

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

ДИПЛОМНА РОБОТА

другого (магістерського) рівня вищої освіти

на тему: **«Підвищення експлуатаційної надійності підвіски
вантажного автомобіля під час транспортування
сільськогосподарської продукції»**

Виконав: студент групи Аін-62
Спеціальності 208 „Агроінженерія”
(шифр і назва)

Цокало Тарас Ігорович
(Прізвище та ініціали)

Керівник: _____
(Прізвище та ініціали)

Дубляни 2024

УДК 631.331

Цокало Тарас Ігорович. «Підвищення експлуатаційної надійності підвіски вантажного автомобіля під час транспортування сільськогосподарської продукції». Дипломна робота. Дубляни: Львівський національний університет природокористування, 2024. 82 с.

Табл. 7; рис. 23; бібліогр. джерел 29; дод. 1

Проаналізовано способи перевезення та наведено класифікацію вантажів за галузевою ознакою та технологічними особливостями, що є початковою умовою перевезення. Розглянуто рекомендації щодо найбільш ефективних рішень з метою використання транспортних засобів для виконання певних робіт.

Наведено конструктивні особливості та принцип роботи ресорної підвіски. Обґрунтовано інерційну коливну систему підвіски вантажного автомобіля, встановлено систему координат, яка була використана для вивчення параметрів взаємодії підресорної маси M_n та непідресореної маси m_{np} .

Проведено випробування автомобіля з використанням підвіски з прогресивними ресорами, що кріпляться через демпфери. Порівняння отриманих осцилограм показує, що вдосконалена ресорна підвіска забезпечує більш стабільне положення динамічної нейтралі, яка знаходиться дещо вище статичного рівня. Серійна ресора зміщує положення динамічної нейтралі вниз, змінюючи амплітуду коливань кузова автомобіля. Розроблено пристосування для виконання робіт з технічного обслуговування набірних листових ресор: пресових робіт під час розбирання та збирання листових ресор, заміни втулок у кронштейнах і ресорах, змащування листів.

Проведено розрахунки затрат праці та собівартості процесу технічного обслуговування підвіски вантажних автомобілів. Зокрема, собівартість одного ТО вантажного автомобіля становить 4315,3 грн.

ЗМІСТ

ВСТУП.....	7
РОЗДІЛ 1.	
СТАН ПИТАННЯ І ЗАВДАННЯ ДОСЛІДЖЕНЬ.....	11
1.1. Загальна класифікація вантажів	11
1.2. Способи транспортування сільськогосподарської продукції.....	17
1.3. Особливості конструкцій автомобілів для транспортування сільськогосподарської продукції.....	20
РОЗДІЛ 2.	
РОЗРАХУНКОВА ЧАСТИНА.....	26
2.1. Обґрунтування схеми роботи багатолістової ресорної підвіски.....	26
2.2. Дослідження динаміки взаємодії підвіски автомобіля з дорогою.....	33
РОЗДІЛ 3.	
РЕЗУЛЬТАТИ ЕКСПЕРЕМАНТАЛЬНИХ ДОСЛІДЖЕНЬ.....	40
3.1. Результати дослідження коливання кузова вантажного автомобіля.....	40
3.2. Розрахунок елементів конструкцій пристосування для технічного обслуговування ресор.....	43
РОЗДІЛ 4.	
ОХОРОНА ПРАНИ ТА БЕЗПЕКА В НАДЗВИЧАЙНИХ СИТУАЦІЯХ.....	48
4.1. Аналіз небезпечних виробничих факторів	48
4.2. Вимоги пожежної безпеки під час роботи з електрообладнанням	51
4.3. Розрахунок захисного заземлення електрообладнання.....	55
4.4. Підвищення стійкості роботи підприємства у воєнний час.....	57

РОЗДІЛ 5.

	ЕКОНОМІЧНА ЧАСТИНА.....	61
5.1.	Розрахунок фонду заробітної плати працівників.....	61
	ЗАГАЛЬНІ ВИСНОВКИ ТА РЕКОМЕНДАЦІЇ.....	65
	СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ.....	67
	ДОДАТКИ.....	70

ВСТУП

Актуальність дослідження. Для перевезення будь-якої сільськогосподарської продукції, необхідний високопродуктивний транспорт. У багатьох частинах світу фермери та виробники живуть далеко від місць збуту своєї продукції. Це означає, що багато запасів потрібно транспортувати до місць збору, чи то для зберігання, чи для продажу. Автомобільний транспорт відіграє вирішальну роль у подоланні відстаней між сільськими сільськогосподарськими районами, переробними підприємствами в промислових регіонах і, зрештою, міськими споживачами та підприємствами, сприяючи ефективному розподілу врожаю [7], [9], [29].

Майбутнє логістики та сільськогосподарського транспорту має бути орієнтоване на технології та інновації, зосереджуючись на стійкості та ефективній роботі. Транспорт дозволяє фермерам інвестувати більше, збільшувати виробництво та виходити на міжнародні ринки. Без сільськогосподарського транспорту розширення бізнесу стає неможливим, оскільки все потрібно транспортувати, відправляти або возити, щоб нарешті потрапити до клієнта. Крім того, великі обсяги врожаю можуть бути витрачені, якщо немає ефективного транспортування від господарства до ринку, що призведе до погіршення його якості. Дійсно, багато в чому репутація фермерів і їхній бізнес залежать від того, як транспортується врожай.

І якість продукції, і якість транспорту мають вирішальне значення для задоволення вимог замовника [18], [26]. Важливо те, що сільськогосподарська продукція відрізняється від промислової. Більшість сільськогосподарських товарів є витратними, великогабаритними та швидкопсувними. Упаковка та транспортування швидкопсувних товарів повинні запобігати пошкодженню сільськогосподарської продукції під час транспортування. Збирання врожаю, обмолот, провіювання, упакування в мішки, обробка та зберігання - це всі етапи процесу збору врожаю, кожен з

яких потребує ретельного контролю якості, щоб гарантувати, що якість транспортування є такою ж важливою, як і його доступність.

Крім цього, виробництво певних товарів може бути недорогим, але їх доставка з віддалених місць чи інших країн може коштувати дорого, що, у свою чергу, підвищує роздрібну ціну. Щоб максимізувати прибуток і зменшити витрати на транспортування, фермери повинні зосередитися на економії коштів і збільшенні експорту сільськогосподарської продукції.

У сільському господарстві транспорт відіграє вирішальну роль у переміщенні продукції від ферм до ринків і переробних підприємств, залучаючи основні види транспорту, такі як автомобільний транспорт і система водних шляхів. Для транспортування найчастіше використовуються баржі, вантажівки, потяги та морські судна, кожен з яких відіграє важливу роль у ланцюжку постачання сільськогосподарської продукції.

Перевезення сільськогосподарської техніки має важливе значення для все більшого застосування високоінтенсивних технологій у сільському господарстві. Фермери можуть перевозити масивну сільськогосподарську техніку та обладнання між місцями за допомогою спеціалізованих причепів і важких тракторів класу 7 і 8, що полегшує сільськогосподарську логістику та дозволяє розширювати сільськогосподарські операції та суміжні галузі [7].

З розвитком ринкових відносин стає все більш комплексне формування матеріально-технічної бази в сільському господарстві та розумне її використання. Енергетичні ресурси займають важливе місце в матеріально-технічній базі, а транспорт займає важливу роль. У період масового збирання та вивозу сільськогосподарської продукції його недостатньо.

Наприклад, врожайність цукрових буряків досягає 300...600 ц/га, а зернових – 15...80 ц/га, тому гостро постає проблема більш ефективного використання вантажопідйомності автомобілів. Багатогранність сільськогосподарського виробництва вимагає постійного удосконалення транспортних парків і методів їх використання.

Вибір типу та марки транспортного залежить від технології збору вантажів і того, що масове перевезення вимагає використання автомобілів середньої та великої вантажопідйомності (10–25 т), а також автопоїздами з одними або двома причепами [7], [18].

Згідно з аналізом тривалості транспортного циклу, зменшення часу, необхідного для навантаження та розвантаження транспортного страждання, є основним фактором, який може підвищити продуктивність транспортного навантажувально-розвантажувальних робіт. Враховуючи дорожні умови та довжину шляху, можна точно встановити час, який транспортний засіб проводить на маршруті. Середня швидкість руху впливає на час обертання транспортного циклу, а вона в свою чергу буде залежати від багатьох технічних та конструктивних параметрів автомобілів [3], [4], [6].

Метою роботи є: дослідження параметрів роботи підвіски вантажних автомобілів під час транспортування сільськогосподарської продукції.

Для досягнення поставленої мети необхідно вирішити наступні задачі:

- дослідити особливості транспортування сільськогосподарської продукції;
- проаналізувати будову підвіски вантажних автомобілів та шляхи її удосконалення.
- обґрунтувати параметри взаємодії підвіски вантажного автомобіля з дорогою.
- запропонувати доцільний варіант удосконалення конструкції підвіски з метою підвищення її експлуатаційної надійності та ергономічних показників;
- визначити економічну доцільність модернізації підвіски вантажного автомобіля.

Об'єкт дослідження. транспортування сільськогосподарської продукції, експлуатаційна надійність підвіски вантажного автомобіля.

Предмет дослідження. Закономірності зміни параметрів роботи вантажного автомобіля під час транспортування сільськогосподарської продукції польовими дорогами.

РОЗДІЛ 1

СТАН ПИТАННЯ І ЗАВДАННЯ ДОСЛІДЖЕНЬ

1.1. Загальна класифікація вантажів

Способи перевезення та вантажі можна класифікувати за галузевою ознакою та особливостями, які є початковою умовою перевезення. По-перше, вантажі можна розділити на основні категорії, наприклад, промисловість, будівництво, сільське господарство, торгівля, комунальне господарство, поштові перевезення та інші.

Загальний обсяг вантажоперевезень автомобільним транспортом розподіляється таким чином: промисловість – 35, будівництво – 33, сільське господарство – 23, торгівля – 5 та інші галузі – 4. (рис. 1.1).

Структура міжнародних вантажоперевезень автомобільним транспортом

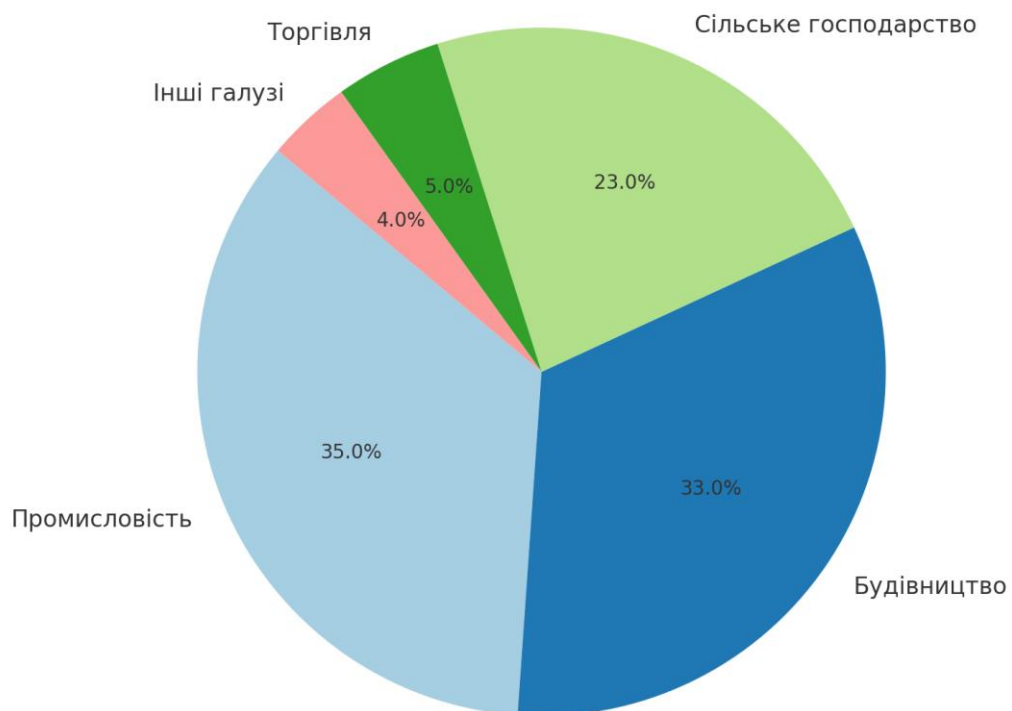


Рисунок 1.1 – Загальний обсяг вантажоперевезень автомобільним транспортом

Все різноманіття вантажів для перевезень згруповано в одинадцять розділів:



Рисунок 1.2 – Загальна класифікація вантажів за видами

Розділи I і II цієї номенклатури містять вантажі рослинного та тваринного походження, а розділи III, IV і V містять вантажі виробничого виробництва. Ці п'ять розділів розділені в основному за ознакою походження вантажів. Оброблена продукція представлена в наступних п'яти розділах номенклатури вантажів [7], [9], [18]. [26], [29].

Вантажі кожного типу володіють унікальними фізико-механічними та фізико-хімічними характеристиками, об'ємно-масовими характеристиками, мірою небезпеки, яка підлягає транспортуванню в упаковці чи без неї, а також іншими характеристиками. З цього випливає, що кожна категорія

вантажів має свої транспортні характеристики, які використовують режим перевезення, методи завантаження, розвантаження, перевантаження та зберігання, а також вимоги до технічних засобів, деякі для виконання цих операцій.

Автомобільним транспортом здійснюються перевезення, які класифікуються відповідно до таблиці 1.2.

Таблиця 1.2 - Класифікація видів перевезень автомобільним транспортом

Класифікаційна ознака	Види перевезень автомобільним транспортом
<i>за належністю транспорту</i>	<ul style="list-style-type: none"> • транспорт загального користування; • відомчий транспорт; • власний транспорт підприємницьких організацій та формувань
<i>за відстанню перевезень</i>	<ul style="list-style-type: none"> • приміські; • міжміські; • міжнародні
<i>за способами організації і виконання перевезень</i>	<ul style="list-style-type: none"> • централізовані; • децентралізовані; • прямі; • комбіновані; • контейнерні; • пакетні
<i>за тривалістю перевезення</i>	<ul style="list-style-type: none"> • постійні; • сезонні; • тимчасові
<i>за видами вантажів</i>	за видами продукції або видами тари
<i>за розмірами партій вантажів</i>	<ul style="list-style-type: none"> • масові; • партійні; • дрібно-партійні

Тарні (які перевозять тільки упаковані) і безтарні — це два види штучних вантажів. Нетто — це маса самого вантажу, а брутто — це маса разом з тарою. Вони використані для опису маси вантажу, який транспортується в тарі (табл. 1.2). Специфічні вантажі можуть бути

негабаритними, тривалими, великої маси, небезпечними, швидкопсувними або потребувати певних санітарних умов.

Таблиця 1.2 - Класифікація видів перевезень і вантажів

Класифікаційна ознака	Види вантажів
<i>за способом навантаження-вивантаження</i>	<ul style="list-style-type: none"> • штучні - характеризуються габаритними розмірами, масою, формою, приймаються до перевезення й здаються одержувачеві за підрахунком і масою • навалювальні - допускають навантаження й вивантаження навалом, тобто витримують падіння з висоти, враховуються за обсягом й масою, наприклад, ґрунт, пісок, глина тощо • наливні - рідкі, напіврідкі вантажі. Їх перевозять у цистернах
<i>за умовами перевезення й зберігання</i>	<ul style="list-style-type: none"> • звичайні - вантажі для перевезення, навантаження, вивантаження й складування яких не потрібно особливих умов і які можна перевозити на бортових автомобілях • специфічні - вантажі, які вимагають особливих заходів щодо збереження й безпеки під час перевезення, навантаження-вивантаження й зберігання
<i>генеральні</i>	<ul style="list-style-type: none"> метал у пацях, пакетах, дрiт, злитки, заготовлi, труби, стрiчковий метал у рулонах, металобрухт та iн.); • рухливі технічні засоби (на гусеничному ході й на колесах); • залізобетонні вироби й конструкції (балки, шпали, колони, плити, панелі, труби, кільця тощо); • контейнери (крупно-, середньо- і малотоннажні, спеціальні та iн.); • у транспортних пакетах (на піддонах, без піддонів, в обв'язці, у пливці тощо); • штучні в упакованні (у ящиках з різних матеріалів і розмірів); • катно-бочкові (бочки, барабани різних конструкцій з різними вантажами, кошики), великогабаритні й великовагові; • лісоматеріали
	• навалювальні й наливні
	• швидкопсувні
	• живність

Вантажі розміром понад 4 м по висоті або 2,65 м по ширині (крім будівельних вантажів) вважаються негабаритними. Негабаритні вантажі включають довгі вантажі. Це вантажі, звисання яких перевищує 2 м над заднім бортом. Перевезення їх вимагає використання одноосьових причепів, а при значній тривалості вантажу - причепів-розпусків. Вантажі великої маси мають масу окремих місць понад 250 кілограмів (або 400 кілограмів для катних вантажів).

