

Міністерство освіти і науки України
Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя

(повне найменування вищого навчального закладу)

Інженерії машин, споруд та технологій

(назва факультету)

Автомобілів

(повна назва кафедри)

КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА

на здобуття освітнього ступеня

магістр

(назва освітнього ступеня)

на тему: Проект ділянки ремонтного цеху для технологічного процесу
відновлення дисків коліс автомобіля з дослідженням працездатності деталей
відновлювального станду

Виконав: студент 6 курсу, групи МАм-61
спеціальності 274

«Автомобільний транспорт»

(шифр і назва спеціальності)

(підпис) Богач Т.П.
(прізвище та ініціали)

Керівник _____
(підпис) Слободян Л. М.
(прізвище та ініціали)

Нормоконтроль _____
(підпис) Левкович М.Г.
(прізвище та ініціали)

Зав. кафедри _____
(підпис) Цьонь О.П.
(прізвище та ініціали)

Рецензент _____
(підпис) (прізвище та ініціали)

м. Тернопіль – 2023

Міністерство освіти і науки України
Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя

Факультет Факультет інженерії машин, споруд та технологій
(повна назва факультету)

Кафедра Кафедра автомобілів
(повна назва кафедри)

ЗАТВЕРДЖУЮ

Завідувач кафедри

Цьонь О.П.

(підпис)

(прізвище та ініціали)

«20» листопада 2023 р.

ЗАВДАННЯ

НА КВАЛІФІКАЦІЙНУ РОБОТУ

на здобуття освітнього ступеня магістр

(назва освітнього ступеня)

за спеціальністю 274 «Автомобільний транспорт»

(шифр і назва спеціальності)

студенту Богачу Тарасу Петровичу

(прізвище, ім'я, по батькові)

1. Тема роботи Проект ділянки ремонтного цеху для технологічного процесу відновлення дисків коліс автомобіля з дослідженням працездатності деталей відновлювального стенду

Керівник роботи Слободян Любомир Михайлович., к.т.н.,

(прізвище, ім'я, по батькові, науковий ступінь, вчене звання)

Затверджені наказом ректора від «20» листопада 2023 року № 4/7-1071

2. Термін подання студентом завершеної роботи 20 грудня 2023

3. Вихідні дані до роботи Характеристика технологічного процесу відновлення дисків коліс автомобіля

4. Зміст роботи (перелік питань, які потрібно розробити)

1 Загально-технічний розділ. 2 Технологічний розділ. 3 Конструкторський розділ.

4 Науково-дослідний розділ. 5 Охорона праці та безпеки в надзвичайних ситуаціях.

5. Перелік графічного матеріалу (з точним зазначенням обов'язкових креслень, слайдів)

Автомобільний диск – 1А1.

Стенд для розбирання та складання коліс – 1А1.

Стенди для ремонту дисків автомобільних коліс – 1А1.

Затискний пристрій для складання обичайок – 1А1.

Оцінка міцності на статичне навантаження вібруючого ричагу стенду – 1А1.

Оцінка функціональності кріпильного болта стенду – 1А1.

Аналіз функціонування важеля випробувальної установки – 1А1.

Ділянка для ремонту дисків коліс автомобіля – 1А1.

6. Консультанти розділів роботи

Розділ	Прізвище, ініціали та посада консультанта	Підпис, дата	
		завдання видав	завдання прийняв
Охорона праці	к.т.н. доц. Ткаченко І.Г.		
Безпека в надзвичайних ситуаціях	ст. викл. Стручок В.С.		

7. Дата видачі завдання 20.11.2023р.

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

№ з/п	Назва етапів роботи	Термін виконання етапів роботи	Примітка
1	Загально-технічний розділ	25.11.2023	
2	Технологічний розділ	31.11.2023	
3	Конструкторський розділ	06.12.2023	
4	Науково-дослідний розділ	08.12.2023	
5	Охорона праці та безпека в надзвичайних ситуаціях	15.12.2023	
6	Оформлення графічної частини	22.12.2023	
7	Захист кваліфікаційної роботи магістра	25.12.2023	

Студент

_____ (підпис)

Богач Т.П.

_____ (прізвище та ініціали)

Керівник роботи

_____ (підпис)

Слободян Л.М.

_____ (прізвище та ініціали)

РЕФЕРАТ

Кваліфікаційної роботи магістра на тему: «Проект дільниці ремонтного цеху для технологічного процесу відновлення дисків коліс автомобіля з дослідженням працездатності деталей відновлювального стенду».

Робота виконана на кафедрі автомобілів ТНТУ ім. І. Пулюя. Керівник кваліфікаційної роботи магістра к.т.н., Слободян Л.М.

Пояснювальна записка складається з п'яти розділів і 62 сторінки формату А4 та 8 аркушів формату А1 графічної частини 1 сторінка додатків.

Ключові слова: механічний ремонт, робочі процедури, якість деталей, ефективність, контроль.

ЗМІСТ

Вступ.....	6
1 ЗАГАЛЬНО-ТЕХНІЧНИЙ РОЗДІЛ.....	7
1.1 Характеристика обода колеса.....	7
1.2 Розподіл типів автомобільних коліс.....	7
1.3 Характеристика диска автомобіля.....	9
1.4 Послідовність виконання моделювання.....	10
2 ТЕХНОЛОГІЧНИЙ РОЗДІЛ.....	13
2.1 Методологічна концепція статичного аналізу автомобільного диска.....	13
2.2 Методологічний підхід до визначення параметрів автомобільного обода колеса.....	16
2.2 ТП діагностики пошкодження та відновлення дисків коліс автомобіля..	20
2.3 Створення дільниці для ремонту дисків автомобільних коліс.....	24
3 КОНСТРУКТОРСЬКИЙ РОЗДІЛ.....	26
3.1 Короткий опис стенду для ремонту дисків.....	26
3.2. Розрахунок моменту скручування.....	27
4 НАУКОВО-ДОСЛІДНИЙ РОЗДІЛ.....	28
4.1 Оцінка міцності на статичне навантаження віброуючого ричагу стенду.....	28
4.2 Симуляція та оцінка функціональності кріпильного болта стенду.....	38
4.3 Аналіз втрати стабільності кріпильного болта стенду для виправлення дисків коліс пасажирських авто в області краю та бази.....	44
4.4 Аналіз функціонування важеля випробувальної установки.....	45
5 ОХОРОНА ПРАЦІ ТА БЕЗПЕКА В НАДЗВИЧАЙНИХ СИТУАЦІЯХ.....	50
5.1 Долікарська допомога при ураженні електричним струмом.....	50
5.2 Класифікація надзвичайних ситуацій.....	54
ЗАГАЛЬНІ ВИСНОВКИ.....	59
БІБЛІОГРАФІЯ.....	60
ДОДАТКИ	

ВСТУП

Сучасний світ автомобілебудування постійно розвивається, і в цьому контексті важливе місце займає технічне обслуговування та ремонт автомобільних компонентів. Особливу увагу заслуговує процес відновлення дисків коліс, який є критично важливим для забезпечення безпечної та ефективної роботи транспортних засобів. Враховуючи це, ми розробили проект дільниці ремонтного цеху, спеціалізованого на технологічному процесі відновлення дисків коліс автомобіля.

Цей проект зосереджений на створенні оптимізованого, ефективного та безпечного середовища для ремонтних робіт, що включає в себе передові технології та обладнання. Основна увага приділяється дослідженню працездатності деталей відновлювального станду, з метою забезпечення високої якості ремонту та довготривалої служби дисків коліс. Проект передбачає детальне вивчення кожного аспекту ремонтного процесу – від діагностики стану дисків до застосування інноваційних методик їх відновлення.

Реалізація цього проекту не тільки підвищить ефективність ремонтних робіт, але й сприятиме підвищенню рівня безпеки на дорогах, запобігаючи можливим несправностям транспортних засобів, пов'язаним з дисками коліс. Окрім того, цей проект відіграє ключову роль у збереженні екологічних стандартів, забезпечуючи більш стале використання ресурсів через відновлення та переробку деталей, замість їх заміни.

В цілому, наш проект дільниці ремонтного цеху є суттєвим кроком вперед у сфері обслуговування та ремонту автомобільних коліс, пропонуючи комплексний підхід до розробки та удосконалення технологічного процесу відновлення дисків.

1 ЗАГАЛЬНО-ТЕХНІЧНИЙ РОЗДІЛ

1.1 Характеристика обода колеса

В його первісному аспекті, обід колеса виконує роль інтерфейсу між покриттям і автомобілем. Основні ролі обода колеса:

Перенесення обертального впливу (дії гальмування та розгону).

Несення ваги (витримування ваги автотранспорту).

Збільшення маси (стабілізація ваги для підвищення комфорту при водінні).

Відведення тепла (зумовлене гальмуванням).

Підвищення вартісного сприйняття.

Амортизація ударів (при наїзді на перешкоди на дорозі).

Законсервована енергія (збережена енергія при русі).

1.2 Розподіл типів автомобільних коліс

Автоколеса класифікують на два головні види: сталеві та з легкого сплаву. Колеса з легкого сплаву зазвичай стандартно встановлюються при виробництві новітніх транспортних засобів.

Колеса зі сталі рис. 1.1. Кожне сталеве колесо формується з двох штампованих деталей - обода та диска, які з'єднані зварюванням. Обід - це секція для кріплення покриття. Його виміри, контур та стан повинні адекватно вміщувати вибрану покриття для авто. Диск колеса служить опорою між центральною частиною автомобіля та ободом. Його параметри, конфігурація та позиціонування в ободі мають відповідати проекту центральної частини колеса та конструкції підвіски транспортного засобу для його монтажу. Обід забезпечує надійну основу для установки покриття. Чотири ключові виміри є важливими.

Це діаметр колеса (точне відповідність між покриттям та ободом є критичною), ширина обода, висота борту (розроблено для надання належної підтримки краю покриття без змін у конструкції бічної сторони) та колодязь

обода (для полегшення процесу установки та вилучення покришок).



Рис. 1.1. Колеса зі сталі.

Оскільки внутрішній діаметр покришки має точно пасувати до обода, пропускання внутрішнього діаметра покришки через збільшений діаметр обода могло б призвести до пошкодження країв покришки. Занурення краю покришки в колодязь обода з протилежної сторони від монтажної головки при монтажі або знятті дозволяє краю покришки достатньо захопити, щоб перейти через борт обода.

Колеса з легких сплавів (рис. 1.2.)

Часто помилково колеса з легких сплавів називають магнієвими або "Маг" колесами. Незважаючи на те, що магній є частиною сплавів, він переважно зустрічається у колесах для гонок, призначених для автодромів. Його ламкість та схильність до займання виключають його використання для коліс, що експлуатуються на звичайних дорогах. Застосовують колеса, виготовлені методом лиття під низьким тиском з алюмінієвих сплавів, які надають додаткові переваги порівняно зі сталевими аналогами.



Рис. 1.2. Колеса з легких сплавів.

Ці колеса можуть бути спроектовані так, щоб забезпечити оптимальний

потік повітря через гальмівну систему, вони легші та естетично привабливіші, ніж їхні сталеві відповідники. Завдяки меншій вазі сплаву порівняно зі сталлю, можливе використання ободів з більшою шириною без збільшення ваги, що не піддається підвісці.

1.3 Характеристика диска автомобіля

Окрім естетичного удосконалення зовнішнього вигляду транспортного засобу, варто зосередитись на значущості ободів авто. Як основні елементи, що підтримують шини, ободи мають вирішальне значення для забезпечення цілісності шини і її захисту від пошкоджень. Їхній асортимент включає різноманітні розміри та стилі. Тому необхідно акцентувати на розбіжностях між різними ободами, їх впливі на продуктивність та основні принципи роботи у складі автомобілів. Ободи сприяють зменшенню тертя та підвищенню важеля під час руху авто. Вони є обов'язковими для всіх типів автомобілів, включно з комерційними та пасажирськими. Ободи впливають на якість роботи автомобіля та рівень комфорту під час їзди. Отже, вибір підходящих ободів має ключове значення для оптимальної продуктивності авто.

Розмір обода може надати авто новітнього вигляду. Зазвичай, транспортні засоби з меншими колесами класифікують як авто з низькопрофільними шинами. Важливо зауважити, що зміна розміру ободів впливає переважно на гальмування, управління, прискорення, розвал-сходження та налаштування спідометра. Розміри колеса також включають його діаметр, ширину та зміщення. На Рис. 1.3. подано схематичне зображення одного обода автомобільного колеса. Колеса можуть вважатися критичними компонентами зв'язку між шиною та автомобілем. Конструкція автомобільного колеса складається з кількох елементів. Детальна номенклатура наведена далі:

Обід – елемент, на який встановлюється шина;

Диск – частина обода, що кріпиться до ступиці;

Зазор – відстань між монтажною поверхнею колеса і центральною лінією;

Фланець: частина обода, що утримує два ложа шин;

Місце для кріплення борту шини: елемент обода, що фіксує шину

радіально;

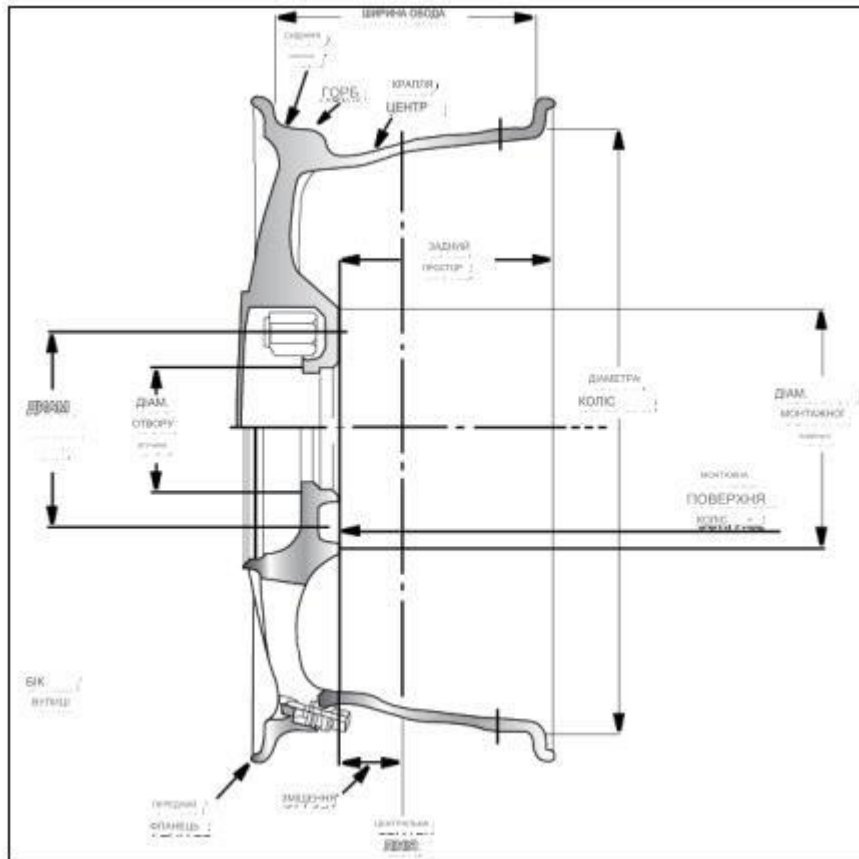


Рис. 1.3. Обід автомобільного колеса.

Виступ - елемент, який запобігає з'їзду шини з обода під час руху;

Отвір під ступицю - частина обода, що дозволяє легко монтувати та демонтувати шину з обода.

1.4 Послідовність виконання моделювання

Зібрати необхідні дані для розробки обода колеса.

Розробка моделі використовуючи програму CATIAV5.

Перенесення розробленої моделі в програму ANSYS для проведення аналізу.

Проходження через статичне дослідження обода колеса для визначення його ефективності.

Проведення модального дослідження обода колеса.

Елемент - це ефективна частина конструкції, яка відображає дизайн, як, наприклад, жолоб на осі. Кожен елемент демонструє способи доповнення

матеріалу (такого як спинка) чи зниження його обсягу. Елементи автоматично коригуються під зміни в проєкті, що дозволяє фіксувати концепцію дизайну. Це також економить час при модифікаціях дизайну. Завдяки можливості елементів розумно взаємодіяти з іншими елементами, внесені зміни пропагуються через проєкт, оновлюючи 3D-модель у всіх відповідних місцях.

