного простору у вузлі тощо) і формули для обчислення пружної енергії. Розв'язок системи рівнянь МСЕ (методу скінченних елементів) шляхом прогнозування переміщень буде складовою вузлових переміщень дискретної конструкції пасажирського сидіння. В цілому базова модель з підставкою складається з 19 складових елементів. Його вага становить 15,1 кг. Кількість скінченних елементів моделі FEM наближається до 40 000, а кількість вузлів – 85 376. Результати обчислень показують, що незважаючи на ідентичність лівого та правого місць, вони поділені на різну кількість кінцевих елементів (FE): ліве складається з 16 160 елементів, об'єднаних 33 265 вузлами, а праве складається з 16 189 елементів із 33 309 вузлів. Подібні умови спостерігаються для абсолютно однакових болтів М8, що кріплять основу. Пояснень може бути кілька: по-перше, алгоритм Ansys Workbench створює сітку кожного разу індивідуально (підлаштовуючись під задані умови розрахунку), і може починатися,

наприклад, не з області кріплення сидіння, а з його верхньої частини, показуючи ознаки штучної нейронної мережі.

По-друге, основа, до якої кріпиться сидіння, не є симетричною (різна ступінь деталізації в різних її областях).

Модель сидіння з консольним кріпленням складається з 19 складових елементів і важче на 0,6 кг. Кількість кінцевих точок моделі FEM зростає до 42 699, а кількість відповідних вузлів становить майже 5000 одиниць.

Усі елементи, що входять до складу моделі сидіння, мають нелінійні характеристики матеріалу, включаючи його фізичну нелінійність. Наприклад, один з болтів M8 складається з 198 елементів і 408 вузлів, а відповідна гайка складається з 66 елементів і 473 вузлів. Параметр контактної чутливості, який автоматично встановлюється в середовищі Ansys Workbench, становить 3,4712 мм (значення допустимого відхилення). Загалом модель складніша щодо вибірки стелажа і потребує більш детальної розбивки ключових елементів: ступінь деталізації в розділі визначається параметром релевантності, який для досліджуваної моделі приймається рівним 0,35 (як частина функціональності програмного забезпечення Ansys Workbench, максимальне значення для Relevance становить –100).

Порівняно з першим сценарієм (рис. 4.2 а) і незважаючи на відсутність стійки для кріплення до підлоги, загальна висота моделі (довжина Y) збільшилася з 791,09 до 1184 мм.

Різниця в габаритній висоті обумовлена наявністю високого поручня, який кріпиться до системи поручнів на даху кабіни. Порівняно з другим сценарієм (рис. 4.2 б) кількість FE зросла на 7%, а кількість вузлів — на 7,5% відповідно.

Вага моделі з поручнями становить 16,6 кг, а кількість складових елементів складання збільшилася не так сильно. Дані по FEM-дротяній рейці були такі: кількість FE перил – 3792, а кількість вузлів – 7426. Її габаритна висота склала 971,5 мм, а вага всієї моделі – 0,9 кг.

Під час комп'ютерного моделювання випробувань рами сидіння також

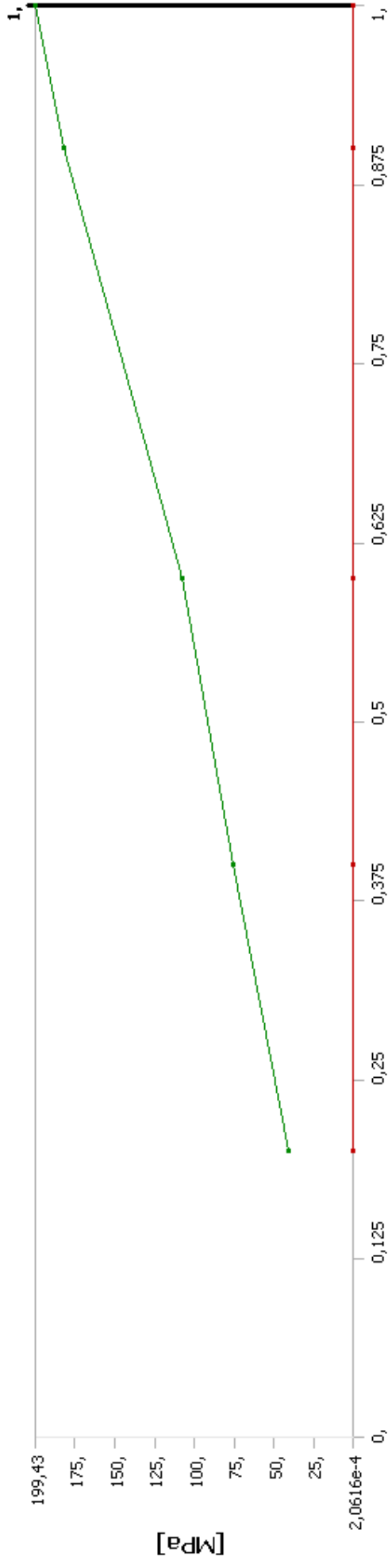
визначено поведінку складових елементів з відповідними парами тертя сталь–сталь. Для пар сталь–сталь коефіцієнт тертя встановлюється рівним 0,2, що відповідає типовому значенню в стані спокою. Крім болтових з'єднань, всі контактні пари мають коефіцієнт тертя 0,2. Жорстке склеєне (нерухоме) з'єднання забезпечує болтове з'єднання (наприклад, склеєне — болтове з'єднання М8).

Слід зазначити, що твердження про прямий зв'язок зростання релевантності з точністю розрахунку є хибним. У розбитій конфігурації на FE параметр Relevance Center встановлено на Fine, що означає покращену деталізацію елемента на вигинах моделі та складні переходи (болтові з'єднання тощо). Мінімальне значення довжини ребра скінченного елемента становило 5,8838 мм.

Спочатку були проаналізовані значення напруги базової моделі зі стійкою. Максимально досягнуте значення склало 431,74 МПа. Стійка кріпилася за допомогою болтового з'єднання на лівому кронштейні, який кріпився разом з рухом сидіння до основи в його передній частині. При цьому максимальне значення напруги болтів кріплення становило 199,43 МПа. У місці кріплення каркаса сидіння болтовим з'єднанням значення напруги становило 240 МПа. Складові елементи досягали максимальних напружень у різний час, що представлено на рисунку 4.3.