Загалом усі вантажі залежно від типу та способу перевезення володіють певною транспортною характеристикою, від якої буде залежати загальна технологія перевезення. Завдання, пов'язані з раціоналізацією перевізного процесу, вирішуються за допомогою транспортної характеристики (рис. 1.3).



Рисунок 1.3 - Транспортна характеристика вантажів

УКТ ЗЕД (скорочення від Української класифікації товарів зовнішньоекономічної діяльності) регулює процес оформлення та кодування вантажів. Вона базується на Комбінованій номенклатурі ЄС і гармонізованій

системі опису та кодування товарів. УКТ ЗЕД відповідає рівню шести знаків товарного коду Гармонізованої системи, а УКТ Комбінованої номенклатури ЄС відповідає рівню восьми знаків товарного коду (рис. 1.4) [29].

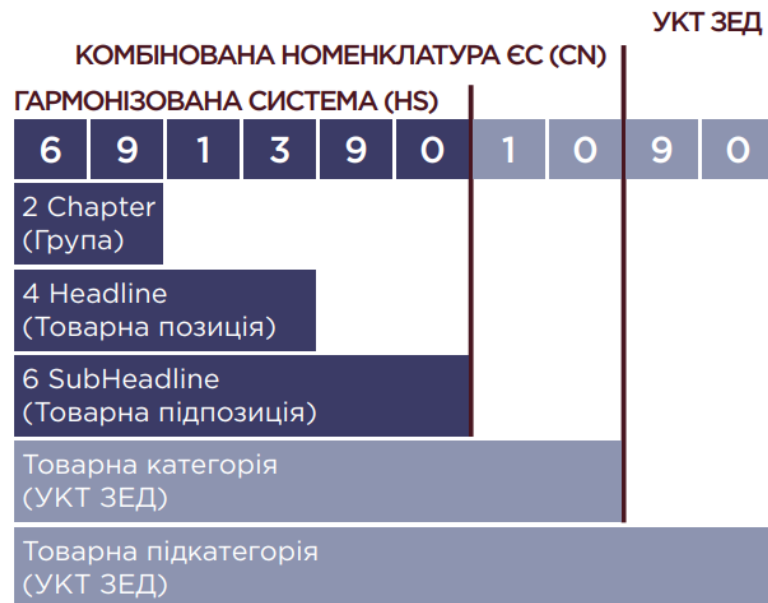


Рисунок 1.4 – Гармонізована система кодування товарів

Кожному товару, який вивозиться за межі країни, присвоюється десятизначний код. Це зроблено для того, щоб визначити ставку мита та заходи контролю за імпортом товарів. Крім того, ведення митної статистики стає простим завдяки присвоєнню коду.

Усі ЗЕД розділено на 21 розділ і 97 товарних груп. Розділи не відображаються в структурі коду товару, на відміну від груп. Розділи позначаються римськими цифрами. Для зручності використання УКТ ЗЕД наведено назви розділів і груп. Кожна група має власні позиції, підпозиції, категорії та підкатегорії.

Кожен товар має свою митну ставку. Митний тариф України, затверджений Законом України «Про Митний тариф України» № 584-VII від 19.09.2013.

1.2. Способи транспортування сільськогосподарської продукції

У даній галузі застосовується велика кількість транспорту, адже вона виробляє значні обсяги та площі виробництва сільськогосподарської продукції, має високий рівень товарності та потребує значних ресурсів промислового виробництва для виконання виробничого процесу в сільському господарстві. Також часто виконуються будівельно-монтажні роботи різними аграрними підприємствами. Цей показник розраховується діленням обсягу транспортних робіт на площу ріллі в тоннокілометрах і в тоннах перевезеного вантажу. Багато підприємств мають в розпорядженні вантажівки 40 -100 т і здійснюють перевезення обсягом 1200 -1900 ткм.



Рисунок 1.5 – Комбінована схема перевезення зерна

Вирощування сільськогосподарських культур і виробництво продукції тваринництва в аграрних підприємствах визначає обсяг вантажів у тоннах та розраховується технологічними чи операційними картами. А також додатково збільшується за рахунок перевезення різних матеріалів (наприклад, будівельних матеріалів, мінеральних добрив, нафтопродуктів, палива тощо), крім цього відбувається збільшення обсягу робіт по обслуговуванню соціальної сфери та надання соціальних пакетів

працівникам. Загалом увесь обсяг перевезеного вантажу множитья на коефіцієнти повторності перевезень що й визначає загальний обсяг транспортних робіт у тоннах . Коефіцієнти повторності можна знайти, ділячи загальний обсяг перевезення певного вантажу на обсяг виробництва [7], [9].

Наприклад, коефіцієнт повторності становив би одиницю, якби зерно транспортували прямо на зерновий елеватор, однак, коефіцієнт повторності значно збільшується, оскільки зерно спочатку транспортується до току, а потім після обробки чи сушки — на елеватор. Як показує практика, цей коефіцієнт становить 2...2,5 для зерна, а картоплі овочів і фруктів 1,7...1,8.

Множення обсягу вантажів у тонах на середню зважену відстань перевезення, забезпечує певний вантажооборот. При плануванні цього показника також враховуються зміни у вантажопотоках. Обсяг вантажоперевезень у тонах і вантажооборот у тонно-кілометрах по підприємству залежить від площі землі, рівня врожайності культур і тварин, спеціалізації господарства, відстані від переробних і заготівельних підприємств тощо.

Загалом розрізняють п'ять класів за питомою вагою вантажів і коефіцієнтом використання вантажопідйомності. Першого класу належать вантажі з повною вантажопідйомністю (зерно, картопля свіжа, борошно, мінеральні добрива тощо). Другий клас забезпечує вантажопідйомність від 99 до 71 % (зелень в ящиках, капуста свіжа, комбікорм).

До третього класу вантажопідйомність транспортних засобів становить 70–51 %, а четвертого класу - 50–41 %.

Аграрні підприємства найчастіше використовують такі види транспорту, як автомобільний, тракторний, залізничний, при цьому, розподіляючи обсяги перевезень за різними видами транспорту. Це залежить від багатьох факторів, включаючи клас вантажу, дорожні умови, відстань, терміновість, наявні методи вантажно-розвантажувальних робіт.

Науковцями розроблено рекомендації щодо найбільш ефективних рішень з метою використання транспортних засобів для виконання певних робіт. Наприклад, було виявлено, що бортові автомобілі-автопоїзди з підвищеною вантажопідйомністю є ефективним засобом перевезення великих вантажів на високій відстані. Завдяки використанню автомобілів з причепами можна збільшити продуктивність приблизно на 25...35 відсотків і зменшити собівартість перевезень на 25 відсотків. Автомобілі-самоскиди є більш економічно вигідним транспортним засобом на короткій відстані, особливо для перевезення сипучих вантажів.



Рисунок 1.6 – Автопоїзд-зерновоз з самоскидним кузовом

Тракторні зерновози (рис. 1.7) найкраще підходять для перевезення вантажів внутрішньогосподарських сполученнях, а особливо вантажів III і IV класів. Цей вид транспорту також виправдовує свою ефективність на поганих дорогах та за умови коротких відстаней. Однак за схожих умов, вартість тонни вантажу, перевезеної тракторним транспортом в 1,3...2,1 рази вище, ніж автомобільним транспортом. Отже, цей вид транспорту має бути обмеженим за критерієм відстані чи технологічної доцільності [3], [4], [6].



Рисунок 1.7 – Трактор з причепом-зерновозом

Важливо пам'ятати, що перевезення вантажів високопродуктивними автомобілями на відстань менше ніж 3 км неекономічно, в такому випадку використовують машини з вантажопідйомністю 3,5...8 т.

1.3. Особливості конструкцій автомобілів для транспортування сільськогосподарської продукції

На сьогодні компанії різного виробничого спрямування застосовують спеціалізовані автомобілі, адаптовані для певних завдань. Наприклад, використання зерновозів (рис. 1.8), головна відмінність конструкції яких - висока вантажопідйомність без втрати маневреності. Збільшення кількості осей знижує навантаження кожен з них, і навіть зменшує тиск на поверхню

дороги. До того ж, легкові варіанти більш стійкі порівняно з одно- та двовісними [11], [12], [17].



Рисунок 1.7 – Трьохвісний автомобіль-зерновоз з самоскидним кузовом

При цьому причепа на трьох осях можуть пересуватися дорогами будь-яких категорій. Додавання більшої кількості мостів – чотири, п'ять тощо сильно позначається на маневреності. Та й більшість вантажів, що перевозяться дорогами загального користування не є важкими, а збільшити довжину автопоїзда важко через нормативні обмеження. Крім того, кожна додаткова вісь – це витрати як на вартість самого причепа, так і на його обслуговування. Місткі платформи на тривісному шасі відрізняються підвищеною вантажопідйомністю, довговічністю та простотою в експлуатації.

Для зерновозів найчастіше використовують ковшові платформи, їх низька вага кузова не призводить до погіршення споживчих властивостей. Кузов виготовлений з алюмінієвих профілів із товщиною стінки 3,5 мм. У місцях, схильних до підвищеного зносу, стінки кузова посилені додатковими пластинами.



Рисунок 1.8 – Алюмінієві напівпричепи виробництва «Заводу Кобзаренка»

За умови перевезення вантажів, які мають властивість злипатись на кузовах-самоскидах почали використовувати пневматичні вібратори. Їх особливість полягає в тому, що для роботи не потрібно додаткової підготовки повітря і у них немає деталей, що зношуються.

Електромеханічні вібратори використовують для деяких завдань, навіть там, де це небезпечно, проте сьогодні пневматичні вібратори, які є альтернативою електромеханічним .

Пневматичні кільцеві вібратори призначені для вібраційної обробки будь-яких видів промислових матеріалів, які можуть бути переміщені,

ущільнені або сепаровані. Їх перевагами є компактність, низька металоємність, дешевизна й просте технічне обслуговування (рис. 1.9).

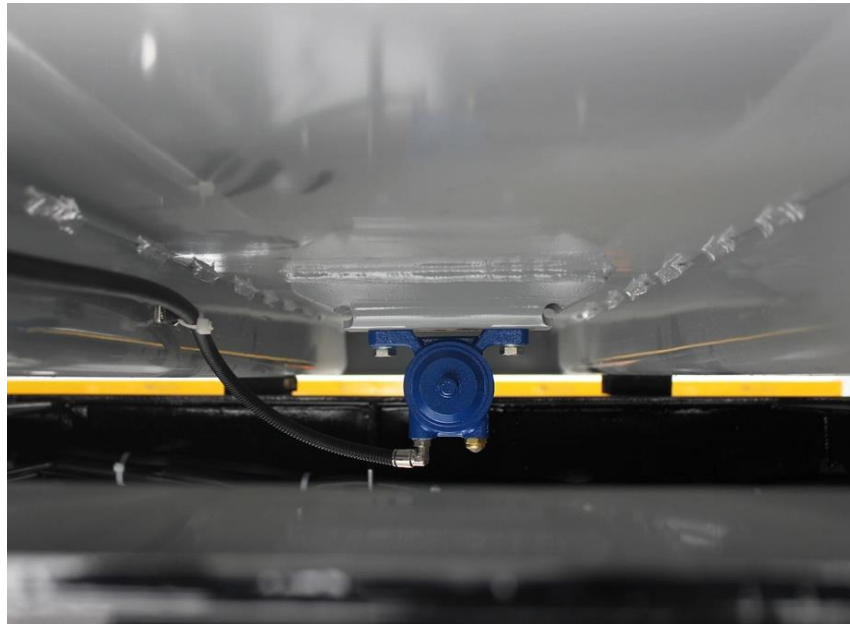


Рисунок 1.9 – Пневматичний вібраційний збурювач для очищення кузова

Система підвіски вантажівки виконує важливу функцію - підтримку ваги автомобіля, поглинання ударів від дороги та стійкості руху й керуваності вантажного автомобіля. Вона складається з таких частин, як пружини, амортизатори та направляючі частини, які працюють разом, щоб справлятися з нерівностями та ямами на дорозі. Ця система гарантує, що шини постійно перебувають в контакт з дорогою, що важливо для безпечної їзди [16], [17], [21].

Коли мова йде про великовантажні транспортних засобів, таких як зерновози, система підвіски відіграє важливу роль у підтримці різних операцій, які виконують транспортні засоби. Часто такі транспортні засоби перевозять велику кількість обладнання чи вантажу, тому підвіска має бути досить довговічною та надійною. Оскільки ці транспортні засоби важчі та можуть мати додаткову вагу, підвіска має бути здатною впоратися з нерівними дорогами та запобігти перекиданню.

Підвіска також повинна пом'якшити вібрації, щоб вантаж і обладнання залишалися захищеними, а також сприяти підвищенню комфорту роботи водія, що може допомогти підтримувати безпечно та уважно водіння.

Система підвіски на листових ресорах є однією з найперших систем і складається з довгих арочних листів сталі. Система листової ресори кріпиться до рами та U-подібними скобами, що рухаються - дозволяє змінювати робочу довжину ресори [17], [21], [24].

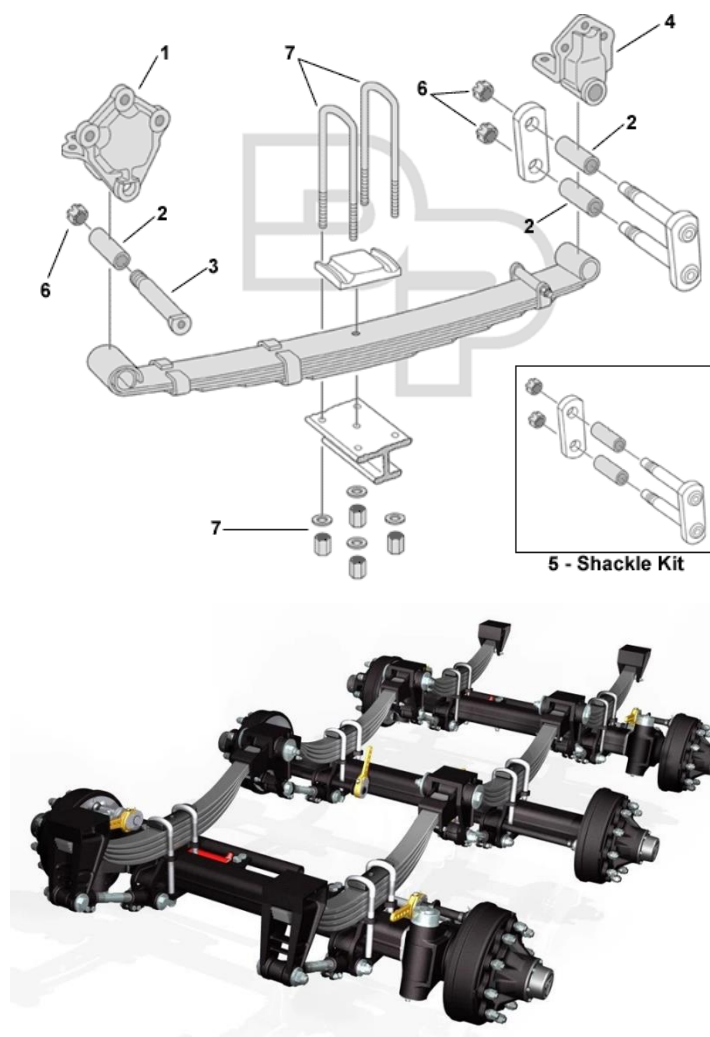


Рисунок 1.10 – Ресорна підвіска

Незалежно від виду вантажного автомобіля, ходова частина шасі представлена майже ідентичним набором компонентів. Майже всі автопоїзди оснащуються підвіскою пневматичного або ресорного типу.