У звичайному програмному забезпеченні для моделювання твердих тіл розробник має можливість формувати елементи двома основними методами. Перший - це створення ескізу необхідної форми, а потім її формування методами видавлювання, обертання чи проведення. Такі елементи називаються ескізними.

Інший тип елементів - це елементи "вибір та розміщення". У рамках цього методу здійснюються інженерні операції, такі як створення отвору, фаски, округлення крайок або формування порожнин у моделі.

Компонент САТІА дозволяє проєктувати моделі як тверді об'єкти у динамічному середовищі моделювання твердих 3D-форм. Тверді моделі є геометричними об'єктами, що мають такі масові характеристики, як об'єм, площа поверхні та інерційні показники. Маніпулюючи будь-якою моделлю, вона залишається твердою у 3D-просторі.

САТІА надає динамічне середовище, де ви можете створювати та адаптувати свої моделі через безпосереднє графічне управління. Ви направляєте процес розробки свого проєкту, вибираючи об'єкт (геометрію), а потім обираючи інструмент для активації дії на цьому об'єкті. Така методика "об'єкт-дія" забезпечує більш глибокий контроль над створенням ваших моделей, дозволяючи вам реалізувати свої творчі ідеї. Користувацький інтерфейс підтримує цей процес проєктування.

У цій моделі інтуїтивно зрозумілий користувацький інтерфейс допомагає вам у процесі розробки. Після вибору об'єкта та дії САТІА аналізує поточний контекст моделювання та надає необхідні параметри та додаткові можливості для завершення завдання. Ця інформація відображається в зручному користувацькому інтерфейсі, відомому як панель управління, що покращує вашу взаємодію з моделями, допомагаючи оцінити ваші дії та спрямовуючи вас

у процесі проектування.

Всі елементи, створені в модулі ЕЛЕМЕНТІВ САТІА, компонуються в модулі МОНТАЖУ САТІА. Розроблені деталі компонуються за допомогою встановлених обмежень уміщення, які можна вибрати з переліку в окремому вікні розташування елементів.

Візуалізація геометрії елемента в програмі називається геометричною реконструкцією. Існує три види геометричного моделювання:

Каркасна реконструкція

Моделювання поверхонь

Моделювання твердих тіл

2D Використання двовимірної графіки для зображення площинних об'єктів.

2D це розширює можливості двовимірного зображення, дозволяючи відтворювати тривимірні об'єкти без деталізації бічних стін.

3D це дозволяє створювати повністю тривимірні моделі складніших форм.

Тривимірне каркасне зображення об'єкта іноді не достатнє для відтворення складних форм. Каркасні моделі можна поліпшити кількома способами. На ілюстрації показано об'єкт з двома потенційними вдосконаленнями. Перше використовує пунктир для зображення задніх країв об'єкта, які були б невидимі з переду. Друге вдосконалення повністю приховує невидимі лінії, таким чином створюючи чистіше зображення об'єкта для спостерігача.

У системі САТІА присутня автоматична функція приховування невидимих ліній, тоді як в інших системах користувачам потрібно вказувати, які лінії слід вилучити з поля зору.

Це додаткове вдосконалення каркасної моделі, яке передбачає створення візуалізації поверхні, завдяки чому об'єкт виглядає об'ємним для спостерігача. Проте об'єкт досі зберігається у комп'ютерній пам'яті як каркасна модель.

2 ТЕХНОЛОГІЧНИЙ РОЗДІЛ

2.1 Методологічна концепція статичного аналізу автомобільного диска

Для вивчення ступеня безпеки різноманітних матеріалів, з яких виготовляються ободи авто, дослідження розділяється на два етапи. Спочатку здійснюються важливі обчислення щодо ваги, навантажень і напружень, за якими слідує статичне моделювання за допомогою аналізу скінченних елементів.

Для цієї роботи було вибрано програму SolidWorks. Вона містить різноманітні можливості, включаючи інструменти для перевірки проектів чи реверсивного інжинірингу, і часто застосовується для створення промислових деталей з точністю та деталізацією.

В рамках цього проекту для створення тривимірної моделі обода було використано технічне зображення, яке представлено на рис. 2.1. Відтак, на базі цього зображення була розроблена тривимірна модель обода. Візуалізації моделей із застосуванням чотирьох різних матеріалів представлені на рис. 2.2. Ця модель послужила основою для наступного кроку, який передбачає аналіз скінченних елементів для імітації навантажень і деформацій на визначених поверхнях.

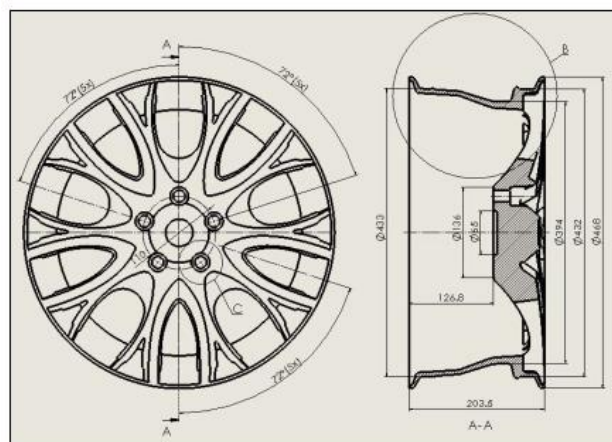


Рис. 2.1. Технічний малюнок пропонованого обода колеса автомобіля.

У даному дослідженні була проведена імітація впливу маси авто і тиску шин на край колеса, виготовленого з чотирьох різноманітних матеріалів: заліза, алюмінію, магнію та вуглепластику. Кондиції, пов'язані з краєм транспортного колеса, його розмірами та вагою, ідентичні для всіх тестованих матеріалів. Для наукових цілей застосовувався статичний аналіз елементів скінченних вимірів, що було здійснено за допомогою програми SolidWorks.



а



б



в



г

Рис. 2.2. Тривимірна візуалізація краю колеса транспортного засобу: а) залізо, б) вуглепластик, в) магнієвий сплав, г) алюмінієвий сплав.

В контексті використання техніки елементів скінченних вимірів у дизайні автомобільних коліс, було представлено різноманітні дослідження. Для

динамічного аналізу краю авто колеса в програмному середовищі ANSYS.

Розглядалися такі динамічні параметри як стрес, тангенціальні напруження і деформація, а магнієвий сплав, алюмінієвий сплав і залізо S-7 використовувались як існуючі матеріали краю колеса.

Виконали статичний структурний аналіз смодельованого краю колеса за допомогою SolidWorks та ANSYS. Аналіз включав тиск в шині, обертову швидкість та умови моменту, і було визначено найбільш підходящий матеріал з шести варіантів на основі еквівалентних напружень, деформацій та загальної деформації краю.

Для створення моделі стандартного автомобільного краю колеса і програму ABAQUS для аналізу статичного навантаження за допомогою техніки елементів скінченних вимірів, враховуючи чотири різні матеріали краю колеса. Зафіксували зсуви та максимальний основний стрес.

Аналіз елементів скінченних вимірів до алюмінієвого краю пасажирського авто. Спочатку визначили стресовий стан під впливом згинальної сили, а потім провели виробничу витривалість краю відповідно до реальних тестів для двох рівнів навантаження. Вища довговічність була зафіксована при динамічних тестах у двох експериментах. З точки зору міцності та довговічності, алюмінієвий край виявився гідним варіантом.

Зосередились на використанні FEA моделей для передбачення довговічності автокомпонентів. В цьому дослідженні основна увага приділялася статичному аналізу за допомогою техніки елементів скінченних вимірів.

Використовували програмне забезпечення Fusion360 і ANSYS для розробки та симуляції радіальних динамічних тестів країв коліс. Вони виявили вплив змін у товщині, геометрії та матеріалі на зсув коефіцієнта безпеки, а також на зниження маси та вартості.

Після створення проекту краю колеса для транспортного засобу в SolidWorks, виконано відтворення процесу. Під час відтворення процесу було зосереджено увагу на визначенні ваги, що впливає на край колеса автомобілів та причепів, використовуючи метод FEA. Оцінюючи елементи монтажу колеса, можливо ідентифікувати важливі ваги. Також можна визначити місця, де відбуваються зміни в матеріалі краю. Ціль відтворення полягає у

підтвердженні, що спроектований край відповідає заданим умовам використання з огляду на вагу та напругу перед початком його реального виготовлення. Це дозволяє уникнути додаткових змін та проблем у виробничому процесі, скорочує час від задуму до фінального продукту, та зменшує вартість усього виробничого циклу.

2.2 Методологічний підхід до визначення параметрів автомобільного обода колеса

В рамках цього аналізу було враховано такі початкові параметри:

вага авто $m = 2850$ кг, і

операційний напруження $\sigma_T = 2,4 \cdot 10^2$ Н/мм².

З метою здійснення статичного аналізу було розроблено методологію дослідження.

Передбачається, що транспортний засіб знаходиться в нерухомому стані, а саме припускається тиск від ваги автомобіля та навантаження шини на край колеса автомобіля у стані спокою.

Вага автомобіля визначається так:

$$Q = m \cdot g \quad (2.1)$$

За умови, що маса транспортного засобу однаково розподіляється між усіма чотирма колесами, маса, що припадає на кожне окреме колесо, становить вертикальну відповідь підстави та визначається за допомогою наступного рівняння:

$$F_z = Q/4 \quad (2.2)$$

Радіальне навантаження на кожне колесо виникає через масу автомобіля. В статичному стані для радіального навантаження вважається, що вага рівномірно розподілена між усіма колесами.

Тиск у шині, який постійно діє на обід, становить $p_g = 2.4$ бар.

Бічна сила на ободі на основі прийнятого розміру колеса 195/45 R 17 може бути розрахована за допомогою наступної формули:

$$r_1 = \frac{432}{2} = 216 \text{ mm} = 0.216 \text{ m}; \quad (2.3)$$

$$r_2 = r_1 + 45 = 261 \text{ mm} = 0.261 \text{ m} \quad (2.4)$$

$$F_s = \frac{p_g \cdot \pi \cdot (r_2^2 - r_1^2)}{2} \quad (2.5)$$

В цьому контексті, r_1 відповідає за величину радіуса обода колеса 17 дюймів у міліметрах, а r_2 визначається як загальна довжина радіуса r_1 плюс висота профілю шини. Становище автомобіля перебуває в оптимальних умовах навколишнього середовища. Параметри обода становлять 195/45 R 17.

Всі отвори для болтів нерухомі, а отже, зміщення та вращення в осі x , y та z відсутні.

У рамках представленої методології, розрахункові значення обода автомобіля за допомогою рівнянь 2.1 – 2.5 представлені в Таблиці 2.1.

Таблиці 2.1. значення обода автомобіля

Вага автомобіля - Q (Н)	27,958.50
Вертикальна реакція землі - F_z (Н)	6,989.63
Тиск у шині, який постійно діє на обід - p_g (Н/м ²)	240,000.00
Бічна сила на ободі - F_s (Н)	8,088.00

Модель сітки краю колеса транспортного засобу була сформована за допомогою SolidWorks і відображена на рис. 2.3.

На рис. 2.4. зображено процес встановлення нерухомої підтримки у місці для вкручування краю в автомобіль, в той час як рис. 2.5. демонструє метод внесення навантаження F_z у візуалізовану 3D-модель краю.

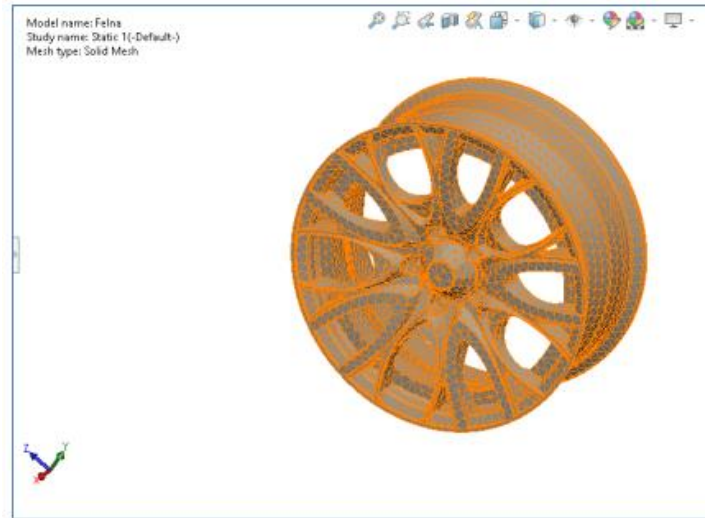


Рис. 2.3. Виготовлення сітки конструкції краю колеса авто.

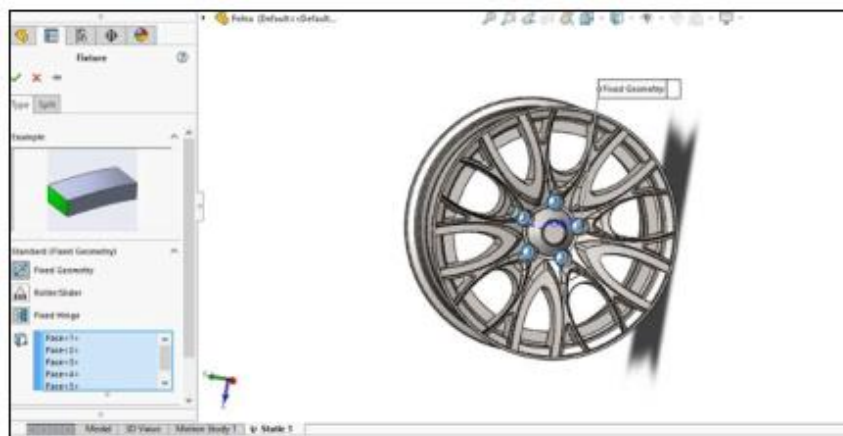


Рис. 2.4. Встановлення нерухомої підтримки в отворі для болта.

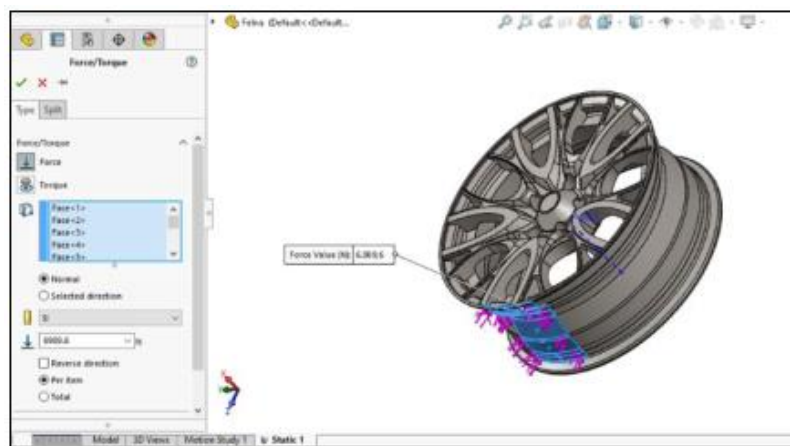


Рис. 2.5. Накладення навантаження F_z на 3D-модель.

Рис. 2.6...2.8 відображають інтерфейс SolidWorks, де було здійснено дослідження скінченних елементів краю колеса авто згідно з наданими навантаженнями. У цих ілюстраціях аналізувався тільки матеріал краю колеса

зі сталі. Виявлена межа плинності для цього варіанту матеріалу складає 235 МПа.