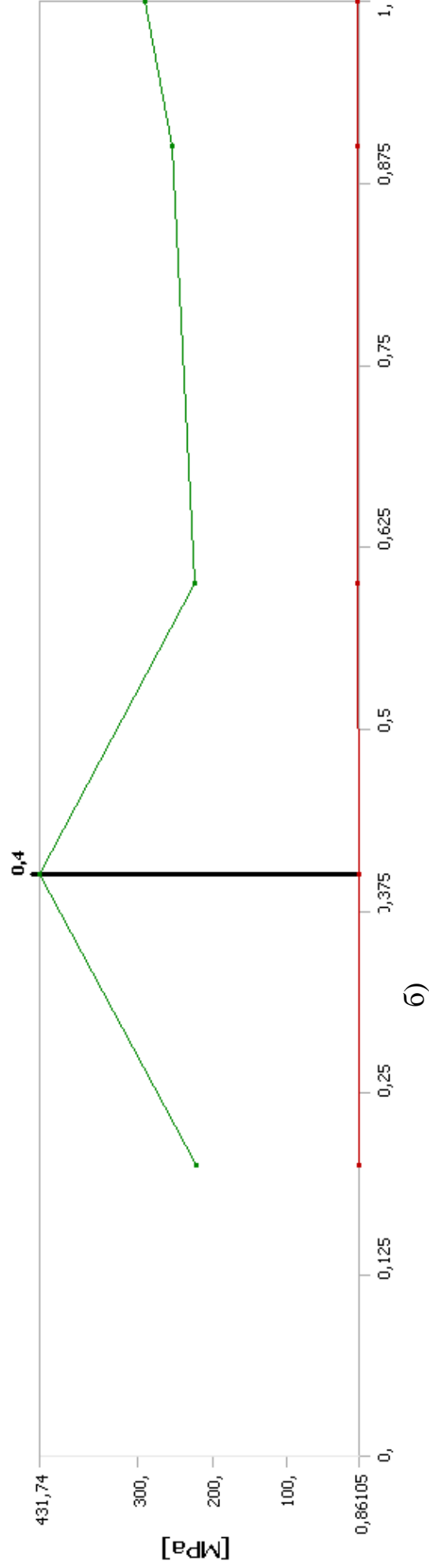
При розгляді напружено-деформованого стану конструкції на етапі повного поглинання енергії удару, представленого на рис. 4.3, максимальне значення напруження, що дорівнює 374,74 МПа, зафіксовано в рамі автобуса в площі вигину сидіння. Це очікувано через найбільші згинальні моменти, що проходять через цю область.

Значення напруги в стійці коливаються від 5 МПа у фланці з підвищенням на 45 МПа в болтових з'єднаннях і до 270 МПа в стійці (рис. 4.4). Конструктивно ніжка сидіння являє собою зварну конструкцію, що складається з пресованого листа товщиною 2 мм і плоского фланця, закріпленого на підлозі товщиною 3 мм.



a)

14



б)

Рисунок 4.3 - Діаграми розтягування залежно від ступенів навантаження: (а) гайка; (б) болт

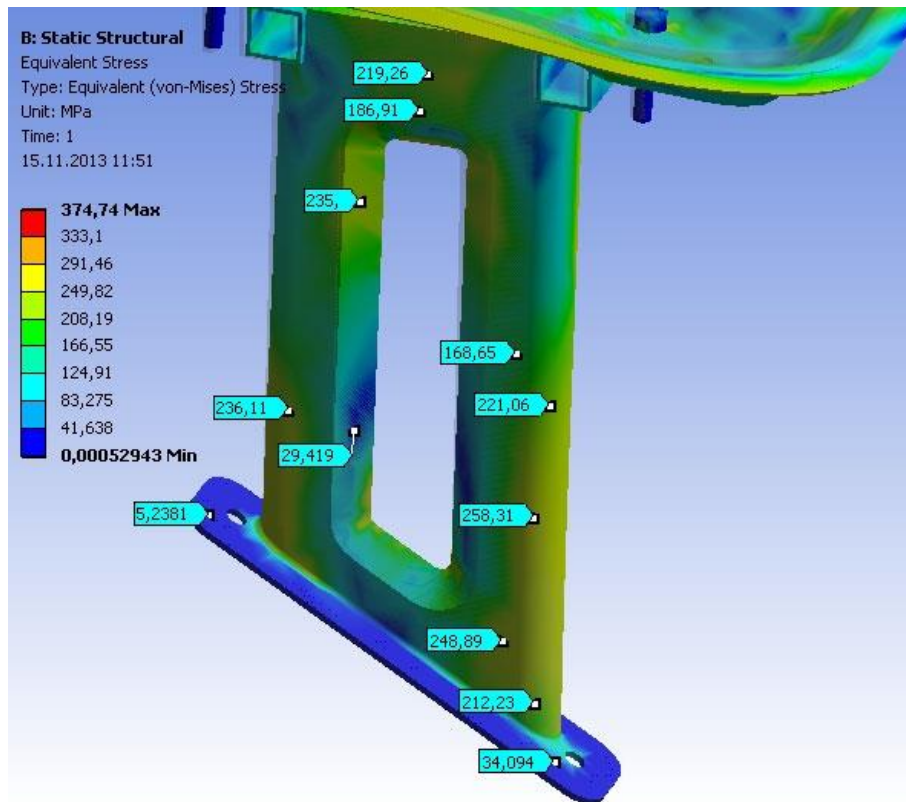


Рисунок 4.4 - Карта міцності стійки.

Разом з основою сидіння (зварним каркасом квадратної труби) стійка і фланець закріплені на кронштейні дуги сидіння, утворюють єдину нероздільну конструкцію. Конструкція продемонструвала максимальне значення напруження 339,81 МПа, яке фіксується в кронштейні правого сидіння.

Варіант основи сидіння, призначений для встановлення в автобусах з низьким входом, має одностороннє кріплення, прикріплене до боковини автобуса, і тому, теоретично, він має нижчу рівновагу, ніж попередня конструкція. Максимальне значення напружень, зафіксоване в процесі навантаження, становило 434,33 МПа. Вона відповідає зоні контакту передньої гайки з лівою рамою сидіння. Такі умови та виявлення розрахунку максимального напруження повністю відповідають попередньому випадку. В обох випадках гайка витримає силову реакцію, що передається від болта, зберігаючи цілісність конструкції. Максимальне значення напруги становить 390,02 МПа, що на 3–5% більше порівняно з попереднім варіантом. Це

значення відповідає площі лівого сидіння з підставкою (праве сидіння було більш завантаженим). У зворотному випадку значення максимального напруження припадає на основу сидіння з 305,81 МПа проти 339,81 МПа у варіанті стійки. Таким чином, кронштейн знаходиться в умовах меншого навантаження як частина конструкції консолі. Незважаючи на те, що абсолютне значення напружень нижче в консольному варіанті, середнє значення напружень вище на 30–35%, якщо говорити про 270–300 МПа для профілів труб (25 × 2 мм) проти 220–250 МПа для варіанта, що забезпечує стійке кріплення.

Загалом консольна конструкція за напруженнями має достатній запас міцності, але значна частина складових елементів знаходиться за межами межі текучості матеріалу (сталь 20 – 250 МПа). Це пояснюється тим, що сидіння виконує функцію підшипника, що може призвести до збільшення зсуву під регулярними навантаженнями відповідно до Правил СЕК ООН.