Згодом ресорну підвіску замінили на пневматичну (рис. 1.11), яку винайшли близько сорока років тому й більшість магістральних вантажних транспортних засобів оснащені нею. Підвіски пневматичного типу не призначені для роботи в екстремальних умовах. Вони забезпечують плавну їзду автомобіля без значної шкоди покриттю дороги.



Рисунок 1.11 – Пневмобалонна підвіска

При такому типі підвіски рама автомобіля з'єднується з мостом за допомогою пневмоподушки - гумового пружного компонента, що забезпечує гасіння коливань. Витратними запчастинами у такому разі стають пневмобалони та амортизатори. На випадок розриву пневмоподушки є страхувальний трос. Для такого виду підвіски характерне використання напівресор та інтегрованих важелів.

РОЗДІЛ 2

РОЗРАХУНКОВА ЧАСТИНА

2.1. Обґрунтування схеми роботи багатолистової ресорної підвіски

Основною проблемою досліджень динаміки транспортних засобів є оцінка рівня непружних сил опору, що виникають у підвісці. Явище взаємодії автомобільного або залізничного транспортного засобу з дорожнім (рейковим) покриттям є важливою проектною проблемою з точки зору механіко-гідравлічних рішень і геометричних параметрів підвіски транспортного засобу [1], [16], [17].

Геометричні, пружні та амортизаційні властивості підвіски мають визначальний вплив на її динаміку під час рівномірного, криволінійного та прискореного руху [21].

Неправильний підбір жорсткості та амортизаційних елементів спричиняє надмірне збільшення динамічних навантажень (амплітуди розгону) транспортного засобу [25], що негативно позначається на комфорті пасажирів і збереженні вантажів, що перевозяться, плавності руху автомобіля і, як наслідок, ефективності його пасивній і активній безпеці.

Вибір відповідної жорсткості стає особливо важливим для підвіски вантажних автомобілів. Багатолистові ресори [22], гвинтові пружини [25] та компоненти кріплення підвіски, включаючи підвіски та інші рішення, наприклад, компоненти для контролю рівня демпфування та формування вибраних параметрів підвіски, відіграють важливу роль у формуванні пружних і амортизаційних характеристик підвіски автомобіля.

Вплив пружних характеристик на характеристики підвіски добре задокументовано в численних роботах, що стосуються багатолистових ресор. На жаль, вплив амортизації, що забезпечується багатолистевими ресорами, визначається набагато рідше, і вплив цього типу амортизації на підвіски та підресорені транспортні засоби, особливо ті, які призначені для перевезення важких вантажів (вантажівки, робочі машини та вантажні залізничні

транспортні засоби). досліджується значно рідше. Технічно немає досліджень, які б обговорювали вплив амортизації пружини в залежності від методу кріплення в підвісці. Питання використання підвісок, які взаємодіють в підвісці з багатолистовими ресорами, рідко висвітлюється в літературі. Вони часто мають характер комерційних посібників, які, на жаль, не надають параметрів щодо самих підвісів, але також важко знайти робочі параметри представлених повних вузлів підвіски.

Особливого значення набуває можливість збільшення демпфування підвіски у залізничних візках і вантажних вагонах для перевезення важких вантажів на високих швидкостях (понад 100 км/год). Компанії залізничної галузі намагаються модернізувати стандартні візки, щоб адаптувати їх конструкцію до високих швидкостей.

Автори звертають увагу на можливість використання для розробки таких підвісок багатолистових ресор. У цьому типі конструкції можна використовувати внутрішнє демпфування самої ресори та розсіювання енергії між окремими листами [25]. В доступній літературі немає відповіді на те, який вплив на розсіювання енергії при русі має спосіб кріплення пружин у підвісці автомобіля.

В даній роботі необхідно встановити окремі результати чисельного моделювання двох основних способів кріплення багатолистових ресор у залежній підвісці транспортного засобу з метою визначення пружних характеристик та енергії дисипації. В одному випадку вільна ресора, в іншому - пружина з підвісом. для вибраних швидкостей завантаження (розвантаження), Результати повинні бути представлені у вигляді пружних характеристик пружин з петлею гістерезису та порівняльних діаграм навантаження та енергії дисипації.

Предметом дослідження є ресора, призначена для задньої підвіски вантажного автомобіля. Модель ресори розроблено спеціально для розрахунків. Це конструктивне рішення являє собою паралельне з'єднання пружних елементів (з різною геометрією), що дозволяє отримати білінійні

пружні характеристики. Принципова схема вільного кріплення та навантаження досліджуваної багатолистової ресори та вигляд ненавантаженої ресори в напрямній рейці представлені на рисунку 2.1.

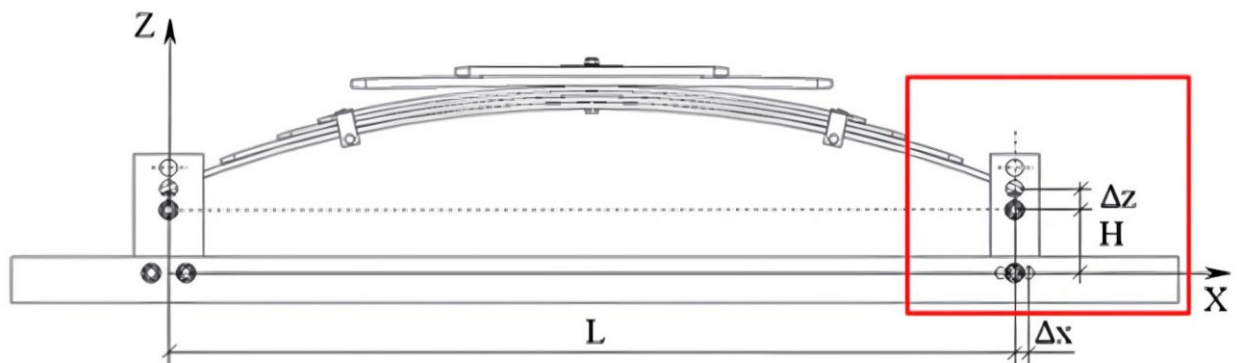


Рисунок 2.1 - Схема, що пояснює зміни конфігурації кріплення ресори на підставці за допомогою підвісу.

Рухоме кріплення, виділене червоним квадратом. Схема, що пояснює зміни конфігурації кріплення ресори на підставці за допомогою підвіски: (а, б) зміна кута ($\pm\phi$) початкового відхилення підвіски за рахунок зміни положення осі обертання (X); (с) зміна довжини (H) вішалки.

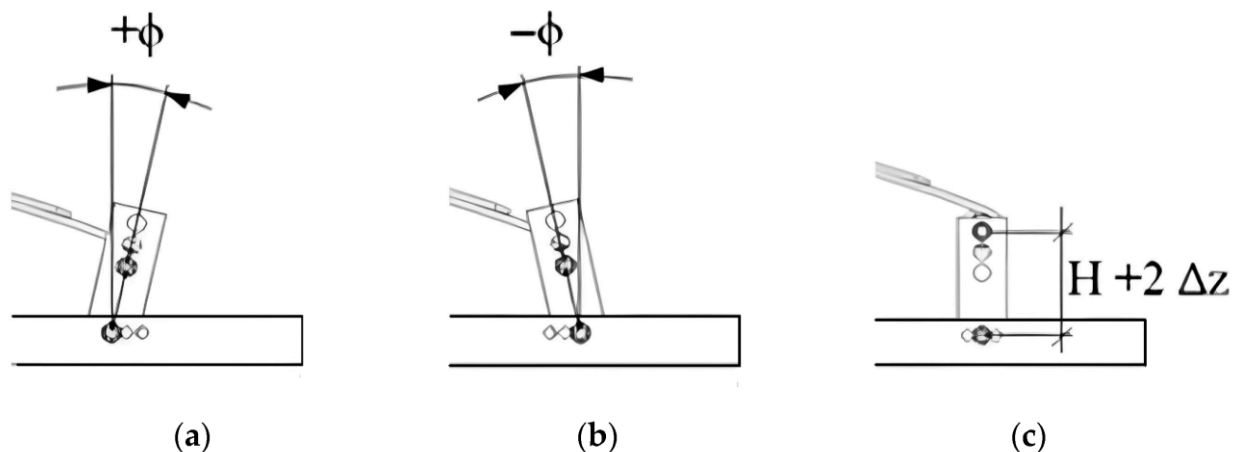


Рисунок 2.2 - Зміна конфігурації кріплення ресори від початкового відхилення підвіски за рахунок зміни положення осі обертання

Найбільший вплив на зміни пружних характеристик багатолістової ресори з підвісом, отримані моделюванням навантаження, має початковий кут установки підвісу (від $-\phi$ до $+\phi$).

Це співвідношення, наприклад, засноване на найбільшій довжині кріплення, що дорівнює $H_{\max} = H \cdot 2\Delta z$, проілюстровано на рисунку 2.2. Максимальна відносна різниця в максимальній силі навантаження, отримана для конфігурації I, становить приблизно 19%.

Зміна довжини підвіски в досліджуваному діапазоні від H_{\min} до H_{\max} має дещо менший вплив на зміни пружних характеристик. Це показано на рисунку 2.3, і аналізуються результати петлі гістерезису з постійним налаштуванням початкового кута відхилення підвіски, що дорівнює $+\phi$. Максимальна відносна різниця в максимальній силі навантаження, отримана в результаті досліджуваної пружинної опори, становить приблизно 10%.

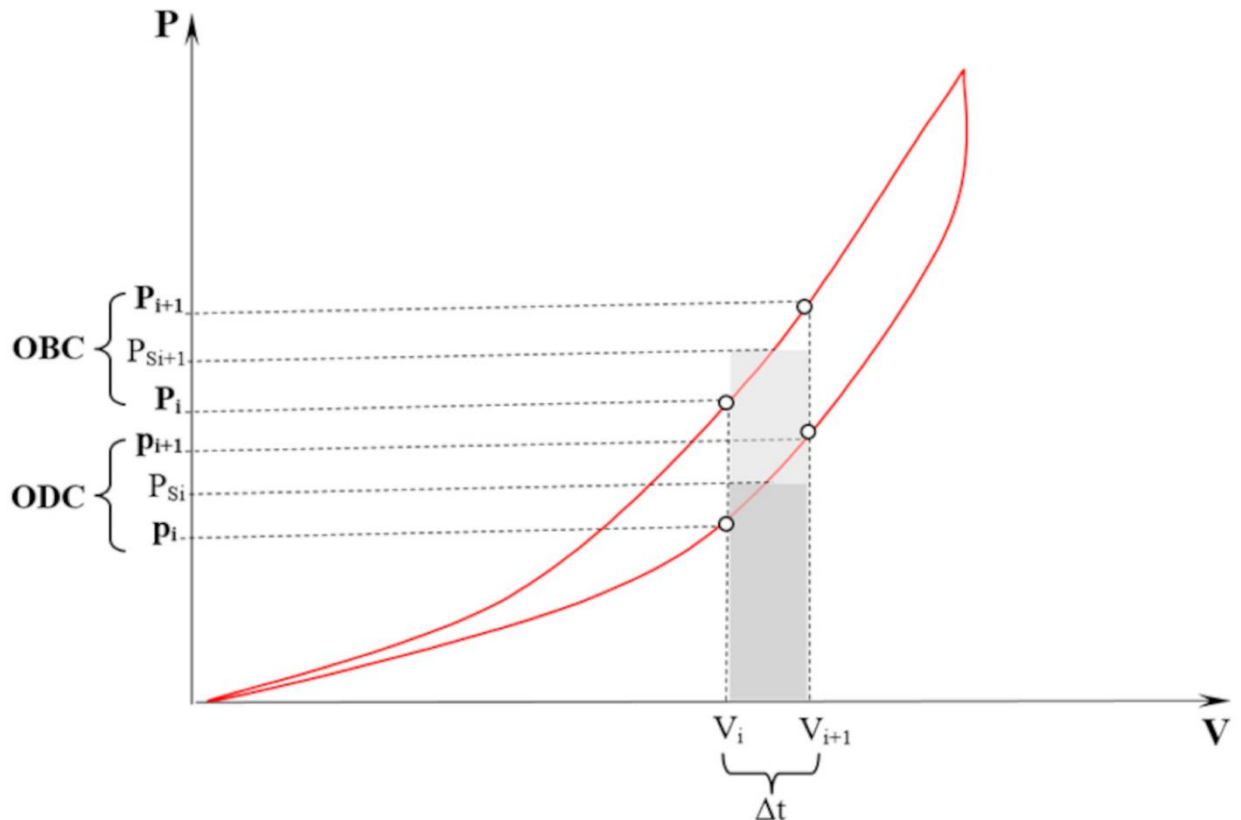


Рисунок 2.3 - Діаграма чисельного інтегрування для ідентифікації петель гістерезису ресори

Пружні характеристики, визначені для пружини, змонтованої на підвісках найменшої довжини H_{min} у варіанті встановлення початкового прогину підвісу на постійний кут $+\phi$. Максимальні значення сили відрізняються приблизно на 1%.

Для інтегрування площі під графіком проводили чисельно, методом кінцевих елементів [25] з використанням формули (2.1).

$$L_{OBC} = \int_0^{v_{max}} PdV = \sum_{i=1}^{n-1} \frac{(P_{i+1} + P_i)}{2} (v_{i+1} - v_i) \quad (2.1)$$

Крок інтегрування Δt був постійним і отриманий із частоти дискретизації 10 Гц, застосованої послідовно в усіх моделях. Подібним методом визначали енергію, що виділяється під час розвантаження. Площа під знімальною частиною графіка (нижня частина петлі на рисунку 2.3) була розрахована відповідно до рівняння (2.2):

$$L_{OBC} = \int_{v_{max}}^{v_{min}} PdV = \sum_{i=1}^{n-1} \frac{(P_{i+1} + P_i)}{2} (v_{i+1} - v_i) \quad (2.2)$$

$$|L_{ODC}| \leq |L_{OBC}| \quad (2.3)$$

$$\Delta L = |L_{OBC}| - |L_{ODC}| \quad (2.4)$$

Це значення є від'ємним відносно попередньо розрахованої роботи навантаження та є меншим за модулем. Різниця ΔL це кількість енергії, що розсіюється в навколишнє середовище, головним чином в результаті тепла, що утворюється під час тертя між листами ресори. Ця енергія вимірюється площею, укладеною в петлю гістерезису (рис. 2.3).

У цьому випадку відношення розсіяної енергії (ΔL) до енергії навантаження (L_{OVC}) було прийнято як міра амортизаційних властивостей пружини:

$$\frac{\Delta L}{L_{OVC}} \cdot 100\% \quad (2.5)$$

Представлені результати моделювання визначають рівень непружного опору залежних підвісок різних транспортних засобів, спричинений прогином багатолістової ресори з елементами кріплення (підвіс, шарніри тощо) без додаткових демпфуючих елементів. Знання рівня непружного опору на етапі проектування підвіски є необхідним, оскільки це еталонний рівень для введення додаткового демпфування в підвіску автомобіля за допомогою зазначеного демпфера, наприклад, гідравлічного амортизатора. Такі амортизаційні компоненти (наприклад, гідравлічні амортизатори або фрикційні амортизатори) мають вирішальний вплив на амортизаційні властивості підвіски вантажівок, які несуть надзвичайно великі навантаження.

2.2. Дослідження динаміки взаємодії підвіски автомобіля з дорогою

Покращення параметрів підвіски для вантажних автомобілів має велике значення, оскільки її якість не лише визначає плавність ходу, але й значно впливає на інші експлуатаційні характеристики транспортного засобу: паливну економічність, стійкість, прохідність, надійність, довговічність та тягово-швидкісні властивості. Вагомим фактором також є швидкість руху транспортного засобу по нерівних дорогах, що зазвичай обмежується не потужністю двигуна, а якісними показниками підвіски. Тому недостатня якість налаштування чи початкові кінематичні параметри

підвіски призводить до загального зниження ефективності роботи автомобільного транспорту.

Однією з найбільш перспективних підвісок для транспортних засобів, є саморегульована пневматична підвіска. Вона забезпечує підвищення плавності ходу порівняно з металевими підвісками (ресорними, пружинними, торсіонними) та зменшення динамічного ходу підвіски, оскільки дозволяє підтримувати постійний рівень підлоги транспортного засобу при зміні статичного навантаження. Однак під час руху по нерівній дорозі відбувається значний зсув вниз динамічного нейтрального положення коливань кузова (динамічної нейтралі) через несиметричність характеристик амортизаторів та недосконалість характеристик регуляторів рівня підлоги (РРП), які визначаються їх конструктивними параметрами.