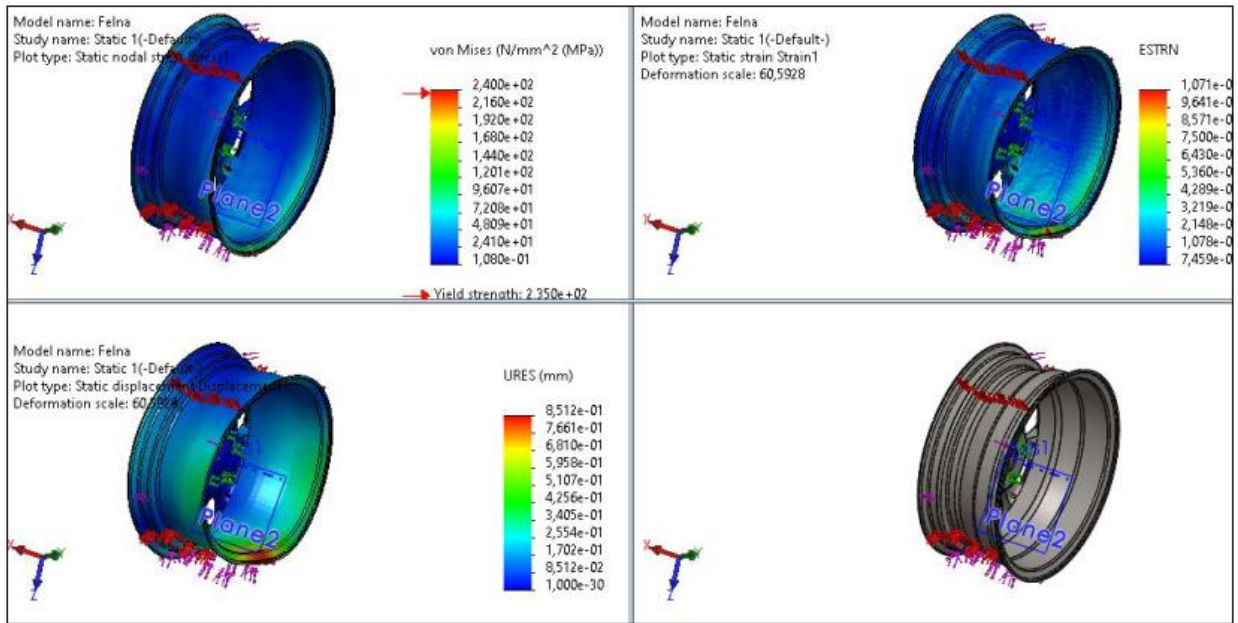


Рис. 2.6. Дослідження елементів скінченних вимірів (аналіз у статичному режимі) краю колеса транспортного засобу

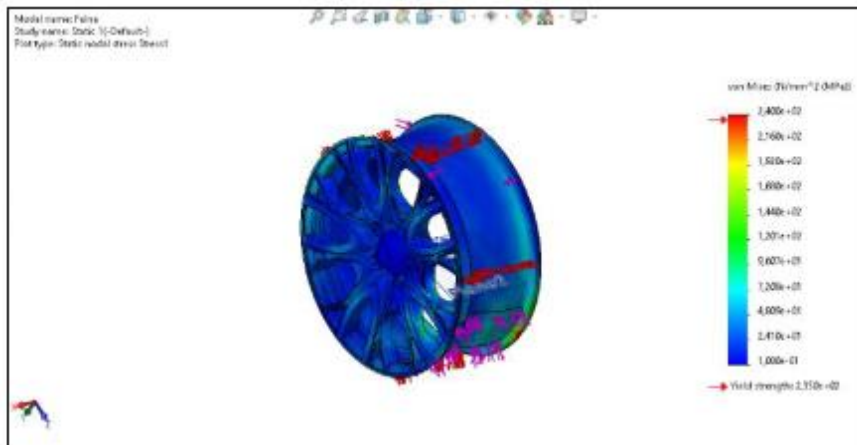


Рис. 2.7. Вивчення та оцінка рівня стресу в краї колеса.

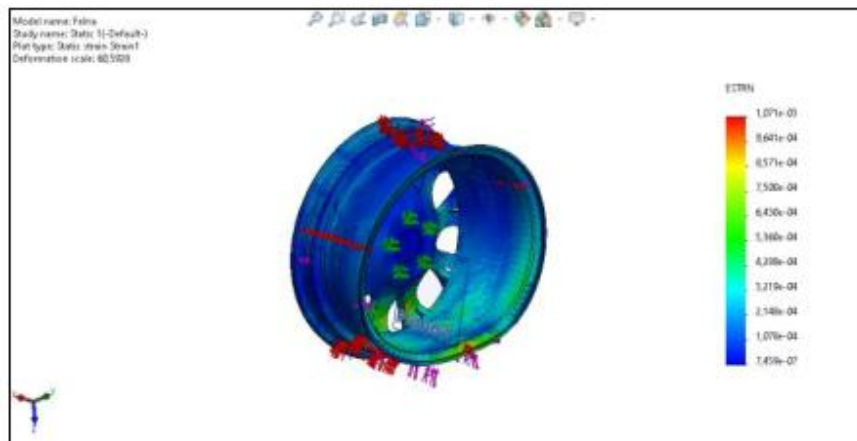


Рис. 2.8. Відтворення змін форми краю колеса внаслідок певного навантаження.

2.2 ТП діагностики пошкодження та відновлення дисків коліс автомобіля

Цей апарат призначений для корекції несправних ободів або магнієвих дисків. Він випрямляє ободи, роблячи їхню поверхню рівною завдяки використанню токарного агрегату. Токарна частина пристрою використовується для видалення іржавих участків на поверхні полого обода.

В'їзд у вибоїну може призвести до пробиття шини або доформування або розтріскування колеса. Це також може завдати шкоди боковій поверхні або внутрішнім ременям шини. Даже незначний удар може порушити налаштування вашого авто. Можливі проблеми можуть вийти за межі ансамблю колеса і шини. Зіткнення з ямою може спричинити злам амортизаторів або опорних стійок, вдавнення або тріщини в кузові або ушкодження інших частин підвіски чи двигуна.



Рис. 2.9. Пошкодження диска.

Залежно від обставин, ободи часто підлягають ремонту. Якщо ви виявите, що ваші колеса ушкоджені, їх доведеться або полагодити, або замінити. Ваш

автомеханік здебільшого може виправити зігнутий або поламаний обід. Якщо обід вигнутий, його випрямлення не має становити проблем. Однак, якщо він тріснутий або пошкоджені отвори для болтів, можливо, його не вдасться відремонтувати.

Процедура ремонту обода, подертого об бордюру, може відрізнятись, але зазвичай передбачає очищення від бруду, фарби та захисного покриття. Пошкоджену зону слід зачистити, за необхідності заповнити заповнювачем та згладити або полірувати до рівної поверхні для усунення подряпин.

Це неформальний вислів, який вживається в автомобільній сфері, щоб описати ситуацію, коли колесо або колпачок авто пошкоджений внаслідок тертя об бордюру, явище, яке часто називають "шрамами від бордюру".

Ураження легкосплавних дисків зустрічається у більшості таких дисків протягом їх експлуатації, а замінити їх може бути витратно, що може перевищити ваші фінансові можливості. Обладнання для реставрації ободів допоможе відновити ваших коліс до первісного стану виробництва, уникаючи необхідності їх заміни. Завдяки цьому обладнанню, ви здатні швидко відремонтувати та відновити майже всі типи легкосплавних і стандартних ободів.

Причини пошкодження колеса можуть бути різними.

Бордюрне та естетичне пошкодження – такий вид ушкоджень обода виникає при зіткненні колеса з тротуаром або внаслідок "подряпин від бордюру", інші причини включають їзду на здутих шинах або через дорожній сміття. Такі ушкодження, як правило, з'являються на обіймі, спицях або передній частині колеса.

Вигин колеса – пошкодження вигнутого колеса часто трапляється на внутрішній обіймі диска, але іноді може з'явитися і на зовнішній обіймі, спиці або передній частині. Пошкодження вигнутого колеса обода автомобіля зазвичай спричинені ямами на дорозі, бордюрами або іншими перешкодами на дорозі.

Корозія та відшарування – ураження корозією магнієвих коліс авто зазвичай спричинені дорожніми хімікатами, солями, пилом від гальм та

герметиками шин, проте існує безліч інших зовнішніх чинників, що можуть викликати корозію коліс.

Догляд за вашими колесами є ключовим для збереження загального стану вашого автомобіля. Ушкоджені ободи можуть призвести до дорогих ремонтних робіт у майбутньому та становити ризик для безпеки.

Сигнали тривоги

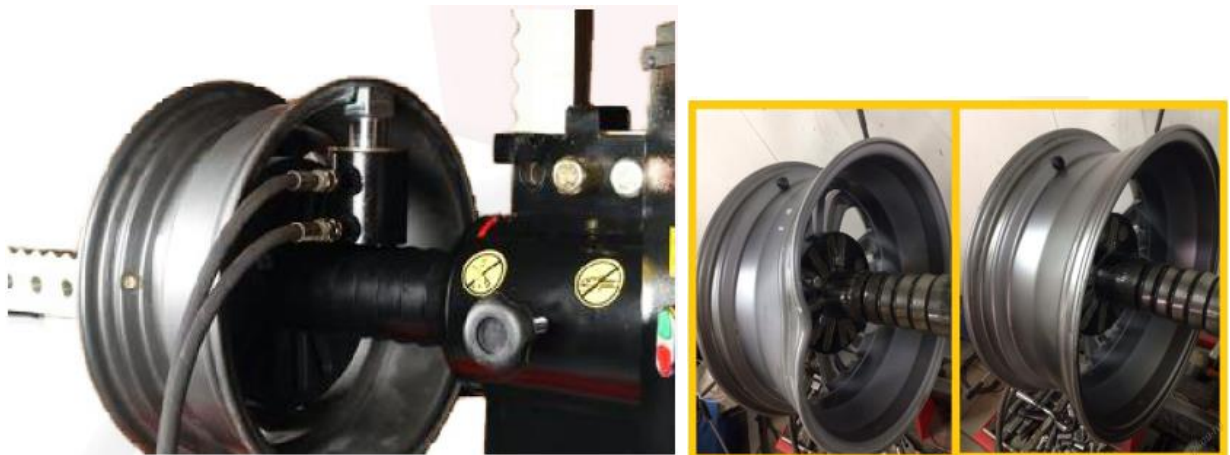
Виявлення проблем із ободами зазвичай не складає труднощів. В залежності від виду ушкодження, під час руху можливо чути глухі звуки або відчувати неперервну вібрацію через кермо. Якщо ви не спостерігаєте цих ознак, але помічаєте проблеми із керуванням автомобілем чи зміни в споживанні пального, перевірте колеса. Зверніть увагу на нестандартний знос шин та перевірте кожне колесо на предмет тріщин, пошкоджень, вм'ятин або викривлень. Пошкоджені колеса можуть призвести до нерівномірного зносу шин, ускладнити керування автомобілем та знизити споживання пального. У кращому випадку вам доведеться швидше замінити шини, а в гіршому – існує ризик небезпечного вибуху шини. Уникніть цих небезпек, будучи уважними до обслуговування ободів. Якщо ви виявили, що ваші колеса пошкоджені, їх доведеться відремонтувати або замінити.

Виправлення зігнутого колеса можливе. Для ремонту зігнуте колесо може бути нагріте, щоб зробити метал більш гнучким. Гідравлічний прес застосовується для випрямлення центру та вирівнювання будь-яких згинів на обіймі обода. У разі втрати значної частини матеріалу після аварії, можливе приварювання додаткового матеріалу до обода. Металообробники використовують токарний верстат для додаткового випрямлення обода та видалення надлишкового матеріалу. В кінці процесу обід полірується та покривається фарбою або прозорим покриттям.

Ремонт алюмінієвого обода є однією з найшвидших процедур відновлення. Алюміній через свою пластичність легко нагрівається та переформовується за кілька годин, не втрачаючи при цьому своїх міцнісних властивостей. Із алюмінієвими легкосплавними колесами може траплятися багато проблем: від корозії місць кріплення борту, тріщин на зовнішньому борту, зім'ятого барабана, тріснутої фланці, подряпаного або зламаного обода.

Ці неполадки можуть знизити ефективність споживання палива, збільшити знос шин і підвищити ризик розриву шини. Відремонтувати пошкоджений алюмінієвий легкосплавний обід у досвідченому майстерні значно дешевше, ніж купувати нове колесо. Якісний ремонт, як правило, можна зробити за кілька годин. Не вважайте, що ваші пошкоджені ободи не підлягають ремонту. Існують методи виправлення майже будь-якого типу ушкоджень легкосплавного обода.

Розмістіть колесо на осі фланця та закріпіть за допомогою гайок. На деякі типи коліс необхідні особливі гайки. Обід монтується через адаптери осі фланця та гайки колеса. Оберіть підходящий гайковий ключ для отворів у ключі.



Зафіксуйте обід, використовуючи належне обладнання,

Розкрутіть гайки, які утримують фланці.

Встановіть металевий індикатор. Обертайте обід вручну, виявіть ушкоджені зони та відзначте їх за допомогою металевого індикатора. Запустіть двигун гідравлічного насоса та підберіть відповідний наконечник пресу для частини, яку потрібно вирівняти. Вставте обраний вал/наконечник у циліндр. Пошкоджену область нагрівають за допомогою газової горілки. Після того, як ушкоджена ділянка нагріта, можна застосувати тиск для випрямлення обода.

Після нанесення достатнього тиску перевірте ремонт, використовуючи металевий індикатор. Продовжуйте цей процес до повного відновлення обода.

2.3 Створення дільниці для ремонту дисків автомобільних коліс

Створення дільниці для ремонту дисків автомобільних коліс може бути цікавим та прибутковим підприємницьким проектом. Нижче представлений загальний план для такого проекту:

Аналіз ринку і конкурентів:

Вивчення попиту на ремонт дисків автомобільних коліс у вашому регіоні.

Визначення конкурентів у даній галузі та їх послуг.

Бізнес-план та фінансові розрахунки:

Розробка бізнес-плану, включаючи витрати на обладнання, оренду/придбання приміщення, зарплату працівникам та інші витрати.

Розрахунок потенційного прибутку та покриття витрат.

Легальні аспекти та реєстрація:

Реєстрація вашого бізнесу та отримання всіх необхідних ліцензій і дозволів.

Вивчення податкових обов'язків та страхових вимог.

Пошук та облаштування приміщення:

Пошук відповідного приміщення, яке відповідає вимогам для ремонту дисків.

Облаштування дільниці з необхідним обладнанням та інструментами.

Найм персоналу:

Пошук та найм кваліфікованого персоналу, який має досвід у ремонті дисків.

Забезпечення матеріалами:

Постачання необхідних матеріалів та запчастин для ремонту.

Реклама та маркетинг:

Розробка стратегії маркетингу та реклами для привертання клієнтів.

Створення веб-сайту та використання соціальних медіа для просування вашого бізнесу.

Проведення робіт:

Початок роботи з клієнтами та виконання ремонтних робіт.

Контроль якості та обслуговування клієнтів:

Забезпечення якості виконаних робіт та задоволення клієнтів.

Впровадження програми лояльності та збільшення клієнтської бази.

Моніторинг та розвиток:

Постійний моніторинг фінансових результатів та розвитку бізнесу.