Для третього варіанту основи з консольним кріпленням і додатковою бронею з картою напруг помічено зниження на 5% значення напруг. Максимальне значення відповідає площі вигину лівого сидіння. Загалом можна оцінити відносну рівновагу конструкції сидіння разом із додатковим поручнем: коливання значення напруги між компонентами моделі становить 30–40%, тобто немає перевантажених елементів або елементів з надлишковим запасом міцності.

Хоча основа сидіння показала максимальне значення напруги на 5 МПа більше, ніж у двох інших випадках, середнє значення напружень у круглих профілях розміром 20 × 2 мм на 15–20 % нижче через перерозподіл напружень. Значний внесок у перерозподіл напруги вносить вертикальний додатковий поручень, що поглинає значну частину енергії при ударі. Карта напруги цієї рукоятки показує ефективність її роботи: максимальне значення напруги склало 266,77 МПа. Як і очікувалося, це значення фіксується в зоні кріплення сидіння до його основи.

5. ОХОРОНА ПРАЦІ ТА ЗАХИСТ НАСЕЛЕННЯ

5.1 Аналіз виробничих небезпек під час виробництва

У процесі трудової діяльності людини за допомогою певних знарядь діє на предмет праці в умовах існуючого середовища. Залежно від характеру праці на людину можуть впливати різні середовища: механічні, хімічні, теплові, електричні, біологічні. Організм людини здатний переносити без наслідків такі дії лише, якщо вони не перевищують певні рівні і тривалості. За межами цих рівнів і тривалості виникає пошкодження організму, яке при досягненні певного ступеня кваліфікується як нещасний випадок, травма. Безпосереднім джерелом таких пошкоджень може бути будь-який з компонентів праці.

Пошкодження організму можуть виникати внаслідок: як безпосередньо контактних дій, так і дистанційних, одразу після дії або через певний проміжок часу.

Серед різних факторів виробництва, які можуть спричинити певні дії на людину, виділяють шкідливі й небезпечні виробничі фактори.

Будь-який шкідливий або небезпечний виробничий фактор може діяти на людину лише у певних умовах. Це поняття має надзвичайно важливе значення при вивченні й дослідженні механізмів дії таких факторів на людину та їх наслідків.

Небезпечні й шкідливі виробничі фактори, відповідно до ГОСТ 12.0.003 – 74 поділяють на: фізичні, хімічні, біологічні й психофізіологічні. При розробці заходів запобігання виробничому травматизму й захворюваності працюючих, спеціалістів найбільше цікавлять шкідливі та небезпечні виробничі фактори.

Небезпечні виробничі фактори поділяють на явні, якщо їх дія на людину очевидна і для її запобігання необхідні певні заходи і які потенційно

можуть діяти на людину при певних її діях, виникненні аварій та в інших небезпечних умовах.

Так, спеціалісти в галузі безпеки праці стверджують, що виробнича небезпека – це загроза дії на працюючого небезпечних і шкідливих виробничих факторів, а виробнича шкідливість – дія на працюючого лише шкідливих виробничих факторів.

При встановленні причинно-наслідкових зв'язків між подіями, що призвели до травми працюючого, необхідно розрізнити поняття “нешасний випадок” і “травма”. Травма є випадковою подією внаслідок дії небезпечного виробничого фактора на людину. Поняття “нешасний випадок” пояснює достовірність факту виникнення травми, а тому його окремою подією вважати не можна.

У процесі роботи людина може потрапляти в небезпечну зону внаслідок відсутності там необхідного огороження, сигнальних пристроїв або попереджувальних знаків та написів, порушення відповідних правил, допущеної помилки або внаслідок аварії. При цьому виникає можливість дії на неї небезпечного виробничого фактора. Кожну дію, внаслідок якої людина потрапляє до небезпечної зони, позначено як небезпечну.

Аналіз небезпечних умов, які існують чи виникають безпосередньо на виробництві показав, що їх можна поділити на групи, які:

- характеризують стан або рівень безпеки виробничого обладнання або певного робочого місця, конструктивні недоліки конкретного вузла чи машини, та інші;
- спонукають працюючого допускати помилок у процесі роботи, низька кваліфікація працюючого та рівень знань з охорони праці;
- відсутність відповідного контролю за дотриманням правил з охорони праці;
- створюють можливість проникнення працюючого у небезпечну зону.

Якщо внаслідок аварії технічної системи виникли травми у людей, то сам випадок травми необхідно розглянути як подію, що є наслідком аварії. Це стосується тих систем, у яких підсистемами одночасно є машина і

людина. Якщо при функціонуванні таких систем з ладу вийшла машина, раптово припинивши свої функції внаслідок руйнування окремих деталей або самої машини, і це привело до значного матеріального збитку, то таке випадкове явище необхідно назвати аварією.

Всяке порушення аналітичної цілості організму або його функцій внаслідок дії на людину дії будь-якого небезпечного фактора визначається як травма.

Оскільки при функціонуванні людино-машинних систем такі явища як травми, аварії та катастрофи, мають дуже близькі механізми формування та виникнення, у подальшому ці явища будуть описуватись паралельно (рис. 5.1).

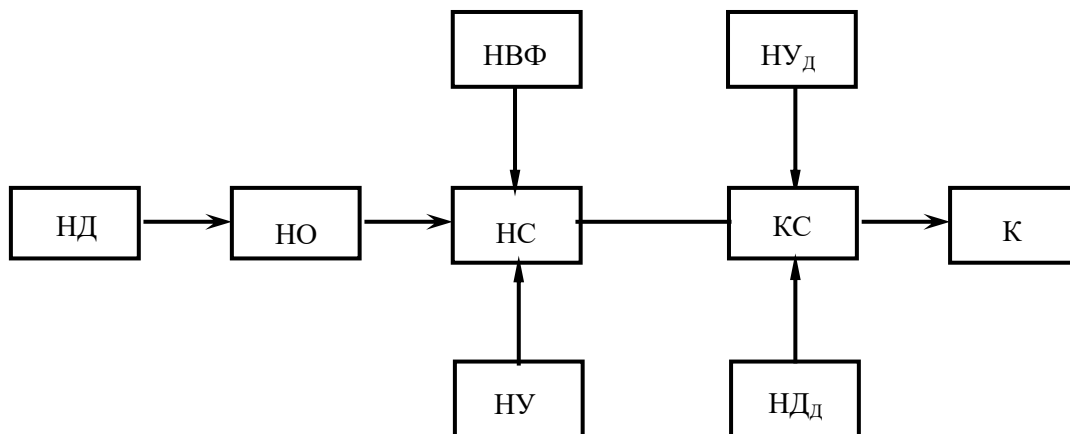


Рисунок 5.1 - Блок-схема формування та виникнення травмонезбезпечних аварійних та катастрофічних ситуацій:

НВФ-небезпечний виробничий чинник; НУ-небезпечні умови; НД-небезпечні дії; НО-небезпечні обставини; НС-небезпечна ситуація; А-аварія; Т-травма; КС-критична ситуація; НУд-небезпечні умови додатково; НДд-небезпечні дії додатково; К-катастрофа.