Це змушує конструкторів збільшувати динамічний хід підвіски та рівень висоту кузова відносно мостів, що створює незручності для пасажирів. Для поперечної стійкості необхідно знайти можливості зниження рівня амплітуди коливання підвіски. Найпростішим шляхом вирішення зазначених проблем є стабілізація загальної динамічної нейтралі шляхом вдосконалення конструктивних параметрів ресори та забезпечення належної роботи при незначних збуреннях від нерівностей дороги.

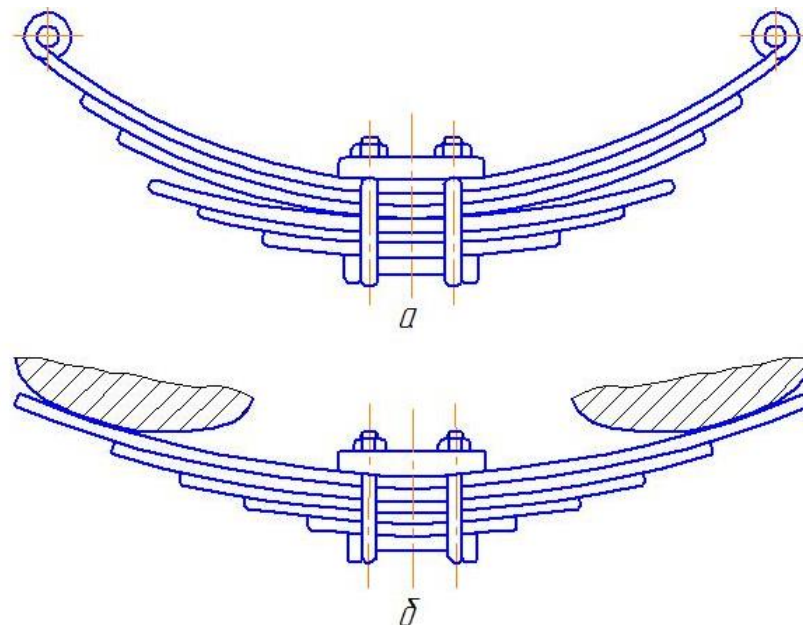
Основні шляхи підвищення плавності ходу ресорної підвіски полягає в оптимізації налаштувань ресор - кількість листів у ресорах або їх жорсткість, щоб досягти кращого балансу між комфортом і вантажопідйомністю.

Іншим напрямом є використання прогресивних ресор, що мають змінну жорсткість, що дозволяє їм краще адаптуватися до різних дорожніх умов і навантаження, забезпечуючи більш плавну роботу та стабільний хід автомобіля.

Важливим є їх регулярне обслуговування, адже зношені або пошкоджені ресори можуть значно погіршити плавність ходу. Крім цього необхідне регулярне змащення ресор допоможе зменшити тертя між листами й може покращити їхню роботу і зменшити вібрації.

Також можливе встановлення додаткових амортизаторів, які працюватимуть разом з ресорами для зменшення коливань і ударів.

Автомобіль, який рухатиметься польовими дорогами з нерівним рельєфом, внаслідок чого отримуватиме збурюючі навантаження на підвіску. Разом з тим, рухаючись з повним завантаженням кузова амплітуда коливань значно зростатиме й відбуватиметься розхитування автомобіля. Для вирішення питання комфорту та гасіння коливань невеликої амплітуди можна використати такі підходи. Перше, за рахунок збільшення довжини корінного листа ресори, зменшується загальна пружна міцність, однак при цьому значно збільшиться довжина та маса набірної листової ресори. Іншим шляхом є встановлення демпфуючих елементів кріплення ресори. Також можна використовувати ресори з прогресивною жорсткістю (рис. 2.4).



а –ресори з прогресивною жорсткістю; б – кріплення кінців ресор зі застосуванням подушок

Рисунок 2.4 – Варіанти гасіння підвіскою коливань, зумовлених незначними нерівностями ґрунтових доріг

Жорсткість вказаних ресор для двох випадків (рис. 2.4) на початковому режимі деформації є незначною, що значно покращує плавність ходу та комфорт для водія. Жорсткість змінюється по мірі завантаження автомобіля чи збільшення величини деформації ресори. Вона досягається тим, що зазори між листами перекриваються й набірні ресора ущільнюються. Завдяки цьому вдається забезпечувати заявлену вантажопідйомність автомобіля.

Розрахункова схема підвіски вантажного автомобіля включає кілька основних елементів та параметрів, які необхідно враховувати при проектуванні та аналізі. Де вихідними даними є: тип автомобіля (вантажний, легковий, автобус тощо), вантажопідйомність та повна маса автомобіля, тип двигуна та трансмісії і колісна формула.

На наступному етапі проводять розрахунок масових характеристик, а саме: споряджена маса автомобіля, типова маса вантажу та розподіл маси по осях.

Далі визначають параметри підвіски – жорсткість ресор, геометричні розміри ресор та інших елементів підвіски. Й проводять аналіз її динамічних характеристик: динамічного ходу підвіски, коливань кузова та встановлюють динамічну нейтраль та здійснюють її стабілізацію.

Колівна система підвіски, або система підресорювання, є сукупністю деталей, вузлів і механізмів, які з'єднують кузов автомобіля з колесами та дорогою. Основна функція підвіски полягає в тому, щоб забезпечити комфортний рух автомобіля, поглинаючи удари та вібрації від нерівностей дороги, а також забезпечити стабільність і керуваність транспортного засобу. В даному випадку важливе значення має підресорена і непідресорена маса в підвісці, які впливають на комфорт і керуваність транспортного засобу [16], [17], [21].

Підресорена маса включає всі компоненти автомобіля, які підтримуються підвіскою. Це кузов, рама, двигун, трансмісія та інші елементи, що знаходяться вище пружних елементів підвіски (ресор, пружин, пневматичних подушок).

Непідресорена маса включає всі компоненти, які не підтримуються підвіскою. Це колеса, шини, гальмівні механізми, ступичні підшипники, приводні вали, а також частини підвіски, що знаходяться нижче пружних елементів.

Тоді розрахункова схема підвіски наведена бжде мати наступний вигляд (рис. 2.5).

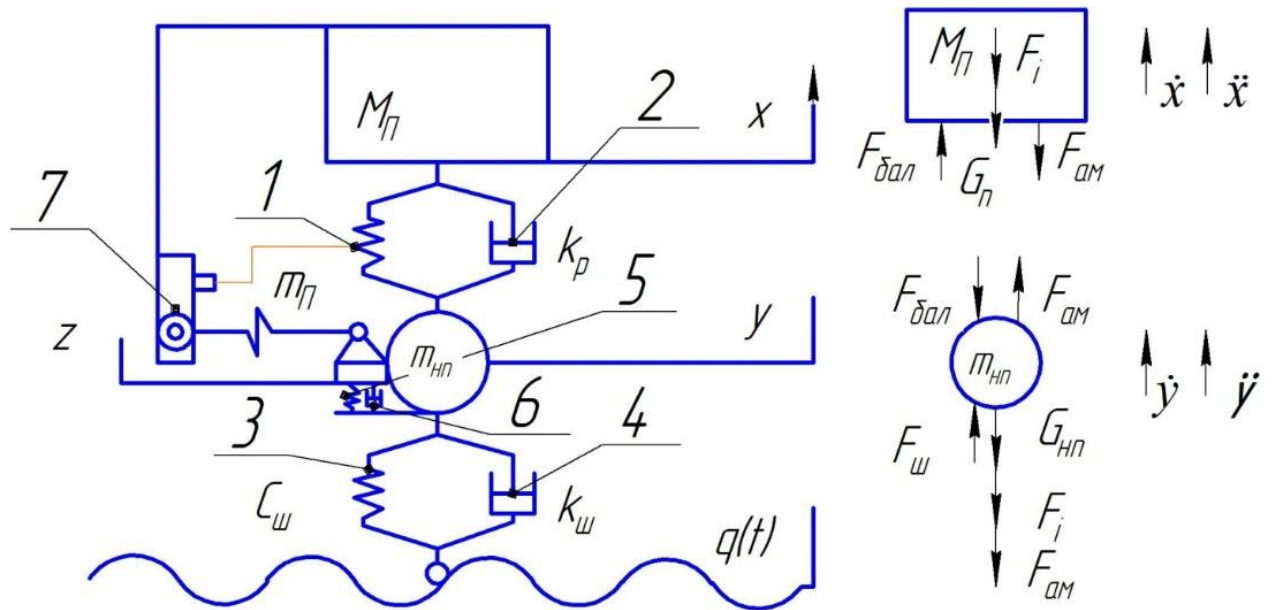


Рисунок 2.5 – Розрахункова схема коливної системи транспортного засобу у випадку кріплення кінців ресор зі застосуванням подушок

Система інерціальних координат, яка була використана для вивчення систем руху. Координату X встановлюємо залежно від положення статичної рівноваги підресорної маси M_n , а координату Y встановимо залежно від положення статичної рівноваги непідресореної маси m_{np} . Мікропрофіль дороги спричинятиме силову дію (збурення) яку можна описати функцією:

$$q=q(t), \quad (2.6)$$

де t – час, с.

Принцип Даламбера використаний для дослідження коливальної системи показано на рисунку 2.5, рівня яке використовують для опису цієї системи матиме вигляд:

$$\begin{cases} -F_{in} - G_n + F_{вал} - F_{ам} = 0; \\ -F_{инп} - G_{нп} - F_{вал} + F_{ам} - F_{амш} + F_{ш} = 0. \end{cases} \quad (2.7)$$

де: $F_{ин}$, $F_{инп}$ – відповідно сили інерції невіднесеної маси і віднесеної маси; G_n - вага віднесеної маси; $F_{вал}$ – сила жорсткості створювана ресорою; $F_{ам}$ – сила пружності амортизатора; $G_{нп}$ - вага невіднесеної маси; $F_{амш}$ – сила, що відповідає середнім амортизуючим властивостям шин; $F_{ш}$ – сила пружності шини.

Три ділянки описують характеристики пружного елемента. Зусилля, що затрачається на деформацію по усіх ділянках:

$$F(h) = \begin{cases} P \cdot S(h) + c_{сж} \cdot (h_{сж} - h) \text{ при } h \leq h_{сж}; \\ P \cdot S(h) \text{ при } h_{сж} < h \leq h_{отб}; \\ P \cdot S(h) + c_{отб} \cdot (h - h_{отб}) \text{ при } h \geq h_{отб}. \end{cases}, \quad (2.8)$$

де $h = X - Y$ – вихідна висота ресори на автомобілі повною спорядженою масою, ССЖ - жорсткість гумового буфера на кінці ресори, P – сила деформації ресори; $S(h)$ - ефективна площа ресори.

У теорії віднесування характеристика амортизатора прийнята як лінійна, несиметрична. Після використання цієї залежності для визначення сили опору амортизатора:

$$F_{ам} \left(\frac{dx}{dt} \cdot \frac{dy}{dt} \right) = \begin{cases} k_{омс} \cdot \left(\frac{dx}{dt} \cdot \frac{dy}{dt} \right) \text{ при } \frac{dx}{dt} \geq \frac{dy}{dt}; \\ k_{снс} \cdot \left(\frac{dx}{dt} \cdot \frac{dy}{dt} \right) \text{ при } \frac{dx}{dt} < \frac{dy}{dt}, \end{cases} \quad (2.9)$$

де $k_{отб}$, $k_{спс}$ – коефіцієнти, що характеризують опір переміщенню амортизатора при стиску і рохтягування.

Пружна характеристика шини визначає, як шина реагує на навантаження і деформацію під вагою автомобіля. Вона включає в себе жорсткість шини, як здатність шини протистояти деформації під дією навантаження. Жорсткість шини визначально залежить від матеріалу, з якого вона виготовлена, та конструкції шини. Вона визначається як відношення прикладеної сили до деформації шини та визначається із залежності:

$$F_{ш}(y, q) = \begin{cases} 0 & \text{при } (y-q) > f_{ш0}; \\ c_{ш} \cdot (f_{ш0} - (y-q)) & \text{при } f_{ш} \leq (y-q) \leq f_{ш0}; \\ c_{ш} \cdot (f_{ш0} - f_{ш}) + c_{об} \cdot (f_{ш} - (y-q)) & \text{при } (y-q) < f_{ш} \end{cases}, \quad (2.10)$$

де $f_{ш0}$, $f_{ш}$ – відповідно початкова та деформація шини в певний момент часу; $c_{ш}$ – жорсткість пневматичної шини; q – висота нерівностей дороги. Вказані пружно-жорсткі характеристики шини дозволяють встановити момент відриву колеса від поверхні дороги. Демпфуюча властивість шини є пропорційною швидкості її деформації:

$$F_{амш} \left(\frac{dy}{dt}, \frac{dq}{dt} \right) = k_{ш} \cdot \left(\frac{dy}{dt} - \frac{dq}{dt} \right) \text{ при } (y-q) < f_{ш0} \quad (2.11)$$

де $k_{ш}$ – коефіцієнт демпфування.

Сили інерції підресореної та невідресореної маси визначаються за допомогою законів динаміки Ньютона:

$$F_{in} = m_{II} \cdot \frac{d^2 \cdot x}{dt^2}; \quad F_{inII} = m_{III} \cdot \frac{d^2 \cdot y}{dt^2}. \quad (2.12)$$

Метод Рунге-Кутти другого порядку є одним із чисельних методів для розв'язання диференціальних рівнянь. Він дозволяє знайти наближене рішення системи рівнянь шляхом ітераційного процесу, здійснивши підстановку отримаємо:

$$\begin{cases} -m_{II} \cdot \frac{d^2 \cdot x}{dt^2} - m_{II} \cdot g - F(x, y, T) + F_{AM} \left(\frac{dx}{dt}, \frac{dy}{dt} \right) = 0 \\ -m_{III} \cdot \frac{d^2 \cdot y}{dt^2} - m_{III} \cdot g - F(x, y, T) + F_{AM} \left(\frac{dx}{dt}, \frac{dy}{dt} \right) + F_{uu}(y, q(t)) - F_{AMIII} \left(\frac{dy}{dt}, \frac{dq(t)}{dt} \right) = 0 \\ \frac{dT}{dt} = \frac{1}{G \cdot G_v} \left[k_i \cdot \frac{S}{b} \cdot (T - T_{nap}) - P \cdot \frac{dV}{d(x-y)} \cdot \frac{d(x-y)}{dt} \right] \end{cases} \quad (2.13)$$

Після підстановки значень у системи рівнянь 2.13 отримано теоретичні осцилограми коливання підвіски вантажного автомобіля. Мікропрофіль нерівностей ґрунтової дороги задавався силовим збуренням у вигляді синусоїди. Результати теоретичного моделювання коливань підресореної маси наведені на рисунку 2.6.

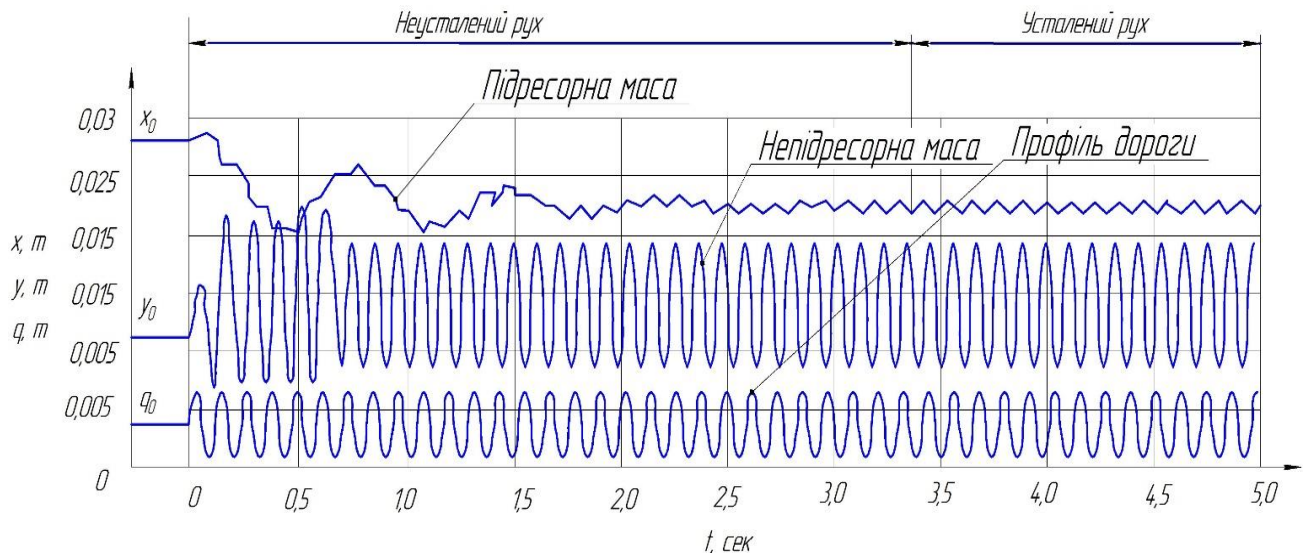


Рисунок 2.6 – Осцилограма коливань підресореної і непідресореної мас вантажного автомобіля під час взаємодії з нерівностями дороги

З рисунка видно, що на початку руху коливання обумовлені двома гармонійними складовими: коливаннями підвіски з власною частотою, і з частотою обурення від нерівностей дороги.