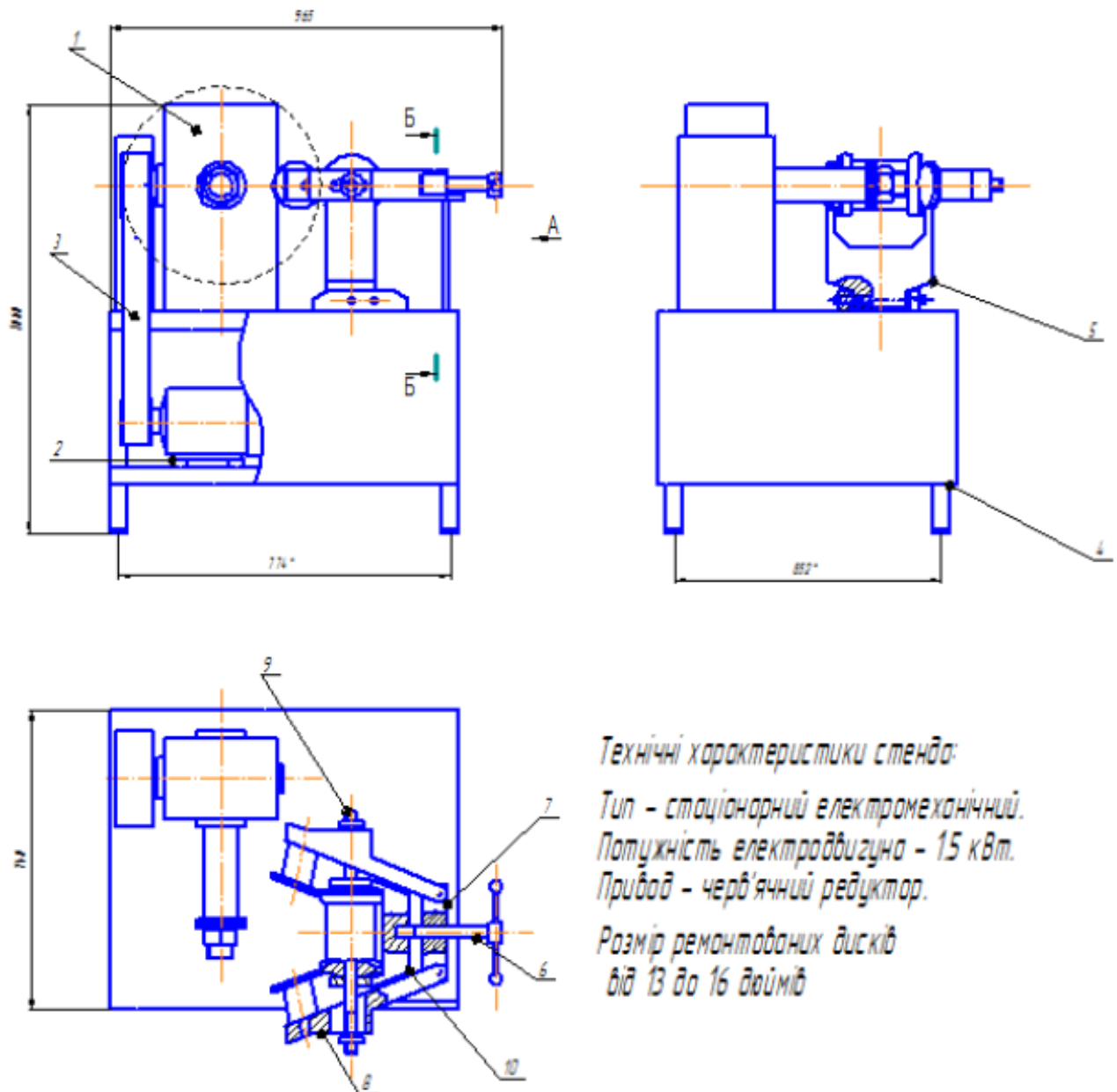
Розгляд можливостей для розширення послуг або відкриття нових ділянок у майбутньому.

Важливо також дотримуватися всіх правил безпеки та екологічних стандартів у процесі ремонту дисків. Плануйте свій бізнес ретельно та робіть дослідження, щоб забезпечити його успішний запуск та розвиток.

3 КОНСТРУКТОРСЬКИЙ РОЗДІЛ

3.1 Короткий опис стану для ремонту дисків

Установка (див. мал. 3.1) розроблена для коригування викривлених штампових дисків коліс уздовж реборди та їх бази.



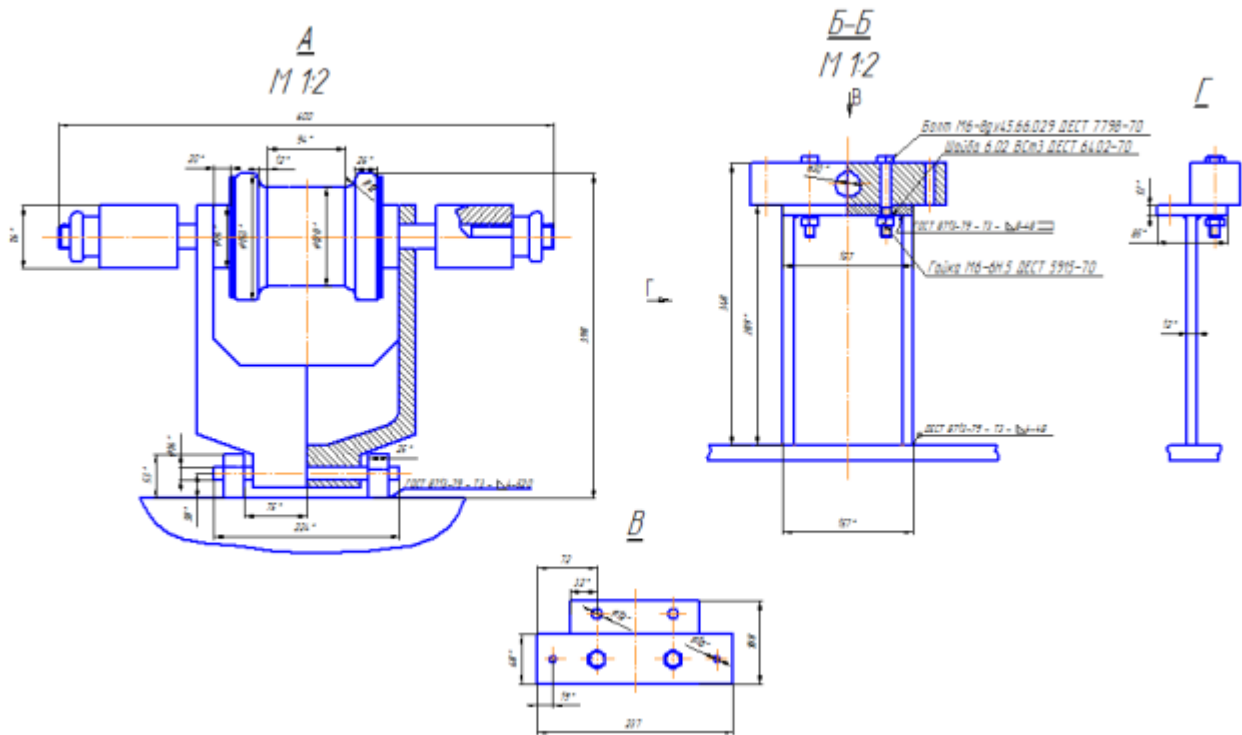


Рис. 3.1. Комплексний вигляд установки для виправлення ободів коліс транспортних засобів:

1 – передавальний механізм; 2 – мотор; 3 – ремінь; 4 – основа; 5 – коливний ручний важіль; 6 – болт; 7 – перекладина; 8 – рукоятка; 9 – болт; 10 – важіль.

Установка нерухома, оснащена електромеханічними та ручними гвинтовими механізмами приводу. Техніка вирівнювання профілю обода базується на використанні роликів. Установка розроблена для виправлення викривлених штампових дисків коліс пасажирських авто з ободами шириною між 4 та 6 дюймами. Робоча напруга – 380 В, потужність – 1,5 кВт.

3.2. Розрахунок моменту скручування

Момент скручування на виході вала передавального механізму:

$$M_{в.в.} = 716,2 \frac{N_{в.в.}}{n} \quad (3.1)$$

$N_{в.в.} - 1.1 \text{ кВт}; n - 10 \text{ об / хв.}$

$$M_{\text{в.в.}} = 716,2 \frac{1,1 \cdot 1,36}{10} = 107 \text{ Нм}$$

На базовій моделі установки застосовується мотор 4AM90L6Y3 з номінальною потужністю 1,5 кВт та стандартною швидкістю обертання 935 обертів за хвилину.

Обчислення клинової ремінної трансмісії.

Розмір ведучого пасового колеса:

$$d_1 = (35 - 70) * d, \quad (3.2)$$

$$d_1 = 40 * 2.8 = 112 \text{ мм.}$$

Округлюємо отриманий результат до найближчого стандартного розміру – 112 мм.

Розмір ведомого пасового колеса:

$$d_2 = u * d_1 * (1 - e), \quad (3.3)$$

$$e = 0.01 - 0.02.$$

$$u = \frac{n_{\text{НОМ}}}{n_{\text{РЕД}}},$$

$$n_{\text{РЕД}} - 630 \text{ об / хв.}$$

$$u = \frac{935}{630} = 1.48.$$

$$d_2 = 1.48 * 112 * (1 - 0.01) = 164 \text{ мм.}$$

Значення, яке ми отримали, адаптуємо до ближчого стандартного $d_2 = 160 \text{ мм}$;

Фактичне передаточне відношення $u_{\text{ф}}$; здійснимо перевірку його відхилення Δu від планового u :

$$u_{\phi} = \frac{d_2}{d_1 * (1 - \varepsilon)}; \quad \Delta u = \frac{|u_{\phi} - u|}{u} * 100\% \leq 3\%, \quad (3.4)$$

$$u_{\phi} = \frac{160}{112 * (1 - 0.01)} = 1.44; \quad \Delta u = \frac{|1.44 - 1.48|}{1.48} * 100\% = 2.7\%$$

Відхилення залишається в межах припустимих норм.

$$a \geq 1,5 * (d_1 + d_2), \quad (3.5)$$

$$a \geq 1,5 * (112 + 160) = 408 \text{ мм.}$$

Розраховуємо відстань між осями a , мм: Обчислюємо довжину ременя l , мм:

$$l = 2 * a + \frac{\pi}{2} * (d_2 + d_1) + \frac{(d_2 - d_1)^2}{4 * a}; \quad (3.6)$$

$$l = 2 * 600 + \frac{3.14}{2} * (160 + 112) + \frac{(160 - 112)^2}{4 * 600} = 1628 \text{ мм.}$$

Отримане число встановлюємо відповідно до стандарту з числового ряду $l = 1600 \text{ мм.}$

Здійснимо коригування величини відстані між осями a , виходячи зі стандартної довжини l :

$$a = \frac{1}{8} \left\{ 2 * l - \pi * (d_2 + d_1) + \sqrt{[2 * l - \pi * (d_2 + d_1)]^2 - 8 * (d_2 - d_1)^2} \right\}, \quad (3.7)$$

$$a = \frac{1}{8} \left\{ 2 * 1600 - 3.14 * (160 + 112) + \sqrt{[2 * 1600 - 3.14 * (160 + 112)]^2 - 8 * (160 - 112)^2} \right\} = 585 \text{ мм}$$

Кут охоплення ременем ведучого пасового колеса:

$$\alpha_1 = 180 - 57 * \frac{d_2 - d_1}{a}, \quad (3.8)$$

$$\alpha_1 = 180 - 57 * \frac{160 - 112}{585} = 175 \text{ град.}$$

Темп руху ременя:

$$v = \frac{\pi * d_1 * n_1}{60 * 10^3} \leq [v], \quad (3.9)$$

$[v] - 35 \text{ м/с.}$

$$v = \frac{3,14 * 112 * 935}{60 * 10^3} = 5,4 \text{ м/с.}$$

Інтенсивність обертань ременя:

$$U = \frac{1.6}{5.4} = 0.19 \text{ с}^{-1} \quad (3.10)$$

$U = 15 \text{ с}^{-1}.$

Обертova потужність, передавана через ремінь:

$$F_t = \frac{P_{НОМ} * 10^3}{v}, \quad (3.11)$$

$$F_t = \frac{1.5 * 10^3}{5.4} = 94,6 \text{ Н.}$$

Припустима удільна обертova потужність:

$$[k_{II}] = [k_O] * Cq * Ca * Cu * Cr * Cd * CF, \quad (3.12)$$

$$[k_O] = 0.9H / \text{мм}^2. Cq = 0. Ca = 0.97. Cu = 1.03. Cr = 0.9. Cd = 0.95. CF = 0.8.$$

$$[k_{II}] = 0.9 * 0.8 * 0.97 * 1.03 * 0.9 * 0.95 * 0.85 = 0.52$$

Розмір ременя у поперечному перерізі:

$$b = \frac{F_t}{\delta * [k_{II}]}, \quad (3.13)$$

$$b = \frac{94,6}{2,8 * 0,52} = 65 \text{мм.}$$

Розмір ширини ременя адаптуємо до нормативного показника
 $b = 63 \text{ мм}, B = 71 \text{ мм}.$

Область перетину ременя у поперечному напрямку:

$$A = d * b, \quad (3.14)$$

$$A = 2,8 * 63 = 176,4 \text{мм}^2.$$

Навантаження первинного затягування ременя:

$$F_0 = A * s_0 \quad (3.15)$$

$$s_0 = 2H / \text{мм}^2.$$

$$F_0 = 176,4 * 2 = 352,8H.$$

Напруги на тягнучій F1 та тягнутій F2 частинах ременя:

$$F_1 = F_0 + \frac{F_t}{2}; \quad F_2 = F_0 - \frac{F_t}{2}, \quad (3.16)$$

$$F_1 = 352.8 + \frac{94.6}{2} = 400.1 \text{ Н}; \quad F_2 = 352.8 - \frac{94.6}{2} = 305.5 \text{ Н}.$$

Тиск ремня на вал:

$$F_{OP} = 2 * F_0 * \sin\left(\frac{\alpha_1}{2}\right), \quad (3.17)$$

$$F_{OP} = 2 * 352.8 * \sin\left(\frac{175}{2}\right) = 704.9 \text{ Н}.$$

Довговічність ремня з урахуванням пікового напруження у перетині ведучої частини:

$$s_{MAX} = s_1 + s_H + s_u \xi [s] r, \quad (3.18)$$

$$\sigma_1 = \frac{F_0}{A} + \frac{F_t}{2 * A}$$

$$\sigma_1 = \frac{352.8}{176.4} + \frac{94.6}{2 * 176.4} = 2.3 \text{ Н/мм}^2,$$

$$\sigma_H = E_H \frac{\delta}{d_1}$$

$$E_H = 80 - 100 \text{ мм}^2$$

$$\sigma_H = 90 \cdot \frac{2.8}{112} = 2.25 \text{ Н/мм}^2,$$

$$s_u = r * u^2 * 10^{-6}, \quad (3.29)$$

$$r = 1000 - 12000 \text{ кг} / \text{м}^3.$$

$$s_u = 1100 * 5.4^2 * 10^{-6} = 0.32 \text{ Н} / \text{мм}^2,$$

$$[s]r = 8 \text{ Н} / \text{мм}^2.$$

$$s_{MAX} = 2.3 + 2.25 + 0.32 = 4.87 \text{ Н / мм}^2.$$

Отже, розтягувальне напруження відповідає критеріям обраного ременя та системи передачі. Крутний момент:

$$T_{BX} = \frac{N_{РЕД}}{2\pi n_{РЕД}}; \quad T_{ВЫХ} = \frac{T_{BX} * u}{\eta}, \quad (3.20)$$

$$T_{BX} = \frac{1.1}{2 \cdot 3.14 \cdot 630} = 278 \text{ Нм} \quad T_{ВЫХ} = \frac{278 * 1.48}{0.81} = 507.9 \text{ Нм}$$

4 НАУКОВО-ДОСЛІДНИЙ РОЗДІЛ

4.1 Оцінка міцності на статичне навантаження віброуючого ричагу стенду

Розглянемо використання інформаційних систем через призму процесу створення в цифровому форматі та подальшого аналізу міцності під статичним навантаженням віброуючого ричага 3 (див. рисунок 4.1) з, призначеного для коригування зігнутих штампованих дисків коліс легкових машин.

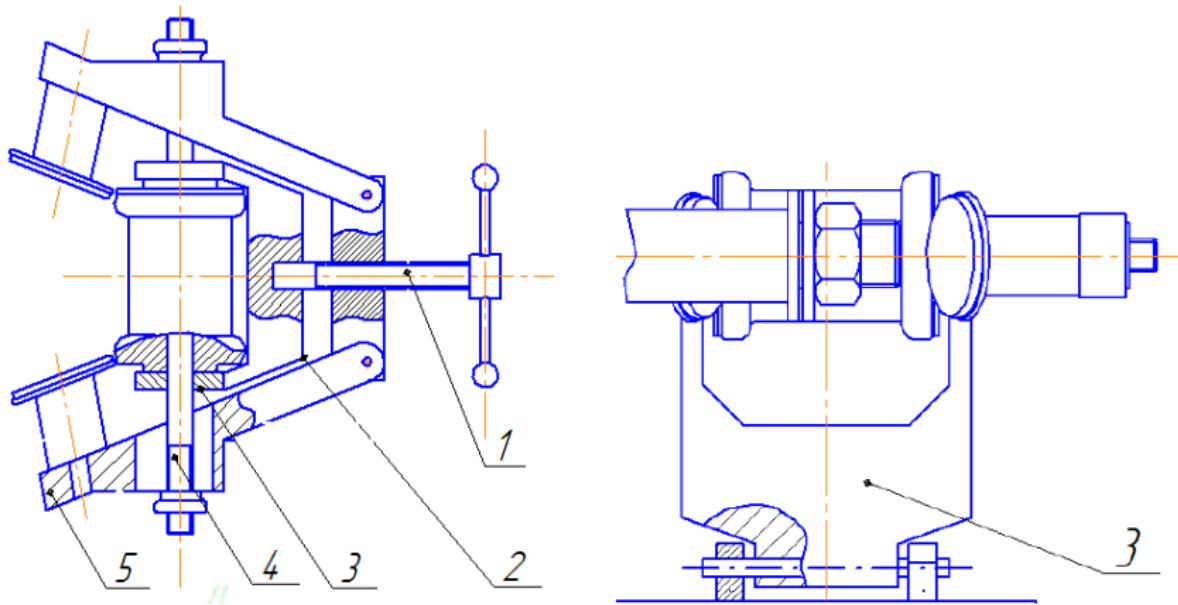


Рис. 4.1.