Усі явища, що формують небезпечну ситуацію, мають повну достовірність виникнення, а це означає. Що небезпечні умови (НУ), небезпечні дії (НД), небезпечні ситуації (НС) і наслідки таких ситуацій: аварія(А), травми (Т) і сприятлива подія належить до випадкових явищ.

5.2 Шкідливі і небезпечні чинники, що виникають на виробництві

Небезпечними називаються чинники, здатні за певних умов викликати гостре порушення здоров'я і загибель організму; шкідливими – чинники, негативно впливаючі на працездатність або такі, що викликають професійні захворювання і інші несприятливі наслідки.

Переважає більшість деталей вантажопідйомного пристрою виходять з початкового листового матеріалу штампуванням (деталі завтовшки до 12 мм – холодною, понад 12 мм – гарячіше) на ковальсько-пресовій ділянці. Основні небезпечні і шкідливі чинники, характерні для ковальсько-пресової ділянки носять фізичний характер, причиною яких є шум, вібрація і інші види коливальних дій, викликані зворотно-поступальний рухомими повзунами пресів і маховиками, що обертаються, і елементами приводу. Хімічні і біологічні чинники для ковальсько-пресових ділянок не характерні.

Крім того, до розряду несприятливих чинників можна віднести кліматичні параметри (температура, вологість і рухливість повітря), атмосферний тиск, рівень освітленості в цеху, статичні і динамічні перевантаження (підйом і перенесення тяжкості, незручне положення тіла, тривалий тиск на шкіру, суглоби, м'язи і кістки), нервово-психічні перевантаження (розумове перенапруження, емоційні перевантаження, перенапруження аналізаторів).

Методи і засоби боротьби з шкідливими і небезпечними чинниками на ковальсько-пресовій ділянці зводяться до ізоляції джерел вібрації, застосування спеціальних окулярів і навушників для захисту зору і слуху, використанню теплозахисного спецодягу. Печі повинні мати ефективні системи і пристрої, що захищають персонал від теплового випромінювання понад норму, що допускається (теплові завіси).

Важливе значення для запобігання травматизму і професійних

захворювання має вміст в чистоті робочого місця штампувача, раціональне планування його робочого дня, а також підтримку загальних мікрокліматичних параметрів в цеху в допустимих межах.

Дію негативних чинників виробничого середовища приводять до травмування і професійних захворювань тих, що працюють. Основними травмуючими чинниками в машинобудуванні є: устаткування, падаючі предмети, падіння персоналу, заводський транспорт, нагріті поверхні, електричний струм, інші.

5.3 Моделювання процесу виникнення травм та аварій

Метод логічного моделювання процесів формування, виникнення небезпечних ситуацій та їх наслідків доцільно застосовувати для аналізу існуючих або потенційних небезпек, що виявленні при обстеженні робочих місць, окремих марок машин, агрегатів, а також різних споруд, будівель, виробничих процесів і технологій. Але, як показали дослідження, будь-яка аварія може бути наслідком однієї з багатьох потенційних небезпечних ситуацій або їх поєднання. Тому метод логічного моделювання не може бути застосований для моделювання складних аварій і катастроф. Обчислення рівняння безпеки можна спрямувати на удосконалення конструкції технічних засобів, на зниження їх безпеки, а також вживати термінових заходів для першочергового усунення небезпек з більш високим рівнем.

Аналіз умов, обставин та причин різних аварій, виробничих травм та деяких катастроф показав, що процеси формування та виникнення цих явищ можна заздалегідь моделювати, застосовуючи метод побудови “дерева відказів” та помилок оператора людино-машинних систем у сільському господарстві. Так, побудовані операторні або логіко-імітаційні моделі травм при роботі.

Основні принципи побудови моделі такі. Виявляється виробництво, на якому вже були раніше або можуть статися аварії, виробничі травми чи

катастрофи. За своєю формою така модель нагадує крону дерева, тому вона і одержала назву “дерево відказів і помилок”. Кінцеві події називають базовими.

Для побудови логіко-імітаційних моделей застосовують різні символи, що характеризують ті чи інші події. Як правило, побудова моделі починається з головної події, а наступні розміщують зверху вниз, аж до базових подій (рис. 5.2).

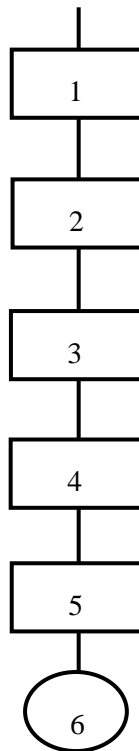


Рисунок 5.2 - Схема побудови логіко-імітаційних моделей:

1- головна подія; 2-5- проміжні події; 6- базова подія.

Кожен блок рисунку, позначений відповідним номером, означає подію або окремий етап побудови моделі:

- 1 – відмова (аварія, травма) системи – головна подія;
- 2 – послідовність подій, що приводять до відмови системи;
- 3 – послідовність подій зображується за допомогою логічних операторів;
- 4 – усі вхідні і вихідні події, що входять до моделі, зображуються у вигляді прямокутників з відповідними написами всередині;
- 5 – послідовний підхід до базових подій, частоти виникнення яких відомі;

б – базові події зображують у вигляді кружечків з написами всередині, вони є межею аналізу побудованої моделі.

5.4. Розробка логіко-імітаційної моделі процесу виникнення травм під час роботи

Проаналізувавши кожну із логічних моделей процесів формування та можливого виникнення травмонебезпечних та аварійних ситуацій, завжди можна знайти подію з якої починається небезпечний процес ще до виникнення небезпечних наслідків.

Методикою оцінки рівня безпеки робочих місць, машин, виробничих процесів та окремих виробництв передбачено пошук об'єктивного критерію рівня безпеки для конкретного об'єкта. Таким показником вибрана ймовірність виникнення аварії, травми залежно від досліджуваного явища.

Для оцінки рівня безпеки певного об'єкта чи явища можна застосувати метод обчислення ймовірності виникнення будь-якого випадкового явища, який широко застосовують в зарубіжній інженерній практиці. Основні його принципи полягають в тому, що на основі обстеження робочого місця чи окремої машини виявляють виробничі небезпеки, можливі аварійні або травматичні ситуації. При оцінці ситуацій визначають події, які можуть стати головною подією при побудові логічно-імітаційної моделі травми. Після цього будують модель “дерева відмов і помилок оператора”. При цьому важливе значення має правильний вибір головної події.

Головну подію (травма), модель якої нам необхідно побудувати, вибирають виходячи з оцінки відповідного об'єкта, виробництва чи окремої одиниці обладнання і змісту його найбільш небезпечного явища, яке за певних умов виробництва може виникнути.