Коли низькочастотні гармонійні коливання, викликані власною частотою коливання підвіски, поступово зникають, коливання переходять у режим сталого руху. У цьому режимі підресорена маса коливається з частотою зовнішнього впливу, а динамічна нейтраль (ДН) швидко зміщується вниз, зменшуючи динамічний хід підвіски. Пробій підвіски визначався відносними коливаннями, які перевищували максимальну висоту деформації ресори (рис. 2.7).

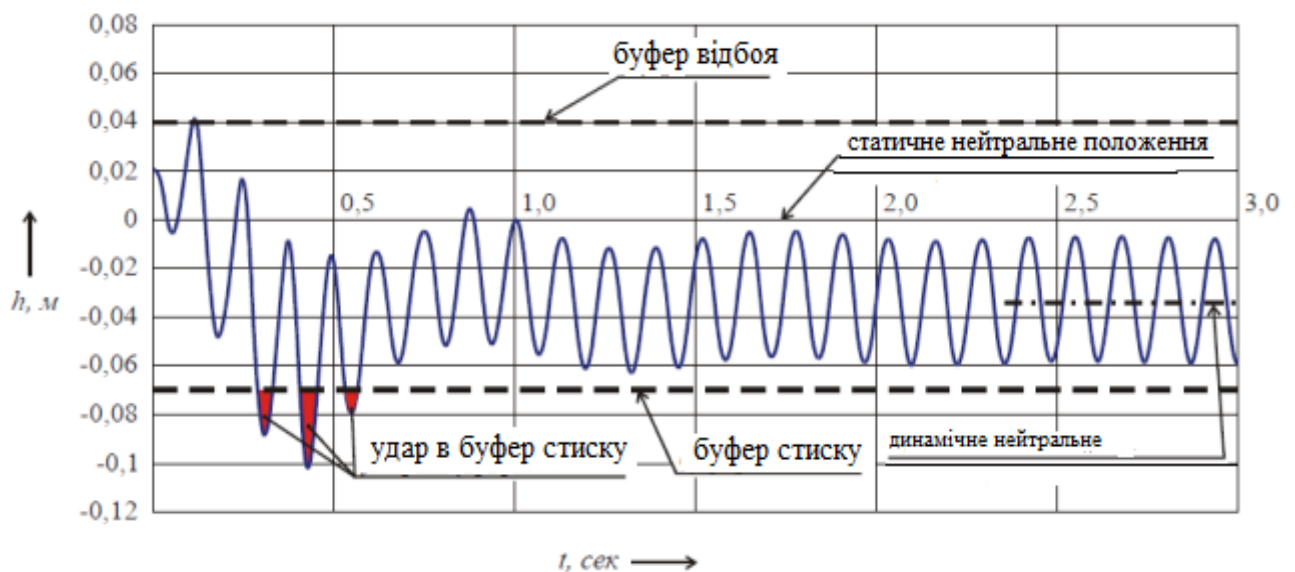


Рисунок 2.7 - Осцилограма коливань підвіски з моделюванням умов для пробоїв

Пробої ресорної підвіски виникають, коли підвіска досягає свого максимального ходу і не може більше поглинати удари. Це може статися через кілька причин. Найперше, це перевантаження, коли автомобіль перевантажений, ресори можуть не витримати додаткового навантаження і досягають свого максимального ходу. Або ж рух з великою швидкістю та навантаженням по нерівностях дороги.

РОЗДІЛ 3

РЕЗУЛЬТАТИ ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНИХ ДОСЛІДЖЕНЬ

3.1. Результати дослідження коливання кузова вантажного автомобіля

Для вимірювання коливань кузова автомобіля за умови використання ресор, які змонтовано через гумові подушки використано контактний віброметр. У нашому випадку застосовувався багатоканальний віброметр (рис. 3.1). Це дозволяє одночасно діагностувати рівень вібрації на декількох поверхнях, наприклад на ведучому мості та кузові автомобіля (рис. 3.1).



Рисунок 3.1 – Зовнішнього вигляд двоканального віброметра

Віброметр видає числові дані, які виражаються в інтегральному значенні вібрації. Зазвичай вона визначається як віброшвидкість. Дане поняття є значенням вібрації, безпосередньо пов'язаним з силою, яка її викликає. Цей показник відображає амплітуду коливань. Його вираз можливо в декількох одиницях виміру: m/s^2 , G, дБ.

Метою експериментальних досліджень було встановлення достовірності теоретичних припущень щодо параметрів коливань підресореної і непідресореної мас для різних типів ресор. Також необхідно встановити яким чином відбувається зсув динамічної нейтралі залежно від коливань підресореної і непідресореної мас вантажного автомобіля. Для цього проводився запис коливань використанням контрольно-вимірювального комплексу на основі портативного двоканального осцилографа FNIRSI DPOX180H V.2. Отримані осцилограми (рис. 3.2) коливань задньої підвіски вантажного автомобіля DAF XF 95 (рис. 3.1).



Рисунок 3.2 – Задня ресорна підвіска вантажного автомобіля DAF XF 95

Під час руху вантажного автомобіля з серійними та ресорами з прогресивними характеристиками показано на рис. 3.2 та 3.3.

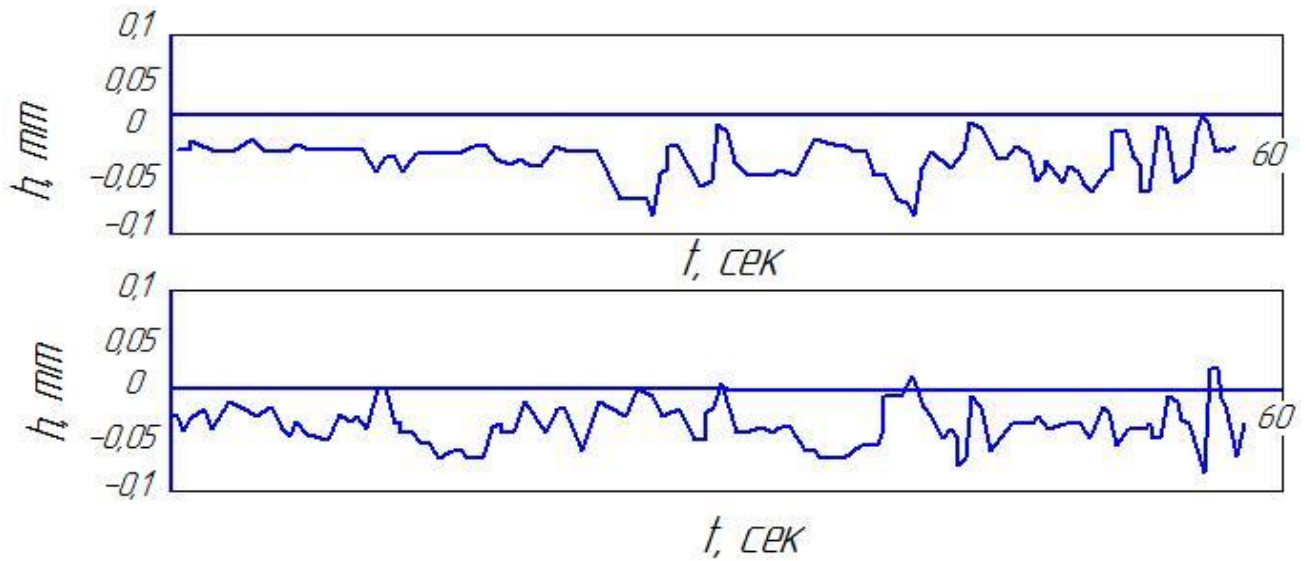


Рисунок 3.2 - Приклад осцилограми коливання підвіски автомобіля з серійними ресорами

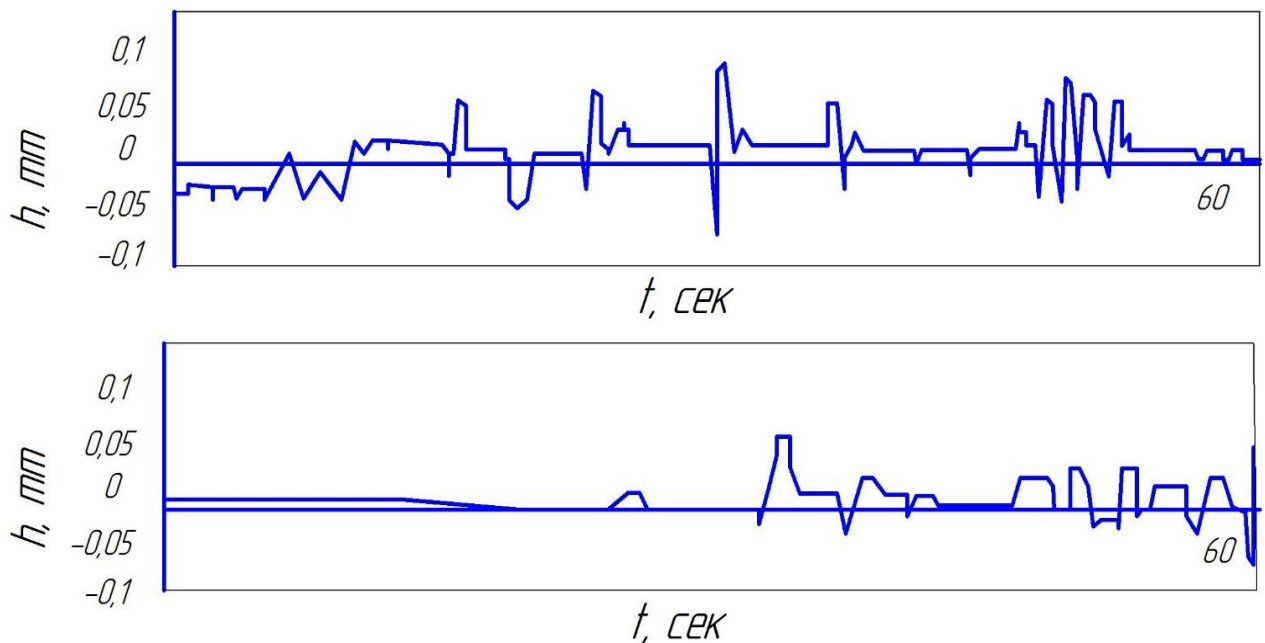


Рисунок 3.3 - Приклад осцилограми коливання підвіски автомобіля з прогресивними ресорами

Порівняння осцилограм показує, що вдосконалена ресорна підвіска забезпечує більш стабільне положення динамічної нейтралі, яка знаходиться дещо вище статичного рівня. В нашому випадку статичний

рівень передбачає початкове положення ресори завантаженого автомобіля. Серійна ресора зміщує положення ДН вниз, змінюючи амплітуду коливань кузова автомобіля. Результати експериментальних і теоретичних досліджень виявили їхню задовільну відповідність. За умови експлуатації автомобіля ґрунтовими дорогами резонансний пік амплітудно-частотної характеристики коливання ресорної підвіски різниться від розрахункових значень на 10...15%, що підтверджує належну точність розробленої розрахункової моделі [14, 21].

3.2. Розрахунок елементів конструкцій пристосування для технічного обслуговування ресор

Метою розрахунку є встановлення оптимальних геометричних конструкції пристосування для розбирання ресор, визначення основних кінематичних показників та перевірка на міцність основних силових елементів конструкції.

За прототип оберемо стенд для розбирання та збирання ресор Р-203 (табл. 3.1).

Таблиця 3.1 - Технічні параметри прототипу

Показник	Од. виміру.	Значення
Габаритні розміри	мм	1255 x 896 x 1036
Маса	кг	240
Хід штока	мм	200
Робочий тиск повітря	МПа	0,5
Тип		Стаціонарний
Зусилля	кН	26

Розрахунок робочих параметрів пневмоциліндра, для цього знайдемо робочий діаметр пневмоциліндра за тиску повітря в циліндрі 0,4 МПа.

$$D = \sqrt{\frac{4P}{\pi \eta Q}} = \sqrt{\frac{4 \cdot 7398}{3.14 \cdot 0.9 \cdot 0.4}} = 160 \text{ мм} \quad (3.1)$$

де P – зусилля, що створюється на штоці пневмоциліндра, кг·с;

Виходячи з необхідного зусилля встановимо діаметр штока пневмоциліндра:

$$d_m = k \cdot D_n; \quad (3.2)$$

$$\text{де } k = \frac{d_m}{D_n}; (0,2 \dots 0,4) \quad (3.3)$$

Тоді: $d_{ш} = 0,2 \cdot 0,16 = 0,032 \text{ м}$;

Встановлені розрахункові значення $D_n; d_{ш}$, а також максимальний хід поршня L , обираємо з найближчого найбільшого значення стандартного ряду величин. Прийmemo наступні параметри пневмоциліндра $D_n = 160 \text{ мм}$; $d_{ш} = 32 \text{ мм}$; $L = 25 \text{ мм}$.

Гранично допустимі розміри стінок пневмоциліндра:

$$t_{ц} > \frac{D_n}{2} \sqrt{\frac{[\sigma_p] + p_r \cdot (1 - 2\mu)}{[\sigma_p] - p_r \cdot (1 + 2\mu)}} - 1 \text{ м}; \quad (3.4)$$

де $[\sigma_p]$ - допустимі напруження сталі Ст.3, МПа;

μ - коефіцієнт Пуассона, який приймаємо $\mu = 0,25$.

Звідси:

$$t_{ц} > \frac{0.16}{2} \sqrt{\frac{1800 \cdot 10^5 + 10^6 \cdot (1 - 2 \cdot 0.25)}{1800 \cdot 10^5 - 10^6 \cdot (1 + 2 \cdot 0.25)}} - 1 = 0.0002 \text{ м.}$$

Нормальні напруження на штоці пневмоциліндра визначаємо за допомогою виразу:

$$\sigma_M = \frac{F_1}{S_{III}} \quad (3.5)$$

де F_1 – сила на штоці пневмоциліндра;

S_{III} - площа поперечного перерізу штока, яка становитиме:

$$S_{III} = \frac{\pi \cdot d^2}{4} \quad (3.6)$$

де, $d=32$ (діаметр штока), мм;

$$S_{III} = \frac{3,14 \cdot 0,032^2}{4} = 4,9 \cdot 10^{-4} \text{ м}^2,$$

$$\sigma_M = \frac{12,8 \cdot 10^3}{4,9 \cdot 10^{-4}} = 26 \text{ МПа} < 370 \text{ МПа}.$$

Проектований стенд призначений для виконання робіт з технічного обслуговування набірних листових ресор: пресових робіт під час розбирання та збирання листових ресор, заміни втулок у кронштейнах і ресорах, змащування листів.

Стенд виконаний стаціонарно з пневматичним приводом. Циліндр, підключений до магістралі стисненого повітря, служить силовим енергетичним приводом стенду. Манометр забезпечує контроль робочого тиску пневмосистеми стенда.

Ресору, що розбирається в ресорах, поміщають між нерухомим упором-центратором і вільним упором штока циліндра. Перепресування втулки також використовує оснастку для фіксації вушка корінного листа.

Стенд для розбирання та збирання ресурсу складається з пневмоциліндру, рами, нерухомого упору, вилки упору, захисного кожуха пневмоциліндру та перемикача повітря (рис. 3.4).

Рама проектованого стенду зварена з сортового прокату, а його робоча поверхня рами складається з листа, на якому через болтові з'єднання встановлюють нерухомий упор з кількома робочими положеннями. На рамі також встановлена педаль, яка контролює роботу пневмоциліндра.