Рис. 3.2. Функціональний елемент стенду для виправлення спотворених пресованих дисків коліс пасажирських авто:

1 – болт; 2 – важіль; 3 – коливальний ричаг; 4 – штифт; 5 – рукоятка.

Головними факторами зниження ефективності роботи шин стають механічні удари при їзді на високих швидкостях по дорожньому покриттю поганої якості. Коливання колеса викликає його дисбаланс по відношенню до осі, знижуючи тягу шин на опорній поверхні, скорочуючи термін їх служби, а також життєвий цикл амортизаційних пристроїв та компонентів кермового механізму.

Розроблений апарат призначений для коригування спотворених пресованих дисків коліс пасажирських авто у зоні краю та його основи. Апарат

є нерухомим з механічним ручним механізмом приводу. Техніка виправлення профілю обода здійснюється шляхом кочення за допомогою валиків: диск фіксується на осі за допомогою тарілки, яка обертається; при цьому опорні та натискні валики здійснюють вплив на ушкоджені зони із силою, достатньою для корекції форми диска. Це призводить до повного усунення його деформацій.

Основним елементом колеса виступає обід, міцність та розмірні характеристики якого значно впливають на безпечність та стабільність транспортного засобу під час їзди.

Під впливом ударів виникають точкові спотворення обода, уключаючи радіальне зміщення його частин. Аби забезпечити можливість його дальшого вжитку, потрібно відновити розмірні характеристики диска.

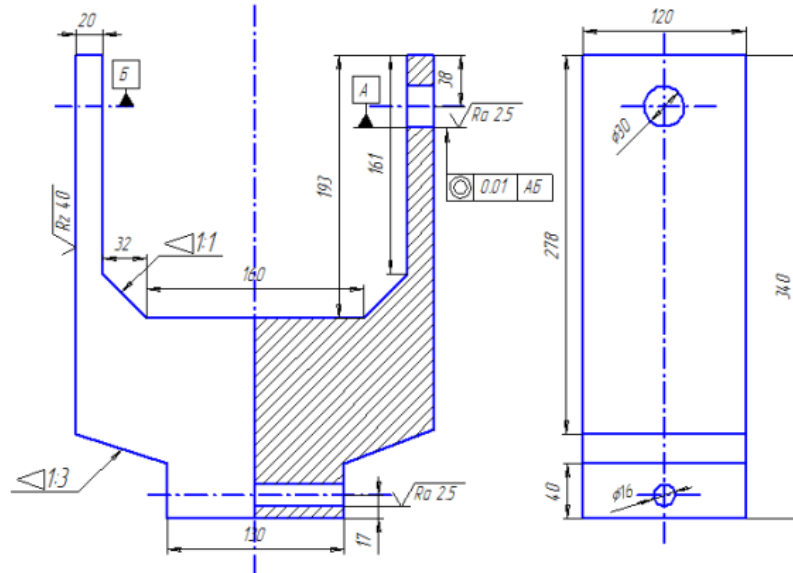
Незважаючи на те, що корекція форми обода колеса є безпроблемною і не потребує великих фінансових вкладень, для цієї процедури необхідно особливе обладнання – апарати для виправлення.

Аналізований апарат розроблений для коригування спотворених пресованих дисків коліс пасажирських авто у зоні краю та бази. Апарат фіксований, оснащений механічним ручним механізмом. Техніка виправлення форми обода полягає у валцюванні роликками: диск фіксується на осі за допомогою тарілки, що обертається; при цьому натискні та опорні ролики здійснюють тиск на ушкоджені секції з силою, достатньою для відновлення його форми. В результаті цього деформація диска повністю ліквідується.

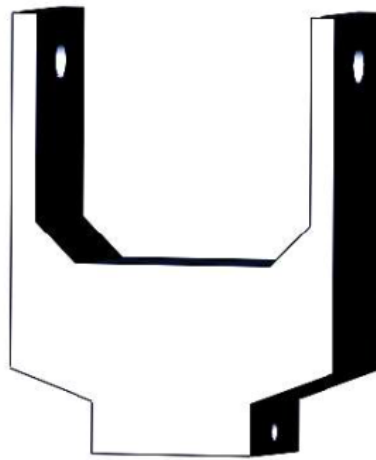
Метою даного аналізу було встановлення функціональності коливного ричага за умови припустимого показника маржі міцності $[n]$ рівного 1,5.

В рамках цього аналізу в системі проектування SolidWorks була розроблена тривимірна модель коливного ричага (див. рисунок 4.2). Ця модель пізніше була застосована для виконання обчислень в допоміжному програмному забезпеченні SolidWorks – системі комп'ютерного інжинірингу SolidWorks Simulation.

Другий етап полягав у виборі з каталогу SolidWorks матеріалу для виготовлення ричага – сталь 45 (модуль еластичності $E = 2,04 \cdot 10^5$ МПа, коефіцієнт Пуассона $\mu = 0,3$, межа міцності при розтяженні $\sigma = 980$ МПа).



а



б

Рис. 4.2. Коливальний ричаг (а) та його тривимірна модель (б).

Встановлення точок опори ричага симулювали спотворення зовнішніх країв та застосування ваги 3860 кг еквівалентно 39000 Н, див. рисунок 4.3).

Після цього виконано розбиття моделі на складові, з'єднані в точках збігу: програма для аналізу методом скінченних елементів обробила модель як мережу (див. рисунок 4.4).

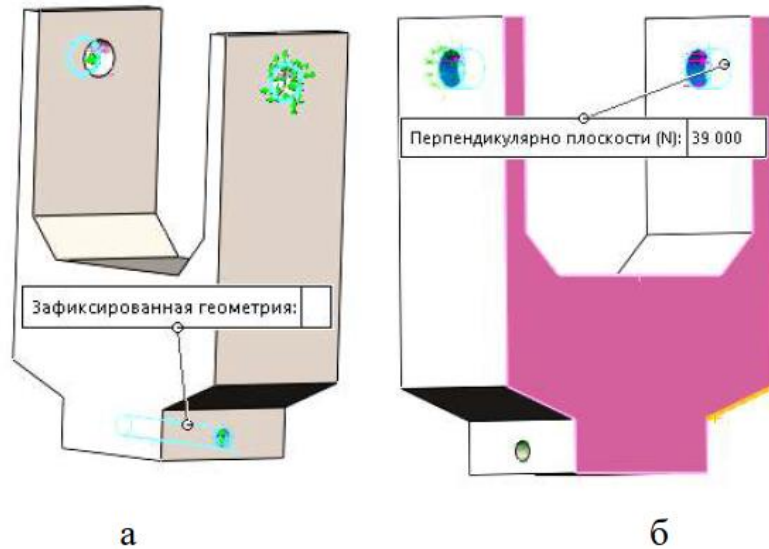


Рис. 4.3. Визначення точок підтримки коливного ричага (а) та застосування до нього ваги (б).

Сетка Детализация	
Имя исследования	Статический анализ 1 (-1)
Тип сетки	Сетка на твердом теле
Используемое разбиение	Стандартная сетка
Автоматическое уплотнение сетки	Выкл
Включить автоциклы сетки	Выкл
Точки Якобиана для сетки высокого качества	4 точек
Размер элемента	16,8864 mm
Допуск	0,844318 mm
Качество сетки	Высокая
Всего узлов	13645
Всего элементов	8555
Максимальное соотношение сторон	4,8089
Процент элементов с соотношением сторон < 3	99,6
Процент элементов с соотношением сторон > 10	0
Процент искаженных элементов	0
Число искаженных элементов	0
Время для завершения сетки (hh:mm:ss)	00:00:08

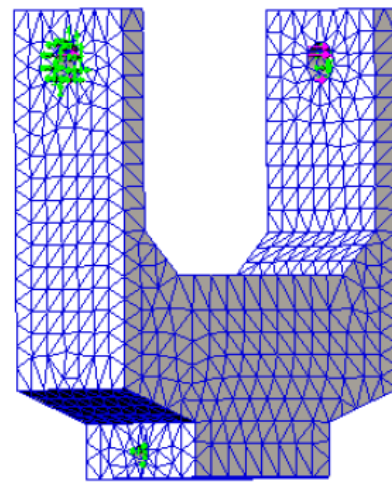


Рис. 4.4. Характеристики мережі (а) та її проекція (б) на модель коливного ричага.

Подальші обчислення встановили показники для статичного аналізу (рис. 4.5). При цьому мінімальне значення маржі міцності було $n = 3,275$ (точка 13172), що перевищує дозволене $[n] = 1,5$. Проте для кінцевого висновку щодо функціональності аналізованого стенду потрібно здійснити подібні обчислення і для інших його компонентів.

Отже, застосуванням CAD-системи SolidWorks та її розширення – CAE-системи SolidWorks Simulation – підтверджено ефективність коливного ричага

аналізованого стенду для виправлення спотворених пресованих дисків коліс легкових машин у зоні краю та бази.

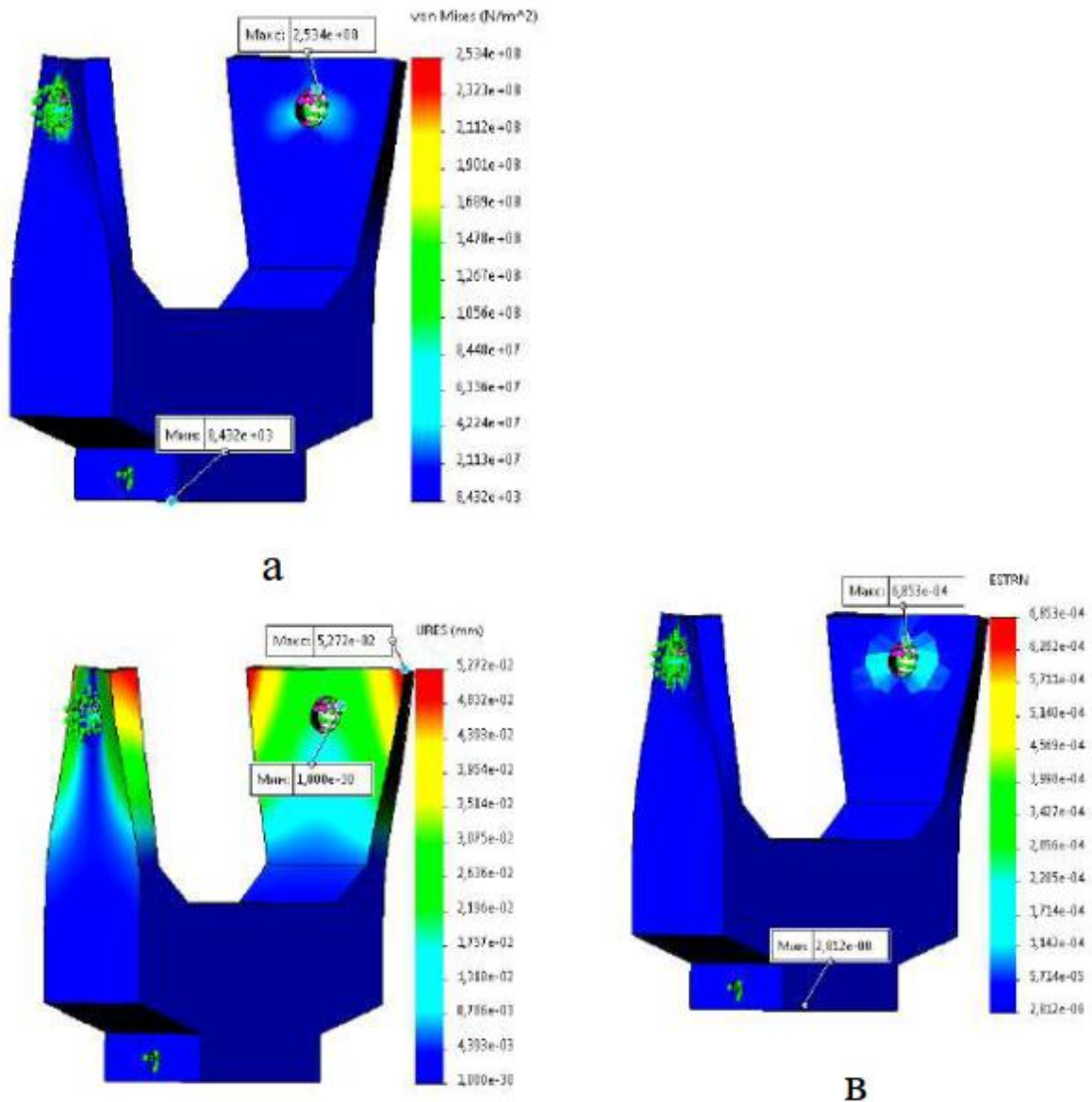


Рис. 4.5. Діаграми загальних напружень von Mises (а), зсувів URES (б), еквівалентних викривлень ESTRN (в) коливного ричага.

4.2 Симуляція та оцінка функціональності кріпильного болта стенду

Під час розробки моделі компонента, конструкція ділиться на базові складові частини, з яких за допомогою доступних засобів створюється тривимірна модель болта. Використовуючи наброски та інструменти екструдування, ротації, вирізання, здійснюється формування геометрії та обсягу компонента (дерево проектування показане на рис. 4.6, а готова модель болта представлена на рис. 4.7).

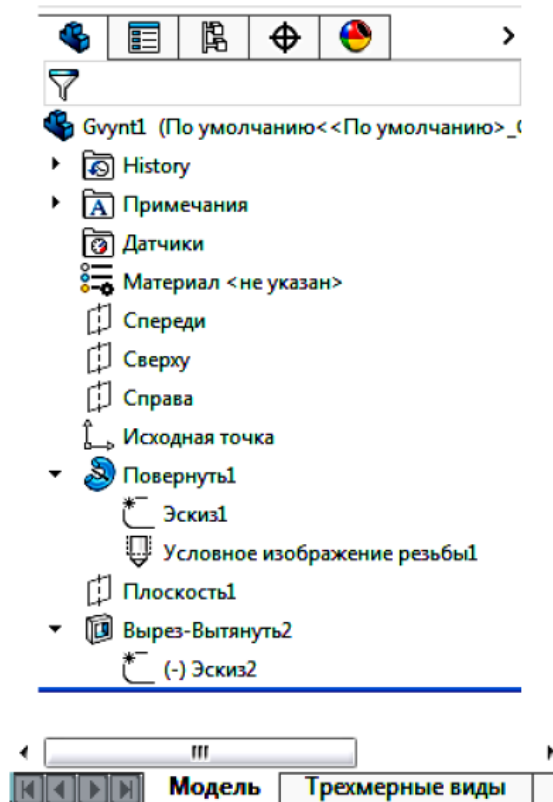


Рис. 4.6. Структура проектування болта.



Рис. 4.7. Об'ємна модель болта.

Елементи моделі пов'язані між собою. Таким чином, поведінка віртуальної моделі наближається до поведінки складеної моделі, створеної шляхом компонування всіх компонентів.