Після вибору головної випадкового явища (події) розпочинаємо побудову моделі (“дерева”). Використовуючи оператора “і” та “або”,

використовуємо набір ситуацій (відомих до цього), які можуть призвести до подій, вибраної як головна.

Після визначення відповідних травмонебезпечних ситуацій та їх кількості, визначаємо інші події, що входять до кожної такої ситуації, логічним аналізом із застосуванням операторів “і”, “або” та інших. Процес побудови моделі триває, поки не будуть знайдені усі базові події, що визначають межу моделі.

Повністю побудована і перевірена модель підлягає математичній обробці для визначення ймовірності кожної випадкової події, що увійшла до моделі, починаючи з базових і закінчуючи головною.

Ймовірність базових подій визначаємо за даними виробництва. Наприклад, базова подія “стан контролю з охорони праці”. Для визначення ймовірності ми повинні встановити, наскільки (у відсотках) від ідеального рівня здійснюється відповідний контроль на об’єкті. Якщо буде встановлено, що такий рівень контролю становить 50% або 30%, то ймовірність відповідно дорівнює 0,5 і 0,3. При відсутності контролю ймовірність “не здійснення контролю” становитиме 1, якщо контроль ідеальний, то відповідно ймовірність дорівнює 0.

Після обчислення ймовірності всіх подій, розміщених у ромбах, і базових подій, починаючи з лівої нижньої гілки “дерева”, позначаємо номерами всі випадкові події, що увійшли до моделі.

На цьому можна вважати, що певна модель підготовлена до математичних обчислень ймовірностей випадкових подій логічно-імітаційної моделі

Отже, для побудови логіко-імітаційної моделі процесу, формування і виникнення аварії та травми для випадку технологічного процесу виробництва хлібобулочних виробів складемо список базових подій. Вони лежатимуть у основі даної моделі. Кожному пункту списку присвоюємо певне значення ймовірності виникнення. Нижче подано сам список:

1. Стан контролю з охорони праці $P_1 = 0,2$;

2. Несерйозне відношення до проходження ТО $P_2 = 0,1$;
3. Відсутність комплектуючих $P_3 = 0,2$;
4. Невисока міцність $P_4 = 0,03$;
5. Застаріле обладнання $P_6 = 0,02$;
6. Попадання предметів з навколишнього середовища $P_7 = 0,4$;
7. Досвід роботи $P_{12} = 0,35$.
8. Професійний рівень робітника $P_{13} = 0,5$;
9. Психофізіологічний стан робітника $P_{14} = 0,083$;

На основі даного списку будемо матрицю логічних взаємозв'язків між окремими пунктами, графічне представлення якої зображено на рис. 5.4.

Розрахуємо ймовірності виникнення подій, що входять у дану логіко-імітаційну модель процесу роботи з сидінням автобуса.

Ймовірність виникнення події P_5 визначаємо наступним чином:

$$P_5 = 0,2 + 0,1 + 0,2 + 0,003 - 0,2 \cdot 0,1 - 0,2 \cdot 0,03 - 0,2 \cdot 0,03 - 0,1 \cdot 0,2 - 0,1 \cdot 0,03 - 0,2 \cdot 0,03 + 0,2 \cdot 0,1 \cdot 0,2 + 0,1 \cdot 0,2 \cdot 0,03 + 0,2 \cdot 0,1 \cdot 0,2 + 0,2 \cdot 0,1 \cdot 0,03 - 0,2 \cdot 0,1 \cdot 0,2 \cdot 0,03 = 0,314$$

Ймовірність виникнення події P_{10} визначаємо так:

$$P_{10} = 0,2 + 0,1 = 0,3$$

Ймовірність виникнення події P_{11} визначаємо:

$$P_{11} = 0,02 \cdot 0,314 \cdot 0,4 \cdot 0,3 = 0,00075$$

Ймовірність виникнення події P_{15} визначаємо наступним чином:

$$P_{15} = 0,35 \cdot 0,5 \cdot 0,083 = 0,0145$$

Ймовірність події P_{18} :

$$P_{18} = 0,5 + 0,083 = 0,58$$

Ймовірність події P_{19} :

$$P_{19} = 0,0145 \cdot 0,083 = 0,0012$$

Ймовірність події P_{20} :

$$P_{20} = 0,00075 + 0,0012 = 0,00195$$

Ймовірність травми рівна ймовірності виникнення аварії. Це пов'язано з тим, що остання можлива лише за умови контролю людиною роботи сидіння автобуса.

Логіко-імітаційні моделі аварій і травм допомагають зменшити ймовірність виникнення аварійних та травмонебезпечних ситуацій. Якщо необхідно оцінити рівень небезпеки будь-якого робочого місця, слід уважно вивчити і побудувати логічні моделі можливих небезпечних ситуацій, які охоплюють як стан обладнання і самого робочого місця, так і поведінку працюючого і обчислити ймовірність виникнення травми.

Після аналізу результатів моделювання ймовірність виникнення травми можна звести до дуже малої величини – достатньо зменшити вплив ймовірностей вихідних факторів, які до неї призводять.

5.5. Розробка заходів щодо захисту населення

Забезпечення захисту цивільного населення у разі загрози та виникнення надзвичайних ситуацій є одним з найважливіших завдань, яке покладається на службу з охорони праці господарства.

Захист населення базується на державній системі заходів, що забезпечують виконання організаційних, інженерно - технічних, санітарно - гігієнічних та інших заходів в сфері запобігання та ліквідації наслідків надзвичайних ситуацій.

До надзвичайних ситуацій природного характеру, які можуть виникнути на території господарства належить: пожежа, ураган, смерч, землетрус, великі опади дощів.

З метою захисту населення, зменшення втрат та шкоди економіці в разі виникнення надзвичайних ситуацій має проводитись спеціальний комплекс заходів, а саме:

– оповіщення та інформування населення про надзвичайну ситуацію, яка

- може виникнути;
- спостереження і контроль за докiллям , продуктами харчування і водою;
 - створення захисних споруд та укриття в них усього населення відповідно до приналежності (працююча зміна, населення, яке проживає в небезпечній зоні);
 - проведення медичного захисту для зменшення ступеня ураження людей, своєчасне надання допомоги та лікування.

5.6. Джерела забруднення навколишнього середовища і заходи по його захисту

Атмосферне повітря, що оточує людину, безперервно піддається забрудненню. Повітря виробничих приміщень забруднюється викидами технологічного устаткування або при проведенні технологічних процесів без локалізації речовин, що відходять. Вентиляційне повітря, що видаляється з приміщення, може стати причиною забруднення атмосферного повітря промислових майданчиків і населених місць. Крім того, повітря промислових майданчиків і населених місць забруднюється технологічними викидами цехів, транспортних засобів і інших джерел. Сучасне машинобудування розвивається на базі крупних виробничих об'єднань, що включають заготовчі і ковальсько-пресові цехи, цехи термічної і механічної обробки металів, цехи покриттів і крупне ливарне виробництво.