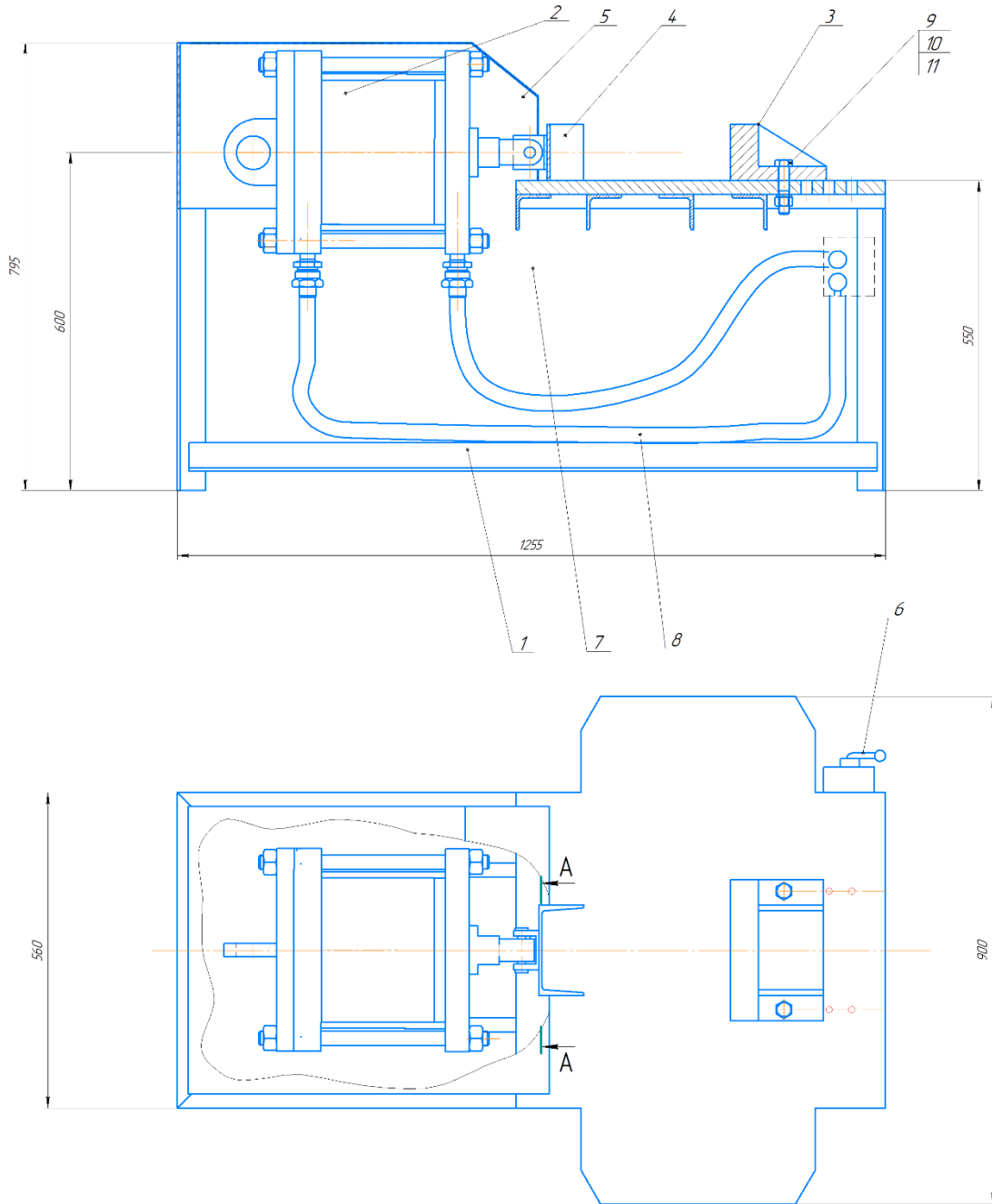


Рисунок 3.4 – Пристосування для збирання і розбирання ресор

У спроектованому пристосуванні використовується нестандартний пневмоциліндр, який є пневмоциліндром односторонньої дії. Шток пневмоциліндра повертається у вихідне положення за допомогою поворотної пружини. Пневмоциліндри односторонньої дії кращі за

циліндри двосторонньої дії, оскільки вони працюють краще та мають більший ККД. Це значно полегшує працівнику роботу з технічного обслуговування ресор через їх значну жорсткість та пружність.

Дана конструкція гідроциліндра може бути виготовлена в умовах ремонтно-механічного виробництва практично будь-якого типу, та може просто обслуговуватись. Таким чином, використання цієї конструкції технологічно виправдано.

РОЗДІЛ 4

ОХОРОНА ПРАНИ ТА БЕЗПЕКА В НАДЗВИЧАЙНИХ СИТУАЦІЯХ

4.1. Аналіз небезпечних виробничих факторів

На рисунку 4.1 приведена схема небезпечних і шкідливих виробничих чинників.

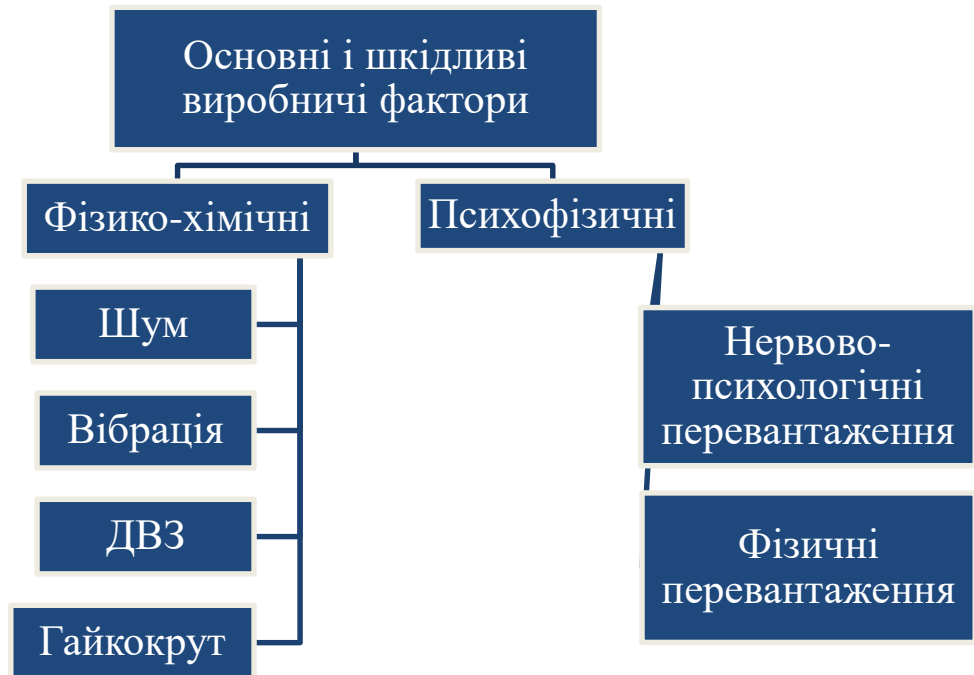


Рисунок 4.1 - Схема небезпечних і шкідливих виробничих чинників

У зоні ТО і ПР важкі умови праці, які чинять на здоров'я людини шкідливу дію. Небезпечні і шкідливі виробничі чинники в зоні ТО і ПР приведені в таблиці 4.1 [1], [5].

Таблиця 4.1 - Небезпечні і шкідливі виробничі чинники

№ п\п	Найменування НШВЧ	Джерело НШВЧ
I.	Фізичні:	
	Рухомі машини і механізми	Підйомник, рухомі автомобілі
	Підвищена загазованість повітря	Працюючі двигуни автомобілів
	Рухомі частини виробничого обладнання	Підйомник канава, кран підвісний

	Підвищений рівень шуму	Працюючі двигуни автомобілів, гайкокрут
	Підвищений рівень вібрації	Гайкокрут
	Підвищена напруга електричного ланцюга	Усі електроприлади, електропроводка
II.	Хімічні:	
	Загальнотоксичні речовини (свинець, окис вуглецю)	Працюючі двигуни автомобілів
	Дратівливі речовини (оксиди азоту)	
	Канцерогенні речовини (3,4-бензапирен)	
	Мутагенні речовини (свинець)	
	Речовини, що впливають на репродуктивну функцію (свинець)	
III.	Психофізіологічні:	
	Фізичні (статичні) перевантаження	Знаходження в одному положенні при демонтажі вузлів і механізмів
	Перенапруження слухових аналізаторів	Шум працюючого двигуна

Дія небезпечних і шкідливих виробничих чинників на тих, що працюють:

- рухомі машини і механізми. Створюють небезпеку затискання робітника, нанесення йому механічних ушкоджень, травм, каліцтв;
- підвищена загазованість повітря. Викликає отруєння організму, роздратування слизової оболонки очей, верхніх дихальних шляхів. Може викликати захворювання легенів (фіброгенна дія);
- рухомі частини виробничого обладнання. Створюють небезпеку отримання серйозних травм, каліцтв, затискання робітника, нанесення йому механічних пошкоджень;

- підвищений рівень шуму. Чинить вплив на серцево-судинну систему, органи слуху, можливе виникнення явища резонансу внутрішніх органів. Викликає стомлюваність, іноді часткову втрату слуху [18], [22].

- підвищений рівень вібрації. Це явище може викликати віброхворобу (головні болі, безсоння, запаморочення, деформація і збільшення рухливості суглобів і так далі). Можливе виникнення явища резонансу внутрішніх органів. Погіршується вестибулярний апарат, з'являються запаморочення, нудота, блювота;

- підвищена напруга електричного ланцюга. При проходженні через людину електричний струм робить наступні дії:

1. Термічні: опіки, нагрів судин, тканин, нервів і так далі;
2. Електролітичні: розкладання крові і плазми;
3. Біологічні: збудження живих тканин організму, судоми дихання і кровообігу.

- загальнотоксичні речовини. Створюють небезпеку отруєння всього організму;

- дратівливі речовини. Викликають роздратування слизової оболонки, оболонок дихального тракту;

- канцерогенні речовини. Створюють небезпеку виникнення ракових захворювань;

- мутагенні речовини. Впливають на зміну спадкової інформації;

- речовини, що впливають на репродуктивну функцію. Чинять небезпечний вплив на репродуктивну функцію;

- фізичні (статичні) перевантаження. Викликають швидке стомлення, загальну втому;

- перенапруження слухових аналізаторів. Чинить вплив на органи слуху, можливе виникнення явища резонансу внутрішніх органів. Викликає стомлюваність, іноді часткову втрату слуху.

4.2. Вимоги пожежної безпеки під час роботи з електрообладнання

Пожежна безпека підприємств забезпечується шляхом проведення організаційно-технічних та інших заходів з попередження пожеж, забезпечення безпеки людей, зниження можливих матеріальних збитків, зменшення негативних екологічних наслідків, створення умов для швидкого виклику пожежних підрозділів та успішного гасіння пожеж, а також евакуації з зони виникнення та можливого розповсюдження пожежі людей, документів і матеріальних цінностей.

Особовий склад всіх караулів пожежних частин і підрозділів, які прибувають для гасіння пожежі, не рідше одного разу на рік повинен проходити спеціальний інструктаж з особливостей експлуатації енергетичних установок та техніки безпеки при пожежах.

Інструктаж проводиться інженерно-технічним персоналом об'єкта за узгодженою програмою.

Енергетичні об'єкти виготовляють в необхідній кількості пристосування для заземлення пожежних стволів, піногенераторів і насосів пожежних машин з гнучкого мідного голого проводу перерізом не менше 25 мм², які забезпечуються спеціальними струбцинами для з'єднання з заземленими конструкціями (гідрантами водогінної мережі, металевими опорами повітряних ліній електропередач, обсадними трубами артезіанських свердловин тощо).

Місця приєднання до заземлених конструкцій визначаються спеціалістами енергетичних об'єктів спільно з представниками гарнізону пожежної охорони, позначаються знаком заземлення та вносяться до графічної частини плану пожежогасіння.

Для забезпечення безпеки персоналу та пожежників, які беруть участь у гасінні пожежі електроустановок під напругою, застосовуються індивідуальні ізолюючі електрозахисні засоби (діелектричні рукавиці, боти).

Кількість заземлень та індивідуальних ізолюючих захисних засобів і місця їх зберігання визначаються керівниками енергетичних об'єктів з розрахунку подачі вогнегасних засобів на електроустановки, які знаходяться під напругою.

Випробування електрозахисних засобів виконується енергетичним об'єктом в установленому порядку.

Забороняється використання заземлюючих пристосувань і електрозахисних засобів для інших цілей, крім випадків пожеж або проведення спільних з пожежними підрозділами ДПО тренувань (навчань) на об'єкті.

При виникненні пожежі на енергетичному об'єкті особа, яка першою виявила займання, зобов'язана негайно повідомити начальника зміни електростанції (диспетчера або чергового підстанції, підприємства електромереж), старшого зміни та приступити до гасіння пожежі засобами пожежогасіння, дотримуючись при цьому правил техніки безпеки.

Начальник зміни електростанції (диспетчер підстанції або підприємства електромережі) під час гасіння пожежі повинен забезпечити посилення охорони території об'єкта і не допускати до місця пожежі сторонніх осіб.

Старший у зміні особисто або за допомогою чергового персоналу зобов'язаний визначити місце осередку пожежі, можливі шляхи її поширення, загрозу діючому електрообладнанню, яке опинилося в зоні пожежі, можливість виникнення нових осередків горіння на іншому електрообладнанні, а також до прибуття пожежних підрозділів виконати такі роботи:

- особисто або з допомогою чергового персоналу перевірити ввімкнення автоматичної установки пожежогасіння (при її наявності), а у випадку відмови задіяти її в ручному режимі;

- вжити заходів із створення безпечних умов для персоналу і пожежних підрозділів для ліквідації пожежі;
- провести можливі операції на технологічних установках (вимкнення або перемикання на обладнанні, витіснення водню з генератора, зняття напруги з електроустановок, зливання мастила з мастилобаків турбогенераторів тощо);
- приступити до гасіння пожежі силами та засобами енергетичного об'єкта;
- виділити для зустрічі пожежних підрозділів особу, яка добре знає місця заземлення технічних засобів і розташування під'їзних шляхів та вододжерел;
- при необхідності вжити заходів для охолодження водою металевих ферм, колон будівлі за допомогою пожежних кранів або стаціонарно встановлених лафетних пожежних стволів з урахуванням дотримання заходів техніки безпеки;
- проінформувати керівника гасіння пожежі (КГП) про безпечні маршрути руху пожежних на бойові позиції.

Вимкнення або перемикання приєднань в зоні пожежі може проводитись за карткою пожежогасіння начальником зміни станції (диспетчером або черговим підстанції, підприємства електромережі) або за його розпорядженням черговим персоналом, з наступним повідомленням вищого оперативного керівництва (диспетчера енергосистеми) після закінчення операції вимкнення.

Старший начальник ДПО, який прибув на місце пожежі, зобов'язаний негайно зв'язатися зі старшим зміни енергетичного об'єкта, отримати від нього дані про обставини пожежі і письмовий допуск на проведення гасіння.

Зі старшого начальника енергетичного об'єкта або ДПО, які не взяли на себе керівництво гасінням пожежі, не знімається відповідальність за організацію гасіння пожежі. Пожежні підрозділи розпочинають гасіння

пожежі на електроустановках після інструктажу старшим з присутніх технічних працівників або ОВБ.

Під час гасіння пожежі робота пожежних підрозділів (розміщення сил і засобів пожежогасіння, зміна позицій, перехід від одних засобів пожежогасіння до інших тощо) проводиться з урахуванням вказівок старшої особи з присутніх інженерно-технічних працівників енергетичного об'єкта або ОВБ.

В свою чергу, старший з присутніх інженерно-технічних працівників або ОВБ погоджує з КГП свою роботу і розпорядження, а також інформує під час гасіння пожежі про зміни в стані роботи електроустановок та іншого обладнання.

Займання в електроустановках під напругою ліквідуються персоналом енергетичного об'єкта за допомогою ручних і пересувних вогнегасників.

Гасіння пожежі ручними засобами в дуже задимлених приміщеннях енергетичних об'єктів (з видимістю до 10 метрів), з проникненням в них без зняття напруги з електроустановок і кабельних ліній не допускається.