В цьому контексті:

з каталогу SolidWorks обрано сталь 20Г для виготовлення болта модель фіксується (див. рис. 4.8);

для моделі застосовуються зовнішні ваги: продольне навантаження (див. рис. 4.9 – за формулою 3.29);

об'єкт розбивається на скінченні частини (див. рис. 4.10);

створюються матриці твердості;

відбувається компіляція скінченно-елементної моделі з окремих складових, враховуючи умови фіксації конструкції у точках з'єднання;

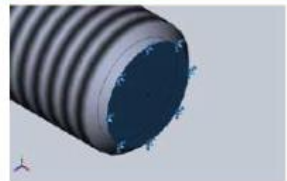
Имя крепления	Изображение крепления	Данные крепления				
Зафиксированный-1		<table border="1"> <tr> <td>Объекты:</td> <td>1 грани</td> </tr> <tr> <td>Тип:</td> <td>Зафиксированная геометрия</td> </tr> </table>	Объекты:	1 грани	Тип:	Зафиксированная геометрия
Объекты:	1 грани					
Тип:	Зафиксированная геометрия					

Рис. 4.8. Фіксація болта станду.

Результирующие силы				
Компоненты	X	Y	Z	Результирующая
Сила реакции(N)	-200.002	-0.00338044	-30.0011	202.24
Реактивный момент(N.m)	0	0	0	0

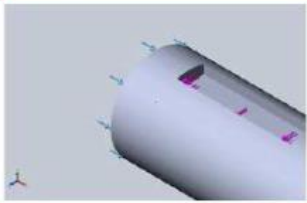
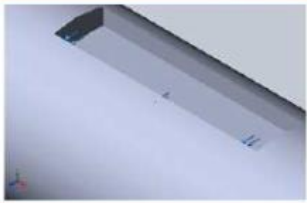
Имя нагрузки	Загрузить изображение	Загрузить данные						
Сила-1		<table border="1"> <tr> <td>Объекты:</td> <td>1 грани</td> </tr> <tr> <td>Тип:</td> <td>Приложить нормальную силу</td> </tr> <tr> <td>Значение:</td> <td>200 N</td> </tr> </table>	Объекты:	1 грани	Тип:	Приложить нормальную силу	Значение:	200 N
Объекты:	1 грани							
Тип:	Приложить нормальную силу							
Значение:	200 N							
Сила-2		<table border="1"> <tr> <td>Объекты:</td> <td>1 грани</td> </tr> <tr> <td>Тип:</td> <td>Приложить нормальную силу</td> </tr> <tr> <td>Значение:</td> <td>30 N</td> </tr> </table>	Объекты:	1 грани	Тип:	Приложить нормальную силу	Значение:	30 N
Объекты:	1 грани							
Тип:	Приложить нормальную силу							
Значение:	30 N							



Рис. 4.9. Зовнішні ваги на кріпильний болт станда.

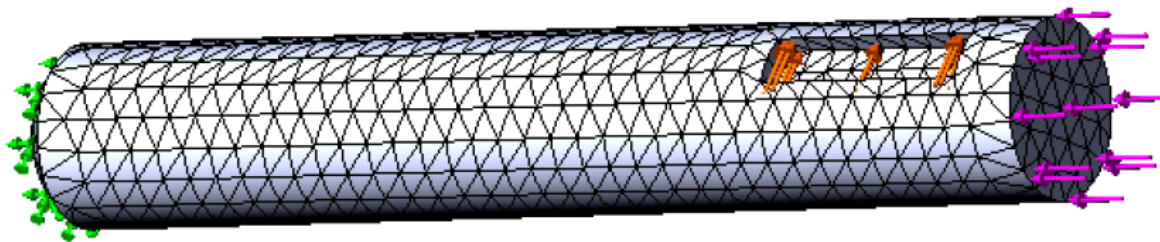
рішення отриманої системи алгебричних рівнянь та визначення елементів напружено-деформованого стану (див. рис. 4.11).

Результати обчислень відображаються у формі кольорових переходів, демонструючи через зміну кольору розподіл обчислених характеристик:

напруг у моделі (див. рис. 4.12);

Сетка Детализация	
Имя исследования	Статический анализ 2 (-
Тип сетки	Сетка на твердом теле
Используемое разбиение	Стандартная сетка
Автоматическое уплотнение сетки	Выкл
Включить автоциклы сетки	Выкл
Точки Якобиана	4 точек
Размер элемента	6.81807 mm
Допуск	0.340904 mm
Качество сетки	Высокая
Всего узлов	10571
Всего элементов	6749
Максимальное соотношение сторон	3.6055
Процент элементов с соотношением сторон < 3	99.9
Процент элементов с соотношением сторон > 10	0
% искаженных элементов (якобиан)	0
Время для завершения сетки (hh:mm:ss)	00:00:03

а



б

Рис. 4.10. Характеристики мережі (а) та скінченно-елементна модель болта (б).

Силы реакции

Выбранный набор	Единицы	Сумма X	Сумма Y	Сумма Z	Результирующая
всей модели	N	-200.002	-0.00338044	-30.0011	202.24

Моменты реакции

Выбранный набор	Единицы	Сумма X	Сумма Y	Сумма Z	Результирующая
всей модели	N.m	0	0	0	0

Рис. 4.11. Напряги та реакційні моменти болта.

зсувів моделі (див. рис. 4.13);

викривлень моделі (див. рис. 4.14);

маржі твердості моделі (див. рис. 4.15);

Имя	Тип	Мин	Макс
Напряжение1	VON: Напряжение Von Mises	8053.42 N/m ² Узел: 3401	2.04832e+006 N/m ² Узел: 15

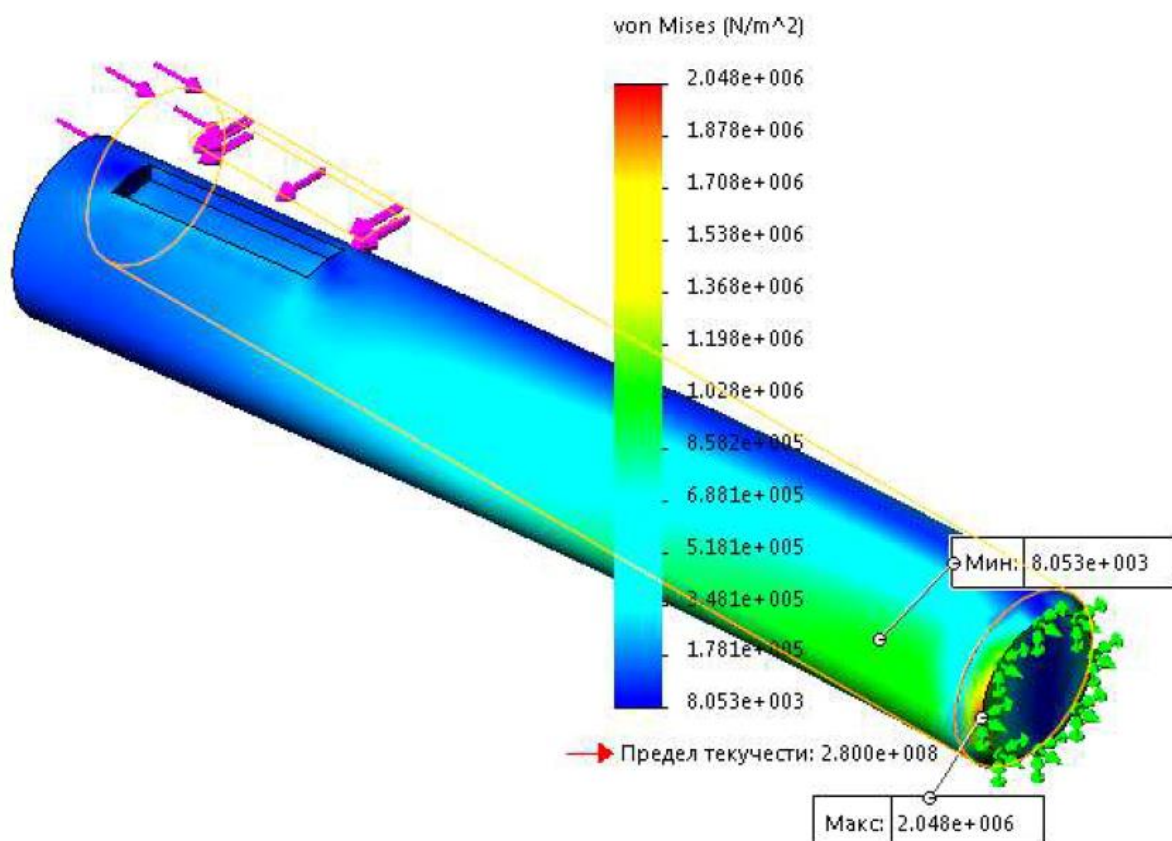


Рис. 4.12. Діаграма контуру загальних напружень von Mises для моделі кріпильного болта стенду.

Имя	Тип	Мин	Макс
Перемещение1	URES: Результирующее перемещение	0 mm Узел: 1	0.00544748 mm Узел: 305

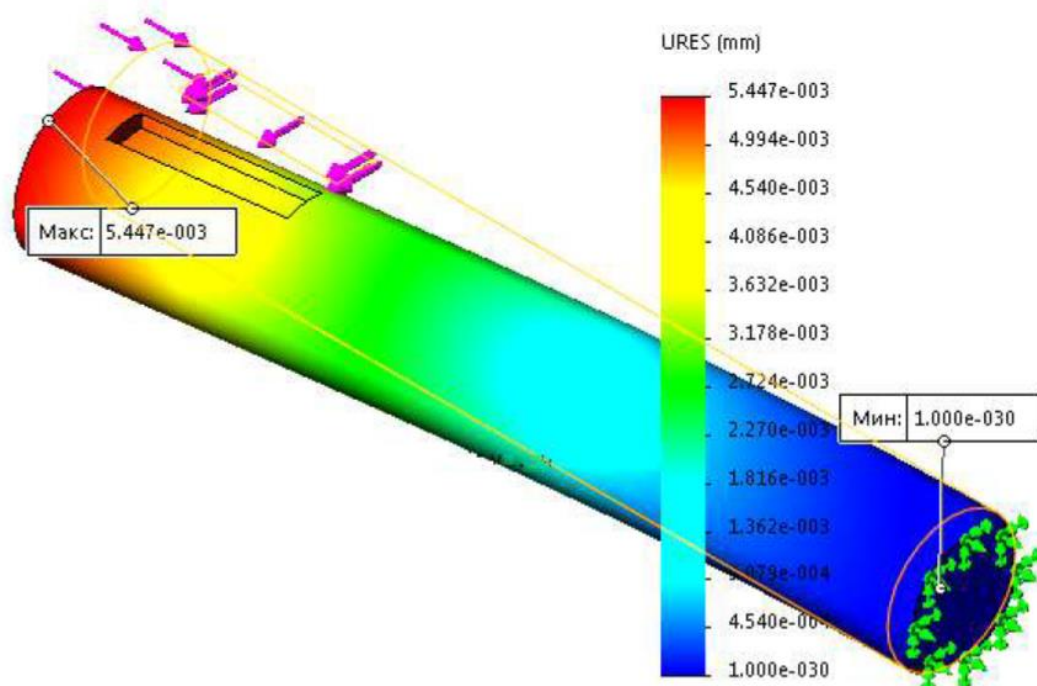


Рис. 4.13. Графік контурних зсувів URES моделі кріпильного болта стенду.

Имя	Тип	Мин	Макс
Деформация1	ESTRN: Эквивалентная деформация	4.57039e-008 Элемент: 6532	6.74499e-006 Элемент: 2722

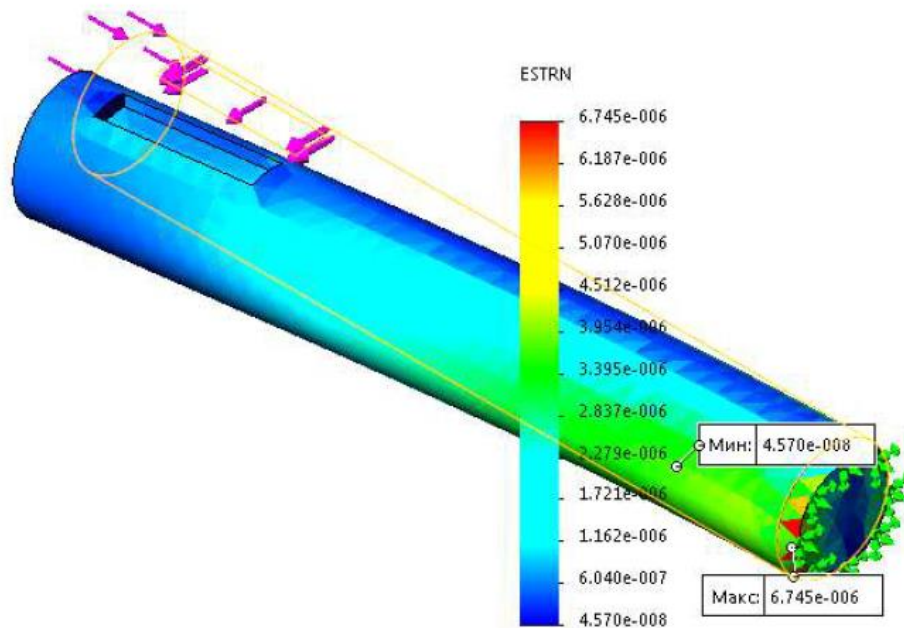


Рис. 4.14. Графік контурних викривлень ESTRN моделі кріпильного болта
стенду

Имя	Тип	Мин	Макс
Запас прочности1	Авто	136.698 Узел: 15	34767.9 Узел: 3401

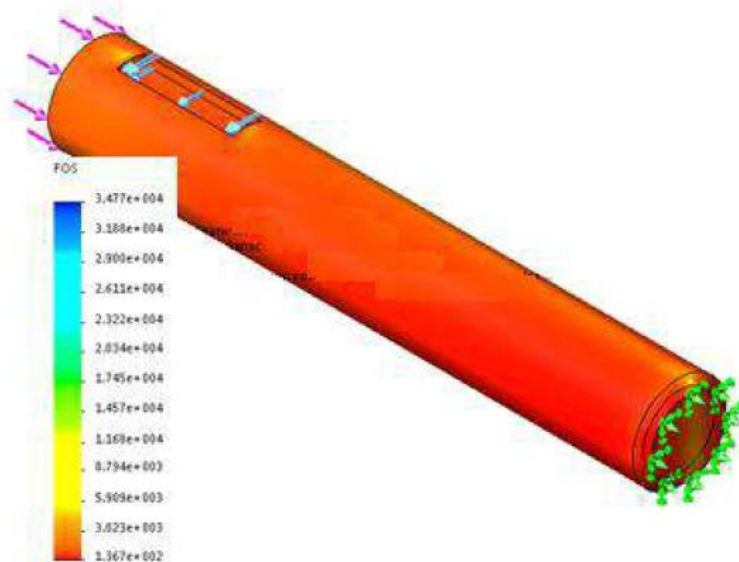


Рис. 4.15. Діаграма контуру межі міцності FOS моделі болта.

Отже, з результатів статичного дослідження за допомогою методу скінченних елементів виявлено, що при рівні викривлень 4689,26 максимальні точкові напруження von Mises, загальне зміщення URES і викривлення ESTRN

залишаються в межах дозволених показників. Водночас, мінімальний показник маржі міцності виявлений у точці № 15, дорівнює $n = 136,698$, що значно перевищує дозволений $[n] = 1,5$).

Таким чином, обчислення забезпечують статичну надійність кріпильного болта стенду. Проте, він може виявитися неефективним через відсутність балансу між зовнішніми та внутрішніми силами в будь-якій частині конструкції чи в системі загалом. Саме тому ми проводимо додаткове вивчення болта, аби уникнути його ламкості – втрати стабільності.

4.3 Аналіз втрати стабільності кріпильного болта стенду для виправлення дисків коліс пасажирських авто в області краю та бази

Аналіз зниження стабільності допомагає уникнути потенційного колапсу. Так, у процесі проектування в SolidWorks була розроблена тривимірна модель болта (див. рис. 4.7), а в SolidWorks Simulation визначалися властивості матеріалу для його виробництва (див. рис. 4.8), здійснювалося фіксування та встановлювалася зона застосування навантажень (див. рис. 4.9, 4.10).

Далі йдуть етапи встановлення контактних зв'язків та розробки скінченно-елементної моделі болта.

Наукові аналізи показали: величина найбільших рухів гвинта становить 0,00120 (див. вузол 513 на ілюстрації 4.16); коефіцієнт безпеки щодо потенційної небезпеки втрати стабільності дорівнює 580,383, що свідчить про відсутність ризику втрати стабільності силового гвинта (нормативний показник $[n]$ рівний 3).