Механічна обробка металів на верстатах супроводжується виділенням пилу, туманів, масел і емульсій, які через вентиляційну систему викидаються з приміщень.

Засоби захисту атмосфери повинні обмежувати наявність шкідливих речовин в повітрі місця існування людини на рівні ГДК. Дотримання вимог досягається локалізацією шкідливих речовин в місці їх освіти, відведенням з

приміщення або від устаткування або розсіюванням в атмосфері. На практиці реалізуються наступні варіанти захисту атмосферного повітря: виведення токсичних речовин з приміщень загальнообмінною вентиляцією, локалізація токсичних речовин в зоні їх освіти місцевою вентиляцією, очищення забрудненого повітря спеціальними апаратами і його повернення у виробниче приміщення, якщо повітря після очищення в апараті відповідає нормативним вимогам до припливного повітря; очищення технологічних газових викидів в спеціальних апаратах, викид і розсіювання в атмосфері; очищення відпрацьованих газів енергоустановок, наприклад, двигунів внутрішнього згорання в спец агрегатах, і викид в атмосферу або виробничу зону (копальні, кар'єри, складські приміщення і тому подібне)

Останнім часом питання раціонального використання природних ресурсів придбали виключно гостре значення. Завод має наступні технічні засоби очищення викидів в атмосферу: пиловловлююча установка для уловлювання пилу від обдирно-шліфувального верстата, витяжна установка для заточних верстатів, газовловлююча установка для уловлювання пари кислот, лугів і ін. Таким чином для кожного виду забруднення існує свій метод, спеціальний апарат, який дозволяє з мінімальними витратами енергії отримувати високий ступінь очищення.

5.7. Надзвичайні ситуації, що виникають в цеху

Надзвичайна ситуація – це обставина, що виникає в результаті природних стихійних лих, аварій і катастроф техногенного, екологічного походження, військового соціального і політичного характеру, що викликають відхилення від норми життєдіяльності людей, економіки, соціальної сфери і природного середовища.

Для виробничих цехів машинобудівних підприємств найбільш характерна пожежна небезпека, а також небезпека вибуху – раптовій

розгерметизації трубопроводів і апаратів з надмірним внутрішнім тиском.

Попередження пожежі передбачає наявність в цеху первинних засобів пожежогасіння – вогнегасників. Для даного виду устаткування краще всього застосовувати порошковий вогнегасник Оп5; Оп10, він не надає корозійної дії на метал, а також підходить для гасіння електричних вузлів устаткування.

Для забезпечення при пожежі безпечної евакуації людей, що знаходяться в будівлі, передбачаються евакуаційні виходи. Евакуаційних виходів повинно бути не менше двох. Двері, призначені для евакуації, повинні відкриватися у бік виходу з будівлі. Пристрій розсувних і підйомних дверей на шляхах евакуації забороняється.

Для попередження надзвичайної ситуації, пов'язаних з розгерметизацією технологічних або опалювальних трубопроводів необхідно ввести в небезпечні точки трубопроводів різні вимірювальні засоби для контролю тиску в системі. Крани, що перекривають подачу гарячої води повинні розташовуватися в доступному місці і забезпечувати швидке відключення води.

У разі підвищення змісту горючих речовин або зниження концентрації флегматизатора в небезпечній зоні або технологічному устаткуванні до значень гранично допустимих вибухобезпечних концентрацій пари (газів) вогняні роботи повинні бути негайно припинені.

При технічному обслуговуванні устаткування, перш за все, необхідно перевіряти, щоб в результаті відключення живлення не відбулося падіння об'єктів, що транспортувалися, або вузлів устаткування, що знаходяться в піднятому або нестійкому положенні. Тільки після цього можна відключити електричне і пневматичне живлення, обов'язково переконавшись в тому, що тиск в системі повністю скинутий.

6. ТЕХНІКО-ЕКОНОМІЧНЕ ОБГРУНТУВАННЯ РОБОТИ

Завданням даної кваліфікаційної роботи є демонстрація конструктивних параметрів сидіння автобуса. Оптимізація розробки проекту в контексті інженерного аналізу — це комп'ютерна техніка, яка передбачає вибір найкращого проекту з кількох проектів за допомогою загального елементного аналізу.

У процесі інженерного розрахунку порівнювалися численні показники, такі як товщина основних металевих конструкційних частин і механічні властивості матеріалів. Основним обмеженням характеру конструкції є навантаження на осі відповідно до правил безпеки перевезень пасажирів.

Тому завданням техніко-економічної роботи було порівняння витрат на модернізацію сидіння за двома варіантами:

- вертикальної стійки, виготовленої з профілю товщиною 2 мм і з отвором у центрі для економії матеріалу; однак це не зменшувало жорсткість конструкції.
- підставка боковим кріпленням до борту автобуса через дві опорні круглі труби розміром 20 × 2 мм

Вихідні дані для техніко-економічного аналізу:

- за нормами витрат першого та другого варіантів маса нетто виробу та вартість 1 кг матеріалу;
- норми часу та заробітної плати основних виробничих робітників за двома варіантами;

6.1 Визначення вартості основних матеріалів

Витрати основних матеріалів визначають за загальною формулою:

$$C_{OM} = C_{OM} \cdot K_{OM}; \quad (6.1)$$

де C_{OM} – ціна одного кілограма матеріалу, грн.;

K_{OM} – норма витрати матеріалу, кг

Дані розрахунку та результати розрахунку вартості основних матеріалів трьох варіантів наведені в таблиці 6.1.

Таблиця 6.1 - Вартість основних матеріалів

Найменування сортаменту	Техніко-економічні показники	Варіанти конструкції	
		1	2
Лист гарячекатаний завтовшки 16 мм	ціна кілограма матеріалу,	28	28
	норма витрати, кг	62	62
	вартість, грн.	1736	1736
Лист гарячекатаний завтовшки 12 мм	ціна кілограма матеріалу,	29	29
	норма витрати, кг	785	802
	вартість, грн.	22765	23258
Вартість кріпильних виробів, грн.		545	575
Вартість інших конструкційних матеріалів,		452	452
Вартість зварювальних матеріалів, грн.		1527	1527
Вартість лакофарбових матеріалів, грн.		613	613
Разом вартість основних матеріалів, грн.		28542	29082

Ми визначили загальну вартість основних матеріалів і покупної продукції з урахуванням транспортно-заготівельних витрат за вирахуванням вартості вторинної сировини для кожного з двох варіантів проектування.

Дані розрахунку двох варіантів та результати розрахунку вартості вторинних відходів наведені в таблиці 6.2.