Під час гасіння пожежі компактними та розпиленими струменями без зняття напруги з електроустановок ствол повинен бути заземлений, а ствольник має працювати в діелектричних ботах, діелектричних рукавицях і знаходитись на відстані від вогнища пожежі не меншій ніж 4–10 м залежно від рівня напруги.

Гасіння пожежі в приміщеннях з електроустановками під напругою всіма видами піни, а також водою зі змочувачами за допомогою ручних засобів забороняється.

Особовому складу пожежних підрозділів категорично забороняється проводити будь-які переключення та інші операції з електротехнічним обладнанням на електростанції та підстанції.

Заходити до розподільчих улаштування та інших приміщень електротехнічних улаштувань з метою гасіння пожежі особовий склад

пожежних підрозділів має право лише після одержання допуску та інструктажу персоналу, який обслуговує цей пристрій.

Основою безпечного гасіння пожежі електроустановок під напругою є суворе дотримання організаційно-технічних заходів, а також усвідомлена дисципліна пожежників, які зобов'язані суворо виконувати всі заходи із забезпечення безпеки гасіння.

Гасіння пожежі електроустановки під напругою КГП має право розпочати тільки після одержання відповідного письмового допуску та інструктажу персоналом, який обслуговує цю установку.

Гасіння пожежі електроустановок під напругою здійснюється за виконання таких обов'язкових умов:

- не допускається наближення пожежних до струмопровідних частин електроустановок на відстань менше 4 метрів;
- маршрути руху пожежних на бойові позиції КГП повинен погоджувати з черговим персоналом енергооб'єкта і конкретно вказувати кожному пожежнику під час інструктажу;
- пожежні і водії пожежних автомобілів, які забезпечують подачу вогнегасних речовин, повинні працювати в діелектричних рукавицях і взутті;
- подавання вогнегасних речовин необхідно проводити після заземлення ручних пожежних стволів і пожежних автомобілів;
- перестановку сил і засобів, зміну бойових позицій тощо КГП повинен виконувати після узгодження зі старшою посадовою особою з присутнього інженерно-технічного персоналу енергетичного об'єкта.

4.3. Розрахунок захисного заземлення електрообладнання

Допустимий опір заземляючого пристрою - $R_d = 4 \text{ Ом}$.

Питомий опір ґрунту (чорнозем) - $\rho = 30 \text{ Ом}\cdot\text{м}$.

Схему опору розтіканню струму з одного заземлювача показано на рис. 4.2 [5].

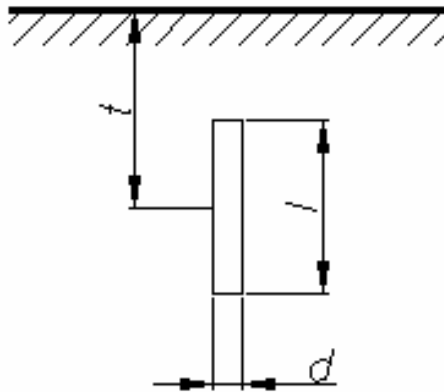


Рисунок 4.2 - Опір розтіканню струму з одного заземлювача

Дано: $t = 1,6$ м; $l = 1,2$ м; $d = 0,06$ м;

$$R_1 = \frac{\rho}{2 \cdot \pi \cdot l} \cdot \left(\ln \frac{2 \cdot l}{d} + \frac{1}{2} \ln \frac{4 \cdot t + 1}{4 \cdot t - 1} \right) = \frac{30}{2 \cdot \pi \cdot 1,2} \cdot \left(\ln \frac{2 \cdot 1,2}{0,06} + \frac{1}{2} \cdot \ln \frac{4 \cdot 1,6 + 1}{4 \cdot 1,6 - 1} \right) = 15,3 \quad (4.1)$$

$R_1 = 15,3$ Ом.

Необхідна кількість заземлювачів n , шт.:

$$n = R_1 / R_{\text{д}} = 15,3 / 4 = 3,83 \approx 4 \quad (8.2)$$

Довжина горизонтального електроду l , м, при довжині 1,2 м:

$$l = 1,05 \cdot m \cdot n, \quad (8.3)$$

$$l = 1,05 \cdot 1,2 \cdot 4 = 5,04 \text{ (м)}.$$

Опір розтіканню струму горизонтального електроду представлений на рисунку 4.3.

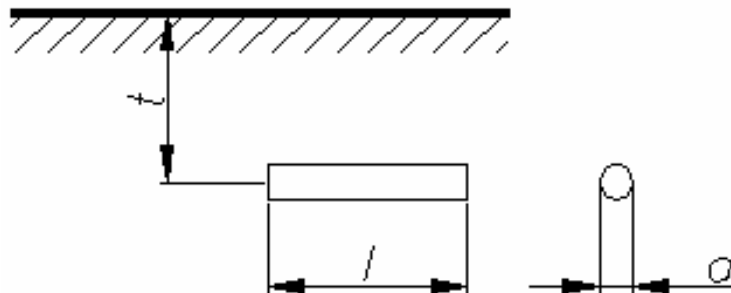


Рисунок 4.3 - Опір розтіканню струму горизонтального електроду

Дано: $t = 1$ м; $l = 5,04$ м; $d = 0,5$ м;

$$R_I = \frac{R_1 \cdot R_\Gamma}{R_1 \cdot \eta_\Gamma + R_\Gamma \cdot n \cdot \eta_E} = \frac{15,3 \cdot 3,72}{15,3 \cdot 0,45 + 3,72 \cdot 4 \cdot 0,69} = 3,32 \text{ (Ом)} \quad (4.4)$$

$R_I = 3,32$ Ом;

$$R_\Gamma = \frac{\rho}{2 \cdot \pi \cdot l} \cdot \left(\ln \frac{l^2}{d \cdot t} \right) = \frac{30}{2 \cdot \pi \cdot 5,04} \cdot \left(\ln \frac{5,04^2}{0,5 \cdot 1} \right) = 3,72 \text{ (Ом)} \quad (4.5)$$

$R_\Gamma = 3,72$ Ом.

$\eta_E = 0,69$; $\eta_\Gamma = 0,45$.

$R_I < R_\Gamma$.

4.4. Підвищення стійкості роботи підприємства у воєнний час

Однією з основних завдань цивільної оборони є підвищення стійкості роботи об'єктів економіки у воєнний час. Для цього на кожному об'єкті завчасно організовується і проводиться великий обсяг робіт, спрямованих на підвищення стійкості його роботи в умовах застосування зброї масового ураження. До них відносяться інженерно-технічні, технологічні й організаційні заходи.

Інженерно-технічними заходами забезпечується підвищення стійкості промислових будівель, споруд, обладнання та комунікацій підприємства до впливу вражаючих факторів.

Технологічними заходами здійснюється підвищення стійкості шляхом зміни технологічного режиму, що виключає можливість виникнення вторинних уражаючих факторів, викликаних впливом різного виду зброї.

Організаційними заходами передбачається завчасна розробка і планування дій особового складу штабу, служб і формувань ЦО об'єкта в умовах застосування противником зброї масового ураження.

З усього комплексу заходів, що підвищують стійку роботу об'єктів машинобудівного профілю у воєнний час, особливо важливе значення має проведення інженерно-технічних заходів.

До таких заходів належать:

- забезпечення захисту робітників і службовців від зброї масового ураження;
- підвищення стійкості управління ДО об'єкта;
- захист устаткування;
- підвищення стійкості постачання електроенергією, газом, паром, водою і роботою мереж комунального господарства;
- захист об'єктів від пожеж та інших вторинних факторів ураження;
- підвищення стійкості матеріально-технічного постачання;
- підготовка до відновлення порушеного виробництва.

На підприємствах завжди є ризик виникнення різноманітних аварій. Причинами їх можуть бути порушення технології виробництва, правил експлуатації обладнання, машин і механізмів, а також стихійні лиха. В результаті цього багато людей можуть опинитися в завалах, пошкоджених та палаючих виробничих приміщеннях, завалених захисних спорудах та інших непередбачених ситуаціях. У зв'язку із цим буде потрібне проведення рятувальних робіт та надання допомоги ураженим, локалізації аварії та усунення пошкоджень.

Рятувальні роботи з метою врятування людей і надання їм допомоги включають: розвідку району лиха і осередку ураження, маршруту висування формувань та проведення робіт; локалізацію і ліквідацію пожеж на шляху введення рятувальних формувань і об'єктах рятувальних робіт (розшуку і рятування людей, які знаходяться в завалених сховищах, підвалах, завалах, палаючих, задимлених або затоплених виробничих приміщеннях), розкриття розвалених, пошкоджених, завалених захисних споруд і рятування людей, які знаходяться в них; надання першої медичної допомоги потерпілим; винесення потерпілих і евакуація з небезпечних зон у безпечний район.

Одночасно або перед рятувальними роботами необхідно виконати інші невідкладні аварійні роботи. Наприклад, для того щоб підвезти людей і

техніку, необхідно розчистити завалені проїзди, навести переправи, подати воду для гасіння пожеж тощо.

За організацію і проведення рятувальних та інших невідкладних робіт відповідає керівник ЦО машинобудівного підприємства. Він особисто керує підпорядкованими формуваннями через служби ЦО.

Безпосередньо на місці проведення рятувальних робіт особовим складом керує командир формування. Він стежить за ходом роботи, за встановленим режимом роботи, за зміною обстановки, проведенням перегрупування чи перестановки сили і засобів на місці роботи, контролює суворе дотримання заходів захисту і безпеки особового складу.

Для ведення рятувальних та інших невідкладних робіт рішенням керівника ЦО створюються угруповання ЦО. Склад угруповання визначається з врахуванням сил і засобів, характеру й обсягу робіт, які треба виконати.

Рятувальні й невідкладні роботи неможливо провести в короткі строки без використання техніки. Для цього можна залучити різну техніку, яка є на машинобудівному підприємстві. Наявну техніку залежно від виду робіт можна розділити на групи: екскаватори, трактори, бульдозери, крани, самоскиди, домкрати, лебідки – для розчищення завалів, піднімання і переміщення вантажів, конструкції будівель і споруд; пневматичні машини – відбійні молотки, бурильні інструменти для подрібнення завалених конструкцій будівель, пробивання отворів, з метою надання повітря або виведення потерпілих; бензорізи, електро- і газозварювальні апарати для розрізання металевих конструкцій; вантажні автомобілі, інші транспортні засоби – для евакуації потерпілих із небезпечної зони.

Види і обсяги рятувальних та інших невідкладних робіт і способи їх ведення у районах виробничої аварії залежать від характеру руйнувань, обставин, що склалися, і реальних можливостей їх використання.

Насамперед потрібно організувати розвідку району лиха ланками розвідувальної групи, щоб у коротші строки з'ясувати характер і межі руйнування та пожеж, уражених людей та їх стан, можливі шляхи введення

рятувальних формувань з технікою і евакуації потерпілих з небезпечної зони. За даними цієї розвідки необхідно чітко визначити першочергові роботи, їх обсяг, необхідні сили і засоби.

Інженерна розвідка повинна визначити завалені захисні споруди, виробничі приміщення, де знаходяться люди, характер руйнувань, черговість і обсяг невідкладних робіт, потреб у людях і технічних засобах, шляхи під'їзду техніки до місць роботи.

Висуваючи сили і засоби для проведення робіт, необхідно перш за все влаштувати проїзди і проходи до об'єктів проведення робіт. Для цього застосовують бульдозери, автокрани, грейдери. Ширина проїздів має бути 3,5...4,0 м для одностороннього і 7,0...8,0 м для двостороннього руху, через 150...200 м мають бути роз'їзди довжиною 10,0...20,0 м.

В організації і веденні рятувальних робіт особливе значення мають пошуки потерпілих. Необхідно встановити, де і в яких умовах вони перебувають. Потрібно ретельно обстежити завали, підвальні приміщення, виробничі приміщення підприємства.

РОЗДІЛ 5

ЕКОНОМІЧНА ЧАСТИНА

5.1. Розрахунок фонду заробітної плати працівників

Фонд заробітної плати працівників, залучених до обслуговування ресорної підвіски становить [8], [13]:

$$\Phi ЗП = \left[\sum_{i=1}^m P_{від(i)} \times N_p + П + З_{год} \times R_d \times \Phi_{др} \times (1 + K_{пр}) \right] \times K_d, \quad (5.1)$$

де $P_{від}$ – відрядна розцінка по операціях техпроцесу;

N_p – кількість об'єктів ремонту;

$З_{год(д)}$ – тарифна ставка допоміжних робітників (грн./год);

R_d – кількість допоміжних робітників;

$\Phi_{др}$ – дійсний фонд робочого часу (годин);

$K_{пр}$ – коефіцієнт, що враховує премії допоміжним робітникам;

K_d – коефіцієнт додаткової заробітної плати (1,1; 1,3).

$$P_{від(i)} = \frac{З_{год(i)} \times T_{н(i)} \times K_y \times K_{(ін)}}{60}, \quad (5.1)$$

де $З_{год(i)}$ – погодинна тарифна ставка відповідного розряду основного робітника на i -ой операції;

$T_{н(i)}$ – норма часу на ТО одного автомобіля;

K_y – коефіцієнт, що враховує інтенсивність праці.

Норма часу на ТО одного автомобіля складає:

Основна заробітна плата [29]:

$$З_0 = T_{заг} \cdot З_{год} = 3742 \cdot 10,06 = 376440,52 \text{ грн.};$$

Додаткова заробітна плата нараховується в розмірі 30 % від суми основної з/плати.

$$З_d = 0,3 \cdot З_0 = 0,3 \cdot 376440,52 = 112930,36 \text{ грн.}$$

Таким чином фонд заробітної плати складає:

$$\PhiЗП = З_о + З_д = 376440,52 + 112930,36 = 489370,88 \text{ грн.}$$

Середньомісячна заробітна плата:

$$З_{міс} = \PhiЗП / (12 \cdot 1) = 15380,8 / 12 = 12810,7 \text{ грн.}$$

Розрахунок капітальних вкладень при проектуванні ділянки.

Капітальні вкладення в будівлі і споруди:

$$К_{діль} = П_д \cdot Ц_{буд.} = 108 \cdot 1050 = 113400 \text{ грн.}$$

де $П_д$ – площа ділянки;

$Ц_{буд.}$ – ціна 1 кв.м;

Капітальні вкладення в обладнання і пристосування:

$$К_{обл.} = П_д \cdot Ц_{пит.},$$

де $Ц_{пит.}$ – питомі вкладення в обладнання на 1 кв. м

$$К_{обл.} = 108 \cdot 950 = 102600 \text{ грн.}$$

Капітальні вкладення в інструмент складають:

$$К_{ін} = К_{обл.} \cdot 0,04 = 102600 \cdot 0,04 = 4104 \text{ грн.}$$

Капітальні вкладення в транспорт складають:

$$К_{тр.} = К_{обл.} \cdot 0,07 = 102600 \cdot 0,07 = 7182 \text{ грн.}$$

Амортизаційні відрахування будівель:

$$А_{буд} = 0,05 \cdot 113400 = 5670 \text{ грн}$$

Обладнання:

$$А_{обл.} = (Н_а \cdot К_{обл.}) / 100 = (15 \cdot 102600 / 100) = 15390 \text{ грн.}$$

Транспортних засобів і інструментів:

$$А_{тр.зас.} = (25 \cdot (К_{тр.} + К_{ін})) / 100 = (25 / 100) \cdot (7182 + 4104) = 2821,5 \text{ грн.}$$

Всього амортизація:

$$\Sigma A_{(i)} = А_{обл.} + А_{буд} + А_{тр.зас.} = 5670 + 15390 + 2821,5 = 23881,5 \text{ грн.}$$

Розрахунок витрат на допоміжні матеріали для ремонту:

$$M_o = N_{\text{пит}} \cdot N_p,$$

Питома вага на одиницю продукції:

$$N_{\text{пит}} = 2,5 \text{ ФЗП} = 2,5/100 \cdot 15380,8 = 384,5 \text{ грн.}$$

Розрахунок витрат на енергоносії:

Витрати на електроенергію:

$$Z_{\text{ел.}} = W_{\text{ел.}} \cdot C_{\text{ел.}} = 27382,2 \cdot 0,95 = 28751,3 \text{ грн.}$$

Витрати на пар:

$$Z_{\text{пар}} = Q_{\text{пар}} \cdot C_{\text{пар}} = 86,4 \cdot 9,25 = 7992 \text{ грн.}$$

Витрати на паливо:

$$Z_{\text{пал}} = Q_{\text{пал}} \cdot C_{\text{пал}} = 8,88 \cdot 870 = 7725,6 \text{ грн.}$$

Втрати на воду:

$$Z_{\text{в}} = 5,02 \cdot 7,416 = 37,2 \text{ грн.}$$

Таким чином витрати на енергоносії складають:

$$\Sigma Z_{\text{ен}} = Z_{\text{ел.}} + Z_{\text{пал.}} + Z_{\text{пар}} = 28751,3 + 7992 + 7725,6 + 37,2 = 44506,8 \text{ грн.}$$

Розрахунок собівартості ТО автомобілів.

$$C_{\text{рем}} = ЗП + V_{\text{idr}} + M + A + Z_{\text{ен}} + N_{\text{акл.}},$$

де ЗП – заробітна плата основна і додаткова 489370,88 грн;

V_{idr} – відрахування до фондів соціального страхування.

$$V_{\text{idr}} = \Phi_{\text{пен}} + \Phi_{\text{зайн}} + \Phi_{\text{соц.стр}}$$

де $\Phi_{\text{пен}}$ – відрахування до пенсійного фонду:

$$\Phi_{\text{пен}} = (K_{\text{п}} \cdot Z_{\text{п}}) / 100 = (3,2/100) \cdot 489370,88 = 15659 \text{ грн.}$$

$\Phi_{\text{соц.стр}}$ – відрахування фонду соціального страхування:

$$\Phi_{\text{соц.стр}} = (K_{\text{соц.стр}} \cdot Z_{\text{п}}) / 100 = (2,9/100) \cdot 489370,88 = 14191 \text{ грн.}$$

$\Phi_{\text{зайн}}$ – відрахування фонду страхування від безробіття:

$$\Phi_{\text{зайн}} = (K_{\text{зайн}} \cdot Z_{\text{п}}) / 100 = (2,1 / 100) \cdot 489370,88 = 10276,77 \text{ грн.}$$

$K_{(i)}$ – % відрахувань.