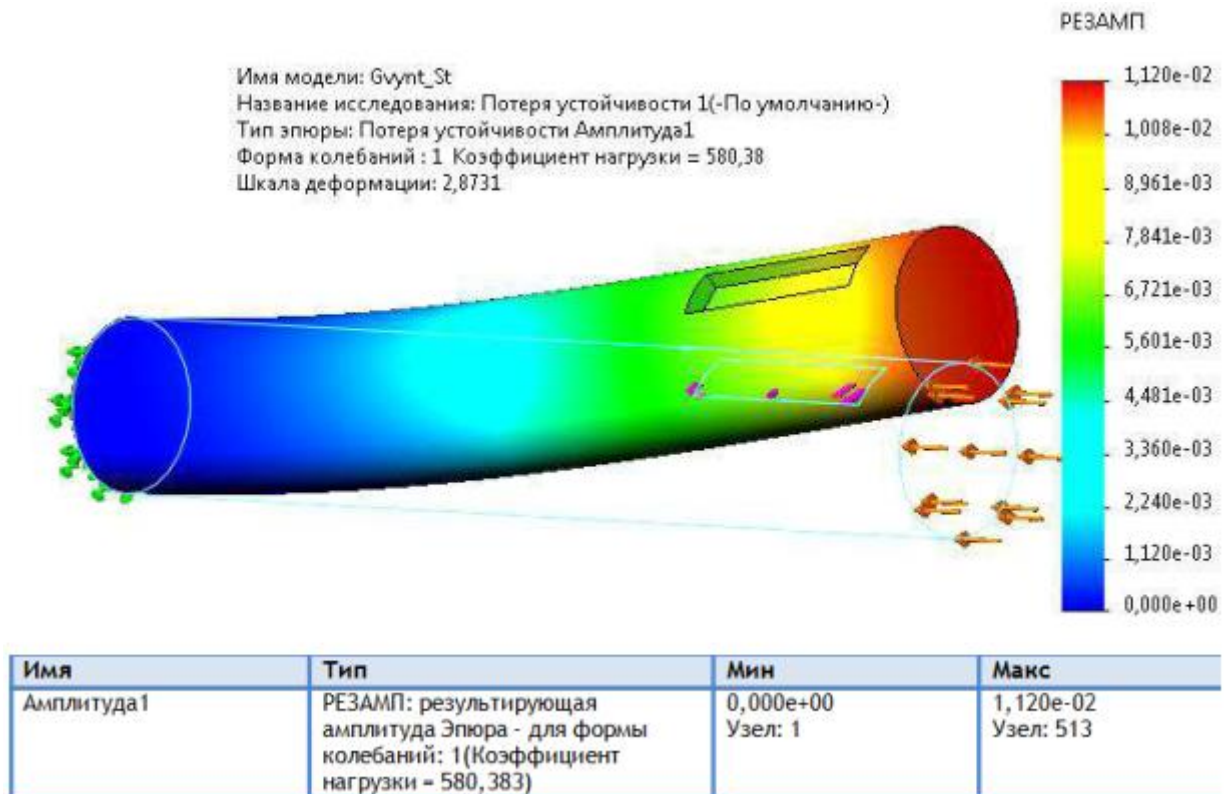


Рис. 4.16. Кінцева величина коливань та резервний коефіцієнт міцності у випадку зниження стабільності.

4.4 Аналіз функціонування важеля випробувальної установки

Схема важеля випробувальної установки, тоді як тривимірне зображення – на малюнку 4.17.

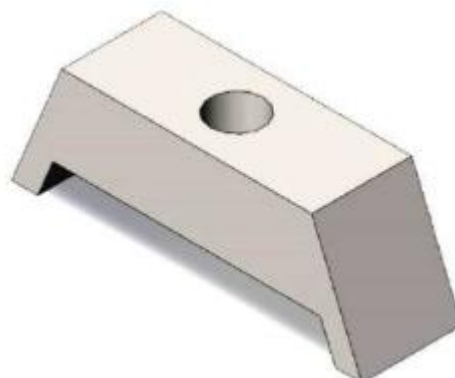


Рис. 4.17. Тривимірне зображення важеля в програмі SolidWorks

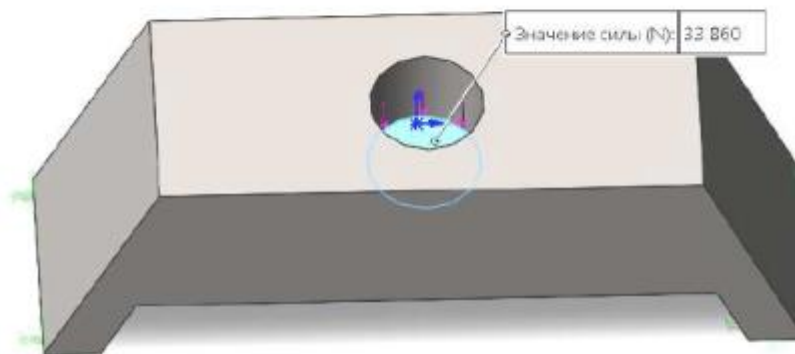
Започаткування розрахункових робіт включає визначення типу матеріалу важеля з каталогу SolidWorks Simulation: еквівалент сталі 45. Ця категорія сталі відзначається своєю бюджетною ціною, здатністю до термічної обробки та

ефективністю як матеріалу для компонентів, яким необхідна підсилена міцність.

Подальші кроки включають визначення точок підтримки важеля та накладення ваги – виражено через рівняння 3.34 (див. малюнок 4.18).



а



б

Нагрузки и крепления

Имя крепления	Изображение крепления	Данные крепления		
Закрепленный-1		Объекты: 2 грани Тип: Зафиксированная геометрия		
Результирующие силы				
Компоненты	X	Y	Z	Результирующая
Сила реакции(N)	0,826782	33 857,9	1,06146	33 857,9
Реактивный момент(N.m)	0	0	0	0

Имя нагрузки	Загрузить изображения	Загрузить данные
Сила-1		Объекты: 1 грани Тип: Приложить нормальную силу Значение: 33 860 N

Рис. 4.18. Встановлення точок підтримки важеля (а) та застосування вагового тиску (б).

Модель важеля, створена за допомогою методу скінченних елементів, представлена на ілюстрації 4.19.

Информация о сетке

Тип сетки	Сетка на твердом теле
Используемое разбиение:	Стандартная сетка
Автоматическое уплотнение сетки:	Выкл
Включить автоциклы сетки:	Выкл
Точки Якобиана для сетки высокого качества	4 Точки
Размер элемента	10,3069 mm
Допуск	0,515347 mm
Качество сетки	Высокая

Информация о сетке - Детализация

Всего узлов	10985
Всего элементов	6966
Максимальное соотношение сторон	3,2752
% элементов с соотношением сторон < 3	99,9
Процент элементов с соотношением сторон ≥ 10	0
Процент искаженных элементов	0
Время для завершения сетки (hh:mm:ss):	00:00:01
Имя компьютера:	

а

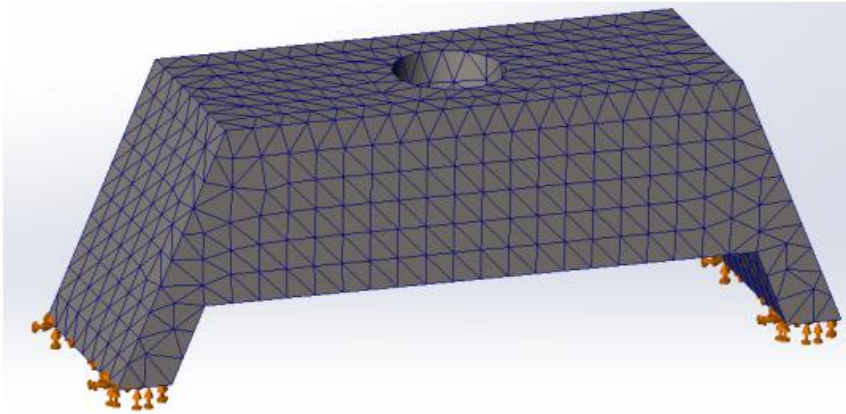


Рис. 4.19. Характеристики мережі (а) та їхнє проектування на візуалізації важеля (б).

Висновки обчислень представлені на малюнку 4.20.

Силы реакции

Выбранный набор	Единицы	Сумма X	Сумма Y	Сумма Z	Результирующая
всей модели	N	0,826782	33 857,9	1,06146	33 857,9

Моменты реакции

Выбранный набор	Единицы	Сумма X	Сумма Y	Сумма Z	Результирующая
всей модели	N.m	0	0	0	0

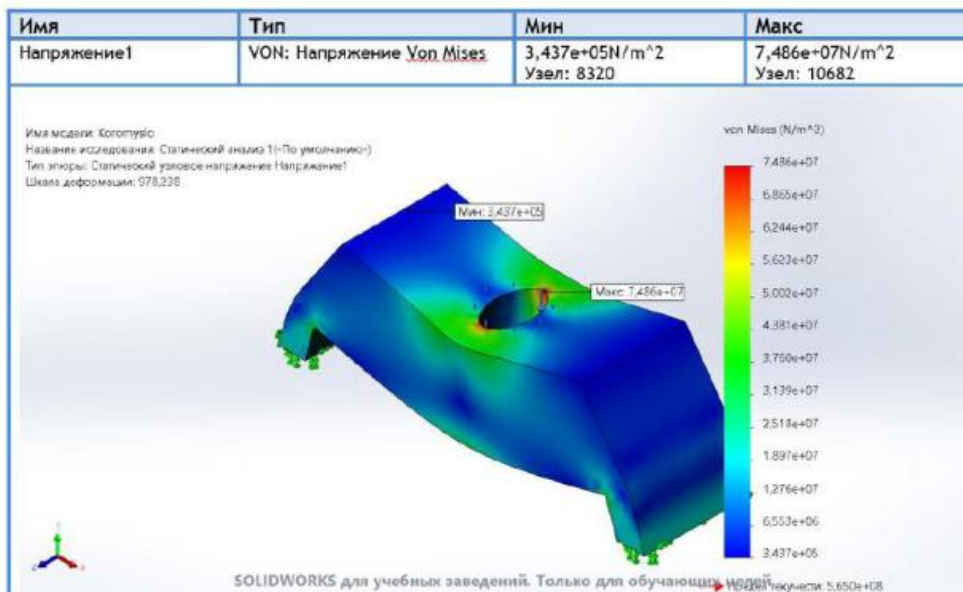
Силы свободных тел

Выбранный набор	Единицы	Сумма X	Сумма Y	Сумма Z	Результирующая
всей модели	N	2,26049	3,36316	11,716	12,397

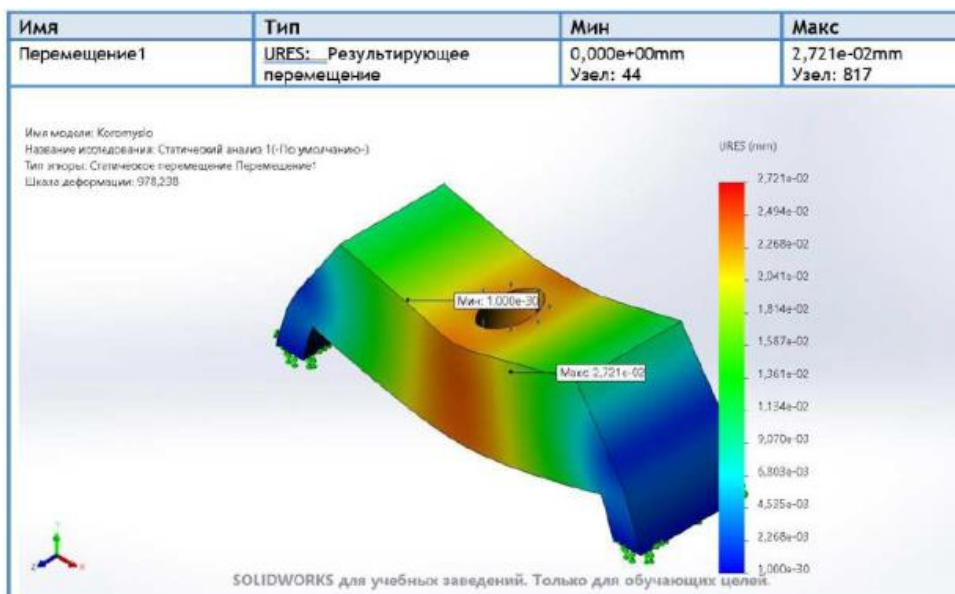
Моменты свободных тел

Выбранный набор	Единицы	Сумма X	Сумма Y	Сумма Z	Результирующая
всей модели	N.m	0	0	0	1e-33

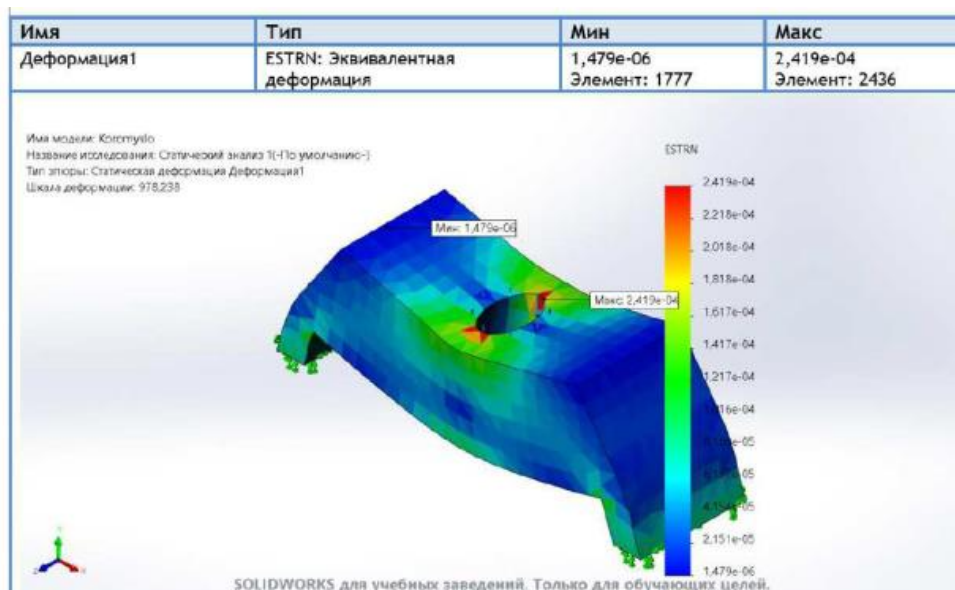
а – кінцеві сили та крутні моменти в моделі важеля.



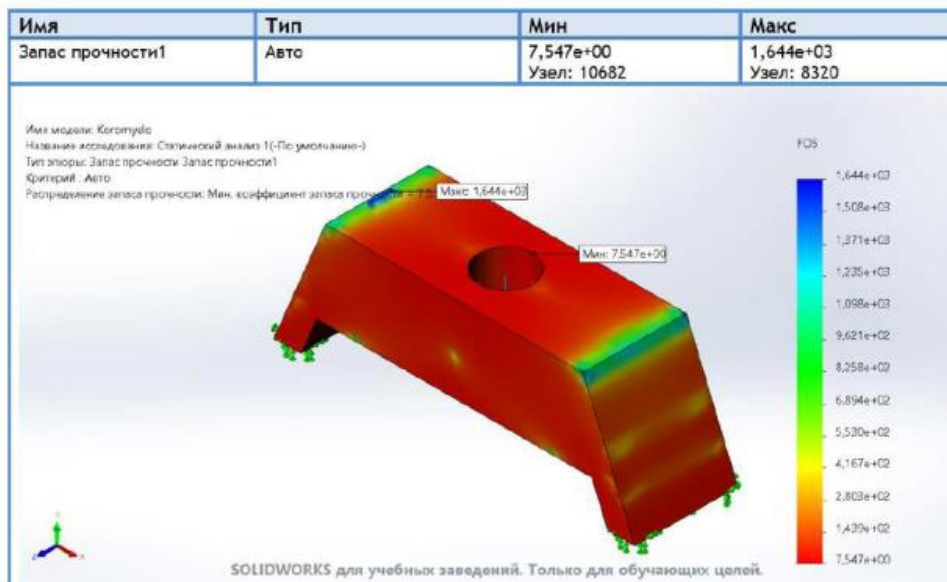
б – загальні вузлові напруги у моделі важеля.