Таблиця 6.2 - Загальні витрати на матеріали і купувальні вироби

Складові матеріальних витрат	Варіанти конструкції	
	1	2
вартість основних матеріалів, грн.	36425	33848
вартість купувальних виробів, грн.	26500	36385
транспортно-заготовчі витрати, грн.	6264,5	7568,5
вартість поворотних відходів, грн.	220,5	253,5

6.2 Розрахунок заробітної плати виробничих робочих

Основна заробітна плата виробничого робітника складається з тарифної складової основного посадового окладу та доплати (50% тарифного окладу).

Основна заробітна плата (тариф+доплата) виробничих робітників становить:

$$З_{\text{осн}} = \text{Тф.Осн} \times 1,5$$

де Тф.Осн – Тарифний фонд основної заробітної плати визначено на основі тарифних ставок і норм часу, гривень.

Додаткова заробітна плата виробничих працівників визначається за загальною формулою в розмірі 30% основної заробітної плати:

$$З_{\text{дод}} = З_{\text{осн}} \times 0,3$$

Заробітна плата виробничих працівників обчислюється у розмірі 26% від суми основної та додаткової заробітної плати, визначеної за загальною формулою:

$$З_{\text{нар}} = (З_{\text{осн}} + З_{\text{доп}}) \times 0,26$$

Інформація про основну заробітну плату, додаткову заробітну плату та нараховані витрати наведена в таблиці 5.6.

Таблиця 6.3 - Заробітна плата виробничих робочих і нарахування

Складові матеріальних витрат	Варіанти конструкції	
	1	2
тарифний фонд основної заробітної плати, грн.	14795,5	15795,5
основна заробітна плата, грн.	22 193,25	23 693,25
додаткова заробітна плата, грн.	6 657,9	7107,97
нарахування на заробітну плату, грн.	7 501,3	8008,31

6.3 Розрахунок цехових і загальнозаводських витрат

Витрати цеху визначаються з розрахунку 320% посадового окладу виробничника за загальною формулою.:

$$P_{\text{ц}} = Z_{\text{осн}} \times 3,20$$

Загальна вартість будівництва заводу визначається за загальною формулою з розрахунку 285% основної заробітної плати виробничих робітників.:

$$P_{\text{з}} = Z_{\text{осн}} \times 2,85$$

Інформація про цехові та загальнозаводські витрати наведена в таблиці 6.4.

Таблиця 6.4 - Накладні витрати

Складові матеріальних витрат	Варіанти конструкції	
	1	2
цехові витрати, р	71018,4	75818,4
загальнозаводські витрати, р	63250,7	67525,7

6.4 Визначення повної собівартості пристрою

У виробничу собівартість розробленого пристрою входять: сировина та основні матеріали; покупні вироби та напівфабрикати; транспортно-закупівельні витрати; вторсировина; основна заробітна плата виробничників; додаткова заробітна плата виробничників; калькуляція заробітної плати; складські витрати. загальні заводські витрати. Витрати на виробництво виробу для двох варіантів конструкції та їх компонентів зведені в таблицю 6.5.

Таблиця 6.5 - Структура виробничої собівартості

Складові матеріальних витрат	Варіанти конструкції	
	1	2
основні матеріали, грн.	28542	29082
купівельні вироби, грн.	26500	36385
транспортно-заготівельні витрати, грн.	6264,5	7568,5
поворотні відходи, грн.	220,5	253,5
основна заробітна плата, грн.	22193,25	23693,25
додаткова заробітна плата, грн.	6657,9	7107,97
нарахування на заробітну плату, грн.	7501,3	8008,31
цехові витрати, грн.	71018,4	75818,4
загальнозаводські витрати, грн.	63250,7	67525,7
разом виробнича собівартість, грн.	61527	88405,28

Загальна вартість пристрою складається з виробничих і позавиробничих витрат, що становить 1,2% собівартості продукції. Таблиця 6.6 підсумовує виробництво продукції та загальні витрати та невиробничі витрати для двох варіантів конструкції.

Таблиця 6.6 - Повна собівартість вантажопідйомного пристрою

Складові матеріальних витрат	Варіанти конструкції	
	1	2
виробнича собівартість, грн.	61527	88405,28
невиробничі витрати, грн.	738,3	1060,8
повна собівартість, грн.	62265,3	89466,08

Нами складено зведену таблицю техніко-економічних показників для двох варіантів конструкції сидіння із зазначенням усіх статей витрат (табл. 6.7).

Таблиця 6.7 - Економічні показники роботи

Складові матеріальних витрат	Варіанти конструкції	
	1	2
Сировина і основні матеріали	28542	29082
Купувальні вироби і напівфабрикати	26500	36385
Транспортно-заготовчі витрати, грн.	6264,5	7568,5
Поворотні відходи	220,5	253,5
Основна заробітна плата, грн.	22193,25	23693,25
Додаткова заробітна плата, грн.	6657,9	7107,97
Нарахування на заробітну плату, грн.	7501,3	8008,31
Цехові витрати, грн.	71018,4	75818,4
Загальнозаводські витрати, грн.	63250,7	67525,7
Разом виробничі витрати, грн.	61527	88405,28
Позавиробничі витрати, грн.	738,3	1060,8
Разом повна собівартість, грн.	294413,85	344908,71

Аналіз економічних характеристик модернізації сидіння автобуса показує, що перший варіант конструкції пристрою є найдешевшим. Якщо для першого варіанту частка витрат на придбання товару в

загальній структурі витрат становить близько 13%, то для другого — близько 21,5%.

Іншим важливим показником, що визначає різницю витрат, є вартість оплати праці виробничих робітників. За першим варіантом загальнозаводські витрати становлять 63250,7 гривень, а за другим варіантом – 67525,7 гривень. Відмінність полягає в додатковій трудомісткості: по-перше, для монтажу обладнання, по-друге - для зварювальних робіт (збільшена довжина зварного шва за рахунок збільшення товщини деталі). Частка витрат на заробітну плату в загальній структурі собівартості для кожного сценарію майже однакова.

Із зростанням витрат на заробітну плату також змінюються накладні витрати (цехові витрати, загальнозаводські та невиробничі витрати), розраховані пропорційно до заробітної плати.

Отже, за результатами техніко-економічного аналізу варіантів конструкції сидіння для автобуса можна однозначно виділити перший варіант.

Підсумовуючи, зазначимо, що висновки, зроблені за результатами аналізу техніко-економічних показників, не суперечать загальній тенденції сучасного машинобудування – використання високоякісних конструкційних матеріалів замість сталі меншої міцності для зниження металоємності.

ВИСНОВКИ І ПРОПОЗИЦІЇ

Беручи до уваги, що існує низка факторів, які впливають на загальні характеристики автобусних сидінь, ця робота мала на меті зосередитися на аспекті, який вважається ключовим у міському громадському транспорті, а саме безпеці та комфорті. Аналіз комфорту проводився з використанням спеціально розроблених моделей на профілях сидінь, які займають дорослий (M50) і молодий (M10) пасажир. Аналіз безпеки ґрунтувався на аналізі міцності рами та розподілу напруги для трьох варіантів кріплення сидіння: сидіння з підставкою, кріплення сидіння з боковим керуванням та поручень для підтримки сидіння, прикріплений до рами даху.