Разом відрахування :

$$V_{\text{idr}} = 15659 + 14191 + 10276,77 = 40126,77 \text{ грн.}$$

Накладні витрати [20], [29]:

$$N_{\text{акл}} = (K_{\text{п}} \cdot Z_{\text{п}}) / 100 = (130 \cdot 489370,88) / 100 = 63619,24 \text{ грн.}$$

Собівартість робіт на дільниці:

$$C_{\text{п}} = 489370,88 + 23881,5 + 1223,4 + 44506,1 + 18694,3 + 63619,24 = 647295,42 \text{ грн.}$$

Собівартість ТО одного автобуса:

$$C_{\text{п}} = 647295,42 / 150 = 4275,3 \text{ грн.}$$

Таблиця 4.1 – Техніко-економічні показники роботи дільниці ремонту ходової частини

Найменування показника	Одиниця вимірювання	Значення показника
Річний об'єм робіт	люд-год	3742
Чисельність робітників	чол	2
Фонд заробітної плати	грн	489370,88
Середньомісячна заробітна плата	грн	20390,1
Собівартість одного ТО автомобіля	грн	4315,3
Затрати на основні та допоміжні матеріали	грн	1223,4
Витрати на енергоресурси	грн	44506,1
Капітальні вкладення	грн	102600

У розділі наведено показники розрахунку техніко-економічних характеристик процесу обслуговування підвіски вантажних автомобілів. Зокрема, встановлено, що собівартість одного ТО вантажного автомобіля становить 4315,3 грн.

ЗАГАЛЬНІ ВИСНОВКИ ТА РЕКОМЕНДАЦІЇ

1. Проаналізовано способи перевезення та наведено класифікацію вантажів за галузевою ознакою та особливостями, що є початковою умовою перевезення. Вантажі за категоріями розділити галузевою приналежністю: промисловість, будівництво, сільське господарство, торгівля, комунальне господарство, поштові перевезення та інші.

2. Розглянуто рекомендації щодо найбільш ефективних рішень з метою використання транспортних засобів для виконання певних робіт. Наприклад, було виявлено, що магістральні бортові автомобілі-автопоїзди з підвищеною вантажопідйомністю є ефективним засобом перевезення великих вантажів на значні відстані. Завдяки використанню автомобілів з причепами можна збільшити продуктивність приблизно на 25...35 відсотків і зменшити собівартість перевезень на 25 відсотків. Автомобілі-самоскиди є більш економічно вигідним транспортним засобом на короткій відстані, особливо для перевезення сипучих вантажів.

3. Наведено конструктивні особливості та принцип роботи ресорної підвіски, яку згодом замінили на пневматичну й на сьогодні більшість магістральних вантажних транспортних засобів оснащені нею. Підвіски пневматичного типу не призначені для роботи в екстремальних умовах. Вони забезпечують плавну їзду автомобіля без значної шкоди покриттю дороги.

4. Обґрунтовано інерційну коливну систему підвіски вантажного автомобіля, встановлено систему координат, яка була використана для вивчення параметрів взаємодії підресорної маси M_n , та невідресореної маси m_{np} .

5. Проведено випробування автомобіля з використанням підвіски з прогресивними ресорами, що кріпляться через демпфери. Порівняння отриманих осцилограм показує, що вдосконалена ресорна підвіска забезпечує більш стабільне положення динамічної нейтралі, яка знаходиться дещо вище статичного рівня. Серійна ресора зміщує положення динамічної нейтралі

вниз, змінюючи амплітуду коливань кузова автомобіля. Результати експериментальних і теоретичних досліджень виявили їхню задовільну відповідність. За умови експлуатації автомобіля ґрунтовими дорогами резонансний пік амплітудно-частотної характеристики коливання ресорної підвіски різниться від розрахункових значень на 10...15%, що підтверджує належну точність розробленої розрахункової моделі.

6. Розроблено пристосування для виконання робіт з технічного обслуговування набірних листових ресор: пресових робіт під час розбирання та збирання листових ресор, заміни втулок у кронштейнах і ресорах, змащування листів.

7. Проведено розрахунки затрат праці та собівартості процесу технічного обслуговування підвіски вантажних автомобілів. Зокрема, собівартість одного ТО вантажного автомобіля становить 4315,3 грн.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. ISO 8608 ; Механічна вібрація. Профілі дорожнього покриття. Звітування вимірних даних. ISO: Женева, Швейцарія, 2016 р.
2. Автомобіль: Теорія колісного рушія: Навчальний посібник. Гащук П.М. Київ: Кондор, 2018. 328 с.
3. Автомобільні двигуни: підручник. Ф. І. Абрамчук, Ю. Ф. Гутаревич, К. Є. Долганов, Ф. Ф. Тимченко. Київ: Арістей, 2004. 476 с.
4. Башинський, А. Л. Альтернативний підхід до оцінки поперечної стійкості автомобіля. А. Л. Башинський, С. А. Осташевський. *Вісник Харківського національного автомобільно-дорожнього університету*. 2015. Вып. 71. С. 151–155.
5. Безпека життєдіяльності: підруч. для студ. с.-г. вузів. І. П. Пістун [та ін.]. Львів : Світ, 1995. 288 с.
6. Боровських Ю.І., Буралев Ю.В. Морозов К.А. Будова автомобіля: Вища школа, 1991. 303 с.
7. Босняк М.Г. Вантажні автомобільні перевезення: навчальний посібник для студентів спеціальності. Київ: Видавничий Дім "Слово", 2010. 408 с.
8. Боярко І. М. Інвестиційний аналіз: [навч. посіб.] / І. М Боярко, Л. Л. Гриценко. Київ: Центр учбової літератури, 2011. 400 с.
9. Вільковський Є. К., Кельман І.І., Бакуліч О.О. Вантажознавство. 2-е вид., перероб. і допов. Львів: Інтелект-Захід, 2007. 495 с.
10. Волков В. П., Вільський Г.Б. .Теорія руху автомобіля: підручник. Суми : Університетська книга, 2010. 320 с.
11. ДСТУ 2947-94 Автотранспортні засоби. Підвіски автомобілів. Терміни та визначення.
12. ДСТУ UN/ECE R 13-09:2002. Єдині технічні приписи щодо офіційного схвалення типу транспортних засобів категорій М N та О стосовно гальмування: Правила ЄЕК ООН № 13. [Чинні від 14.01.2008].

Женева: Європейська Економічна Комісія Організації Об'єднаних націй, 2008. 276 с.

13. Кавецький В. В. Економічне обґрунтування інноваційних рішень. Практикум : [навч. посіб.] / В. В. Кавецький, В. О. Козловський, І. В. Причепа Вінниця : ВНТУ, 2013. 113 с.

14. Канарчук В.Є. Надійність машин: Підручник. / В.Є. Канарчук, С.К. Полянський, М.М. Дмитрієв. Київ: Либідь, 2003. 424 с.

15. Кисляков В.Ф. Будова й експлуатація автомобілів. В.Ф. Кисляков, В.В.Лущик. Київ: Либідь, 2000. 399 с.

16. Крайник Л.В. Назаркевич С.М. Формування нормативної оцінки плавності руху автобусів. *Вісник Донецької академії автомоб. транспорту*. 2009. № 3. С. 19 – 22.

17. Макаров В. А. Наукові основи поліпшення курсової стійкості рху легкового автомобіля : автореф. дис. на здобуття наук. ступеня д-ра. техн. наук : 05.22.02 – автомобілі та трактори / В. А. Макаров. К., 2011. 38 с.

18. Методичні рекомендації з питань безпеки автомобільних перевезень від 19.09.2003. К.: Державний Департамент автомобільного транспорту, 2003. №11. 23 с.

19. Основенко М. Ю., Сахно В. П. Автомобілі: Навч. посібник. Київ: НМК ВО, 1992. 344 с.

20. Основи економіки транспорту : підручник / Щелкунов В. І., Кулаєв Ю. Ф., Зайончик Л. Г., Загорулько В. М. [та ін.]. Київ: Кондор, 2011. 392 с.

21. Подригало М. А., Бобошко А. А. Клец Д. М. Динамічна стабілізація курсового кута автомобіля при гальмуванні засобом повороту керованих коліс. Західний науковий центр транспортної академії України. *Проектування, виробництво та експлуатація автотранспортних засобів і поїздів*. Щорічний науково-виробничий журнал. 2008. № 15. С. 198–201.

22. Про затвердження Державних санітарних норми виробничої загальної та локальної вібрації (ДСН 3.3.6.039-99). Чинний від 01.12.1999. URL: <http://zakon2.rada.gov.ua/rada/show/va039282-99>. (дата звернення: 10.09.2023).

23. Сахно В. П. Вплив компоувальних параметрів міських автобусів великого класу на показники їх маневреності / В. П. Сахно, О. А. Веремчук, М. І. Загороднов // Вісник НТУ. Київ, 2004. С. 132-137.

24. Солтус А. П. Теорія експлуатаційних властивостей автомобіля: Навчальний посібник для ВНЗ. Київ: Арістей, 2010. 155 с.

25. Станько, М.; Ілюк, А.; Działak, P. Чисельний та експериментальний аналіз напруги напівеліптичної пружини. *Матер. Сьогодні Proc.* 2018, 5, 26760–26765.

26. Угода про міжнародні перевезення швидкопсувних харчових продуктів та про спеціальні транспортні засоби, які призначені для цих перевезень [Міжнародний документ, Видавник: ООН від 01.09.1970 р.] Офіційний вісник України – офіційне видання від 13.04.2007 р., № 24, стор. 44, стаття 980.

27. Хімка С.М., Магац М.І., Шевчук В.В., Сукач О.М., Рубан Д.П.. Автомобілі. Частина 2 «Ходова частина і органи керування автомобіля». Методичні вказівки для виконання лабораторних робіт, для здобувачів першого(бакалаврського) рівня освіти з спеціальності 274 "Автомобільний транспорт". 2022. с 88.




28. Шевчук Р.С. Трактори і автомобілі: основи теорії (питання, завдання та відповіді): навч. посібник. Львів: ЛНАУ, 2016. 236 с. Депоновано у Державній науково-технічній бібліотеці України 16.12.2016. №18- 68 РІД/Ук-2016 9 (з оприлюдненням). Укр. [Електронний ресурс; Режим доступу <http://gnth.gov.ua>].

29. Щелкунов В. І. Основи економіки транспорту : підручник / Кулаєв Ю. Ф., Зайончик Л. Г., Загорулько В. М. [та ін.]. Київ: Кондор, 2011. 392 с.

ДОДАТКИ

додаток А

Технологічні карти на розбирання-складання задньої підвіски

№ опер	Зміст операції, яка виконується	Обладнання та інструменти
005	<p style="text-align: center;">Заміна амортизатора</p>  <p style="text-align: center;">Ключем «на 19» відкручуємо гайку нижнього кріплення амортизатора</p>	<p>Обладнання та інструменти Ключ ріжковий на «19», молоток, викрутка,.</p>
005	 <p style="text-align: center;">Під гайкою розміщена фасонна шайба (випуклістю до резинової втулки)</p>  <p style="text-align: center;">Аналогічно відвертаємо гайку і розбираємо верхнє кріплення амортизатора</p>	

	 <p>Великою викруткою або монтажною лопаткою відводимо амортизатор в сторону і знімаємо його.</p>	
005	 <p>Витягуємо з вушок амортизатора резинові втулки Встановлюємо амортизатор в зворотній послідовності, замінивши резинові втулки</p>	

Замін нижньої вісі амортизатора





Знімаємо внутрішню шайбу з вісі амортизатора




010



Ключем на «22» відвертаємо гайку кріплення нижньої вісі амортизатора, залишивши її на різьбі врівень з торцем.

Ключ ріжковий на «22», молоток, латунна наставка.

010	 <p>Через латунну надставку вибиваємо вісь</p>  <p>Остаточно відвернувши гайку виймаємо вісь Встановлюємо нижню вісь амортизатора в зворотній послідовності.</p>	
015	<p>Заміна ресори</p> <p>Встановлюємо домкрат або упор під балку мосту.</p>	

015	 <p>Високою головкою або ключем «на 22» рівномірно відвертаємо чотири гайки стрем'янок ресори.</p>  <p>Знімаємо пружинні шайби і підкладку ресори</p> <p>Знімаємо обидві стрем'янки</p>  <p>Знімаємо верхню накладку ресори</p>	<p>Домкрат, різкові ключі «на 17», «на 22», головка «на 14», монтажна лопатка, пасатижи.</p>
	<p>Трішки опускаємо міст зменшуючи навантаження на ресору.</p>	

015



Пассатижами розшпінтовуємо гайку переднього кріплення ресори.



Ключем «на 22» відвертаємо гайку переднього кріплення



Знімаємо шайбу

015



Ключем « на 22» відкручуємо дві гайки пальців ресори



Знімаємо лицеву щокку серги



Впираючись монтажною лопаткою в раму, знімаємо передній кінець ресори з всі, і знімаємо ресору.

015	 <p>Виймаємо з вух ресори резинові втулки .</p> <p>Встановлюємо ресору в зворотній послідовності, замінивши резинові втулки</p>	
020	<p>Розбирання і збирання ресори</p> <p>Чистимо ресори від бруду</p>  <p>Молотком і зубилом відгинаємо хомути ресори</p>	Лещата, молоток, зубило, ріжкові ключі «на 14» , « на 17», викрутка.
020		



Зажавши ресору в тиски і утримувати центровий болт ключем «на 14» відкручуємо його гайку ключем «на 17»

Виймаємо болт і акуратно виймаємо ресору з тисків і розбираємо її.

Замінюємо зіпсовані листи. Змащуємо листи ресори графітною змазкою.



Збираємо ресору в тисках, центруючи листи викруткою або стержнем підходящого діаметру. Встановлюємо центровий болт і затягуємо його гайку.

020	 <p>Загинаємо молотком хомути ресори</p>	
005	<p>Заміна вісі переднього кріплення ресори</p>  <p>Утримуючи вісь ключем «на 30», відвертаємо її гайку ключем «на 27»</p>  <p>Знімаємо пружинну і плоску шайби</p>	Молоток, латунна надставка, ріжкові ключі «на 27», «на 30»

005



Молотком через латунну надставку
вибиваємо вісь



Виймаємо вісь
Встановлюємо вісь в зворотній
послідовності.

010

Заміна резинового буфера



Ключем «на 14» відвертаємо два
болти кріплення буфера до
лонжерону рами

Ріжковий ключ
«на 14»

010



Знімаємо буфер

Встановлюємо буфер в зворотній
послідовності.