Усі розглянуті моделі були на твердій основі та створені за допомогою автоматизованого проектування та програмного середовища автоматизованого проектування; потім їх було імпортовано в програмний пакет для аналізу методом скінченних елементів. В цілому базова модель з підставкою складається з 19 складових елементів. Модель Element Method наблизилася до 40 000, а кількість вузлів перевищила 80 000.

Моделювання різних сценаріїв завантаження сидінь відповідає Правилам № 80 Європейської економічної комісії ООН. Стандартні типи каркасів сидінь із різними типами кріплення, які використовуються в стандартних або низькопідлогових автобусах, були протестовані, що дало багатообіцяючу кореляцію між результатами моделювання та випробувань відповідно до Правил № 80 Європейської економічної комісії ООН. Для різних сценаріїв кріплення сидінь, досягнуті максимальні напруги становили 431,74 МПа для базової моделі, 374,74 МПа на етапі повного поглинання енергії удару та 339,8 МПа для стійки та фланця, що кріпляться до кронштейна дуги сидіння. Для варіанту основи сидіння, який розрахований на встановлення в низькопідлогових автобусах, максимальне значення напружень, зафіксованих у процесі навантаження, становило 434,33 МПа.

Це дослідження є основним, яке зосереджується на конкретних подіях, що стосуються двох пасажирів із передбачуваним місцем розташування та координатами. Дослідження слід продовжити, щоб оцінити комфорт і безпеку сидінь для всіх пасажирів, які знаходяться на різних місцях. Зважаючи на те, що результати цього дослідження можна застосувати лише в міському громадському транспорті, результати дозволять зрозуміти, як покращити зону комфорту, запобігаючи потенційному фізичному дискомфорту або травмам.

З метою зменшення виробничого травматизму в процесі виробництва було проведено аналіз нещасних випадків на виробництві, створено логічну імітаційну модель виробничого травматизму та сформульовано заходи захисту людей.

Аналіз економічних характеристик модернізації сидіння автобуса показує, що перший варіант конструкції пристрою є найдешевшим і може бути впровадженим в виробництво.

БІБЛІОГРАФІЧНИЙ СПИСОК

1. Баб'як О. С. Екологічне право України : навчальний посібник / О. С. Баб'як, П. Д. Біленчук, Ю. О. Чирва. – Київ : АТІКА, 2000. – 216 с.
2. Добрянський С.С., Малафєєв Ю.М., Пуховський Є.С.. Проектування та виробництво заготовок. Підручник для студентів машинобудівних спеціальностей ВНЗ. / Під редакцією Коренькова В.М. – Київ: НТУУ «КПІ», 2014 – 353 с
3. Жидецький В.Ц., Джигерей В.С., Мельников О.В. Основи охорони праці. Підручник. — Вид. 5-те доповнення. — Львів: Афіша, 2000. — 350 с.
4. Залога В.О. Пуховський Є.С., Малафєєв Ю.М. Проектування гнучких виробничих систем машинобудування. Навчальний посібник для студентів ВНЗ машинобудівних спеціальностей / Частина I / Під ред. Коренькова В.М. – К.: НТУУ «КПІ ім. Ігоря Сікорського», 2017. – 286 с.
5. Залога В.О. Сучасні інструментальні матеріали у машинобудуванні: навчальний посібник / В.О. Залога, О.О. Залога, В.Д. Гончаров; за загальн. ред. В.О. Залого. – Суми: Сумський державний університет, 2013. – 371 с.
6. Закон України “Про охорону праці”.
7. Кодра Ю.В., Стоцько З.А. Технологічні машини. Розрахунок і конструювання: Навч. посібник. –Львів: Бескид Біт, 2004. -466с.
8. Назарук М.М. Основи екології та соціоекології. – Львів.: “Афіша”, 1999.-256с.
9. Пуховський Є.С., Малафєєв Ю.М. Проектування гнучких виробничих систем машинобудування. Навчальний посібник для студентів ВНЗ машинобудівних спеціальностей / Частина I / Під ред. Коренькова В.М. – К.: НТУУ «КПІ ім. Ігоря Сікорського», 2017. – 286 с.
- 10.Серіков Я. О. Безпека життєдіяльності – секюритологія. Проблеми.

- Завдання. Шляхи вирішення : монографія : в 2-х. ч. / Я. О. Серіков, Л. Ф. Коженєвські. – Харків : ХНАМГ ; Краків : ЕАС, 2012. – Ч. 1. – 168с. Ч. 2. – 337 с.
11. Технологічні основи машинобудування. [Електронний ресурс]: підручник для студ. спеціальностей 131 «Прикладна механіка», 133 «Галузеве машинобудування» / С.С. Добрянський, Ю.М. Малафєєв; КПІ ім. Ігоря Сікорського. – Електронні текстові дані (1 файл: 13,4 Мбайт). – Київ : КПІ ім. Ігоря Сікорського, 2020. – 379 с.
 12. Horbay O., Diveyev B., Kernytsky I., Humenyuk R. Some components of safety and comfort of a car. *ICCPT 2019: Current Problems of Transport: Proceedings of the 1st International Scientific Conference*. May 28-29, 2019. Ternopil Ivan Puluj National Technical University, Ternopil, Ukraine. S. 103–110. <https://iccpt.tntu.edu.ua/> DOI: 10.14254/jsdtl
 13. Kernytsky I., Yakovenko Y., Storchun Y., Horbay O., Humenyuk R., Sholudko Y. Prospects of electrosleep therapy devices for long-distance drivers. *Scientific Review Engineering and Environmental Sciences* 2020, 29(4), P. 454–460 DOI 10.22630/PNIKS.2020.29.4.39
 14. Kernytsky I., Yakovenko Y., Horbay O., Ryviuk M., Humenyuk R., Sholudko Y., Voichyshyn Y., Mazur Ł., Osinski P., Rusakov K., Koda E. Development of comfort and safety performance of passenger seats in large city buses. *Energies* 2021, 14, 7471. <https://doi.org/10.3390/en14227471>.
 15. Snitynsky V., Kernytsky I., Diveyev V., Horbay O., Fornalchuk Y., Humenyuk R., Sholudko Y. Optimization of the Semi-Active Vibration Absorbers. *Scientific Review – Engineering and Environmental Sciences* 2021, 30 (2), P. 327–336. DOI 10.22630/PNIKS. 2021
 16. Royko Y., Fornalchuk Y., Koda E., Kernytsky I., Hrytsun O., Bura R., Osinski P., Markiewicz A., Wierzbick T., Barabash R., Humenyuk R., Polyansky P. Public Transport Prioritization and Descriptive Criteria-Based Urban Sections Classification on Arterial Streets *Sustainability* 2023, 15(3), 2363; <https://doi.org/10.3390/su15032363>.