в – кінцеві зміщення в моделі важеля.



г – кінцева еквівалентна деформація у моделі важеля.



д – резервна міцність моделі важеля.

Рис. 4.20. Висновки обчислень для моделі важеля.

Отже, оскільки найменший коефіцієнт міцності n дорівнює 7.547, що перевищує дозволений показник $[n]$ у 1,5, важіль є функціональним.

5 ОХОРОНА ПРАЦІ ТА БЕЗПЕКА В НАДЗВИЧАЙНИХ СИТУАЦІЯХ

5.1 Долікарська допомога при ураженні електричним струмом

Перша медична допомога — це комплекс заходів, спрямованих на відновлення або збереження здоров'я потерпілих, здійснюваних немедичними працівниками (взаємодопомога) або самим постраждалим (самодопомога). Найважливіше положення надання першої допомоги — її терміновість. Чим швидше вона надана, тим більше сподівань на сприятливий наслідок.

При нещасних випадках дуже важливо до приїзду лікаря своєчасно надати першу долікарську допомогу потерпілому.

Схема послідовності дій при наданні першої долікарської допомоги:

Вивести потерпілого з оточення, де стався нещасний випадок.

Вибрати потерпілому найбільш зручне положення, що забезпечує спокій.

Визначити вид травми (перелом, поранення, опік тощо).

Визначити загальний стан потерпілого, встановити, чи не порушені функції життєво важливих органів.

Розпочати проведення необхідних заходів:

зупинити кровотечу;

зафіксувати місце перелому;

вжити реанімаційних заходів (оживлення): штучне дихання, зовнішній масаж серця;

обробити ушкоджені частини тіла.

Одночасно з наданням першої долікарської допомоги необхідно викликати швидку допомогу або підготувати транспорт для відправки потерпілого до найближчої медичної установи.

Повідомити адміністрацію про те, що трапилось.

Важливо знати обставини, при яких сталася травма, умови, які спонукали до її виникнення, та час, годину і навіть хвилину, особливо коли потерпілий втратив свідомість.

На виробництвах автомобільних дисків найчастіше можна стикнутися з наступними травмами: ураження електричним струмом отруєння речовинами або газом та переломи або вивихи.

Ураження електричним струмом:

Головне при наданні першої допомоги – як найшвидше звільнити потерпілого від дії струму.

Для звільнення потерпілого необхідно:

вимкнути рубильник або викрутити запобіжник;

вимкнути струмоведучі, мережу живлення;

сухою палкою відкинути від потерпілого провід, який знаходиться під напругою, відтягнути потерпілого від електричних проводів, від струмопровідних частин установки. При напрузі в установках до 1000 В можна взятися за сухий одяг потерпілого, не торкаючись відкритих частин тіла. Слід користуватися гумовими рукавичками або намотати на руку шарф, прогумований плащ і т.п. Рекомендується стати на ізолюваний предмет (на суху дошку, на згорток сухого одягу).

У випадку судорожного обхвату потерпілим електричного проводу, який знаходиться під напругою, розгорнути руки потерпілому, відриваючи його від проводу послідовним відгинанням окремих пальців. При цьому працівник, який надає допомогу, повинен бути у діелектричних рукавицях і знаходитись на ізолюваній від землі основі.

При напрузі в електричних установках понад 1000 В рятівник повинен одягти діелектричні боти, рукавиці і діяти діелектричною штангою.

Якщо потерпілий при свідомості, його кладуть у зручне положення, накривають теплим покривалом і залишають у стані спокою до прибуття лікаря. Якщо після звільнення потерпілого від дії струму він не дихає, то потрібно негайно приступити до штучного дихання і непрямого (зовнішнього) масажу серця. Найбільш ефективним методом штучного дихання є "рот в рот" або "рот у ніс". Робиться це таким чином: стають з лівого боку від потерпілого, підкладають під його потилицю ліву руку, а правою тиснуть на його лоб. Це забезпечить вільну прохідність гортані. Під лопатки потерпілому кладуть валик із скрученого одягу, а рот витирають від слизу. Зробивши 2-3 глибоких вдихи,

особа, яка надає допомогу, вдуває через марлю хустку повітря із свого рота в рот або ніс потерпілого. При вдуванні повітря через рот особа, що надає допомогу, закриває пальцями ніс потерпілого, при вдуванні через ніс потерпілому закривають рот.

Після закінчення вдування повітря в рот чи ніс потерпілого звільняють, щоб дати можливість вільному видиху. Частота вдування повітря потерпілому повинна бути 12-13 разів за хвилину.

При відсутності у потерпілого дихання і пульсу йому потрібно разом зі штучним диханням робити масаж серця. Робиться це так: потерпілого кладуть на спину на підлозі, звільняють грудну клітку від одягу, який стискає потерпілого. Особа, що надає допомогу, знаходиться з лівого боку від потерпілого, долонями двох рук натискає на нижню частину грудної клітки потерпілого з силою, щоб змістити її на 3-4 см. Після кожного натискування потрібно швидко забирати руки з грудної клітки, щоб мати можливість їй випростатись. У такій ситуації операції чергуються. Після 2-3 вдувань повітря роблять 4-6 натискань на грудну клітку. Для перевірки появи пульсу масаж припиняють на 2-3 сек. Перші ознаки того, що потерпілий приходить до свідомості, - поява самостійного дихання, зменшення синюватості шкіри та поява пульсу.

Переломи, вивихи, удари:

При переломах, вивихах необхідно надати потерпілому зручне положення, яке виключає рухи пошкодженої частини тіла. Це досягається шляхом накладання шини, а при її відсутності можна використати палки, дошки, фанеру і т.п. Шина повинна бути накладена так, щоб були надійно іммобілізовані два сусідні з місцем ушкодження суглоби (вище і нижче), а якщо перелом плеча чи стегна, - то три суглоби. Накладають шину поверх одягу або кладуть під неї що-небудь м'яке - вату, шарф, рушник. Шина повинна бути накладена так, щоб центр її знаходився на рівні перелому, а кінці накладалися на сусідні суглоби по обидва боки перелому. Фіксація відкритого перелому вимагає дотримання додаткових умов. З метою попередження забруднення рани, необхідно змастити поверхню шкіри навколо рани настоячкою йоду, попередньо зупинивши кровотечу, і накласти стерильну пов'язку.

Особливо небезпечні травми хребта. У таких випадках необхідно обережно, не піднімаючи потерпілого, підсунути йому під спину дошку, щит, двері тощо.

При переломі ребер необхідно міцно забинтувати груди або стягнути їх рушником під час видиху.

При ушкодженні тазу необхідно обережно стягнути його широким рушником, покласти на тверді ноші, а під зігнуті і розведені колінні суглоби підкласти валик.

При переломах і вивихах ключиці у підм'язову западину кладуть вату або інший матеріал, згинають руку в лікті під прямим кутом і прибинтовують її до тулуба. Рука нижче ліктя повинна перебувати в косинці, яку підв'язують до шиї.

При переломах та вивихах зап'ястка та пальців рук роблять таким чином: кисть руки з вкладеним у долоню жмутом вати, бинта (пальці зігнуті) прикладають до шини, яка повинна починатися біля середини передпліччя і закінчуватися біля кінця пальців, і перебинтовують. При ударах - забезпечити потерпілому повний спокій, накласти на місце удару холодний компрес. При ударах із синцями не слід класти примочки, місце удару змастити настояюкою йоду і накласти пов'язку.

Отруєння:

Причиною отруєння є проникнення в організм людини різних токсичних речовин. Захворювання починається через 2-3 години, інколи через 20-26 годин.

Причиною отруєння оксидом вуглецю є вдихання чадного газу, продуктів горіння, диму. Потерпілому необхідно забезпечити приплив свіжого повітря. Якщо є можливість - дати подихати киснем. Звільнити його від одягу, який утруднює дихання, дати понюхати нашатирний спирт. На голову і груди потерпілого покласти холодний компрес. У разі припинення дихання необхідно робити штучне дихання.

При отруєнні кислотою, якщо нема симптомів, що свідчать про прорив стравоходів або шлунку, потерпілого слід напоїти розчином питної соди, водою.

При отруєнні лугом потерпілого поють оцтовою водою, лимонним соком. При наявності підозри на прорив (нестерпний біль за грудною кліткою або в ділянці шлунку) потерпілому не слід нічого давати пити, а негайно транспортувати у лікувальний заклад.

Щоб запобігти зупинці дихання і кровообігу, необхідне постійне спостереження за потерпілим.

5.2 Класифікація надзвичайних ситуацій

Надзвичайні ситуації (НС) прийнято класифікувати за сферою виникнення, характером протікання, масштабом і ступенем завданого збитку, а також за відомчою приналежністю. За сферою виникнення надзвичайні ситуації поділяються на техногенні, природні, біолого-соціальні і соціальні, екологічні і надзвичайні ситуації військового характеру (рис. 5.1).

Техногенні надзвичайні ситуації можуть виникати на основі подій техногенного характеру внаслідок конструктивних недоліків об'єкту (споруди, комплексу, системи, агрегату тощо), зношування устаткування, низької кваліфікації персоналу, порушення техніки безпеки в ході експлуатації об'єкту і так далі. НС техногенного характеру можуть протікати із забрудненням довкілля або без нього.

Забруднення довкілля може відбуватися при аваріях на промислових підприємствах з викидом радіоактивних, хімічно небезпечних, біологічно небезпечних речовин. До аварій з викидом або загрозою викиду радіоактивних речовин (РВ) відносяться аварії, що відбуваються на атомних станціях, ядерних науково-дослідних реакторах, підприємствах ядерно-паливного циклу, атомних судах, при падінні літальних апаратів з ядерними енергетичними установками на борту, а також на підприємствах ядерно-збройного комплексу. В результаті таких аварій може виникнути сильне радіоактивне забруднення місцевості або акваторії.

До НС техногенного характеру відноситься також електро-магнітне забруднення довкілля при функціонуванні техногенних джерел

електромагнітного випромінювання (ЕМІ), що створюють електромагнітні поля підвищеної інтенсивності.

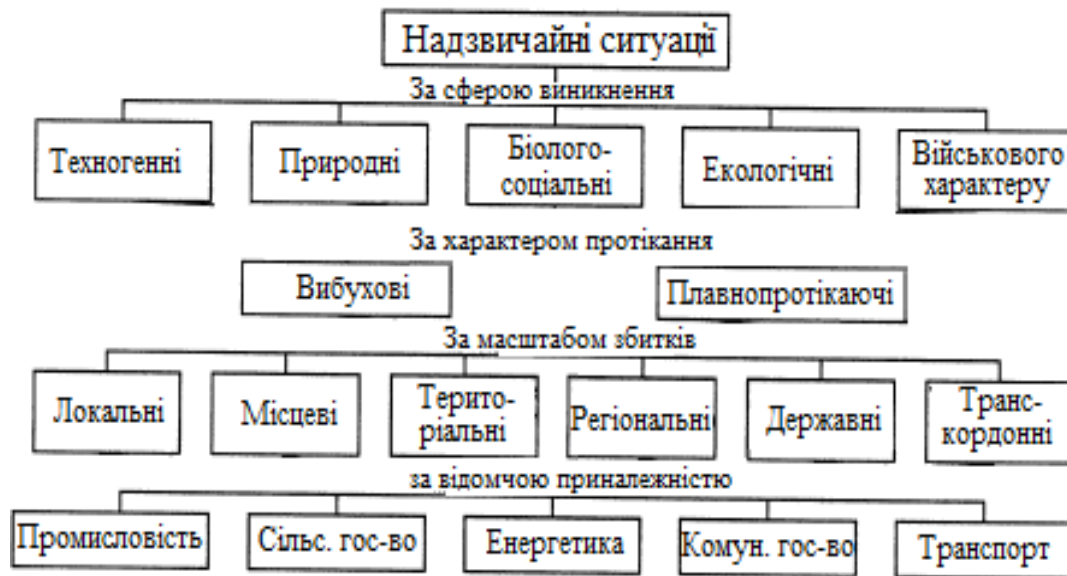


Рис. 5.1. Класифікація надзвичайних ситуацій.

До НС без забруднення довкілля відносять аварії, що супроводжуються вибухами, пожежами, руйнуванням будівель (споруд), порушенням систем життєзабезпечення, руйнуванням гідротехнічних систем, порушенням транспортних комунікацій і тому подібне.

Надзвичайні ситуації природного характеру виникають, як правило, в результаті катастроф стихійних лих та інших природних явищ, викликаних як зовнішніми, так і внутрішніми причинами дії різних сил природи на біосферу. Зовнішні дії обумовлені впливом далекого космосу (Галактика, Сонячна система), накладенням процесів ближнього космосу (магнітосфери, атмосфери), а також процесами, що виникають безпосередньо на поверхні Землі.

Внутрішні процеси Землі пов'язані з диференціацією речовини і розшаруванням її за фізико-механічними властивостями, вони супроводжуються такими явищами, як інверсія магнітного поля, магматична і тектонічна активність, рух літосферних плит, вулканізм, сейсмічність тощо. Усі ці процеси з різною періодичністю в часі діють на біосферу і сприяють виникненню катастроф. Статистичний аналіз показує, що з природних явищ, з точки зору нанесення збитку і ураження людей, на першому місці стоять повені. Далі йдуть землетруси, виверження вулканів, кліматичні зміни, погодні

дії. При цьому існує небезпечна тенденція збільшення числа природних катастроф, зараз їх відбувається в п'ять разів більше, ніж в 60-х роках, а економічний збиток від них зріс більш, ніж у 8 разів.

Крім того, швидкий розвиток продуктивних сил, безконтрольне освоєння вільних територій, праця в районах з кліматичними умовами, де зберігається постійна небезпека виникнення природних катаклізмів збільшують ступінь ризику і масштаби втрат і збитку для населення і економіки. Нерідко природні явища стають прямою або непрямою причиною аварій і катастроф техногенного характеру.

Природні НС поділяються за підгрупами відповідно до небезпечності, і типу стихії, що їх викликає, на: геофізичні, геологічні, метеорологічні, морські гідрогеологічні, гідрологічно небезпечні явища і природні пожежі.

Кожна група стихійних лих класифікується по характеру явищ, які визначають особливості дії властивих їм вражаючих (руйнівних) чинників на населення, природу і об'єкти економіки.

До стихійних лих, пов'язаних з геофізично небезпечними явищами, відносяться землетруси, виверження вулканів і тому подібне. До геологічних небезпечних явищ відносяться зсуви, селі, осипи, лавини. Такі природні явища, як селеві потоки і лавини

найчастіше виникають в гірських районах.

Стихійні лиха, пов'язані з метеорологічними і агрометеорологічними небезпечними явищами підрозділяються на лиха, що викликаються вітром (бури, урагани, шквали і смерчі), сильним дощем (при кількості опадів 50 мм протягом 12 год і менше), великим градом (при діаметрі градин 20 мм і більше), сильними снігопадами (при кількості опадів 20 мм і більше за 12 год і менше), сильними завірюхами (при швидкості вітру 15 м/с); сильною ожеледдю, заморозками і суховіями.

Стихійні лиха, пов'язані з морськими гідрологічними небезпечними явищами, підрозділяються на лиха, що викликаються сильним хвилюванням на морях (при висоті хвиль, особливо небезпечних для мореплавання і берегових споруд), цунамі (при затопленні населених пунктів і об'єктів економіки) тощо.

Гідрологічні небезпечні явища можуть бути викликані високими рівнями води, повенями і низьким рівнем води на судноплавних ріках, селями, що утворилися при прориві загат, завальних і морених озер із загрозою населеним пунктам та іншим важливим об'єктам.

Природні пожежі, в першу чергу лісові і торф'яні, є найпоширенішими лихами для населення, економіки і природного середовища.

До біолого-соціальних НС відносяться інфекційні захворювання людей, сільськогосподарських тварин і ураження сільськогосподарських рослин різного масштабу. До соціальних НС відносяться: падіння репродукції населення, масові заворушення серед населення, тероризм в різних сферах його прояву, негативна обстановка в творчих і виробничих колективах тощо.

До надзвичайних ситуацій екологічного характеру відносять зміни стану атмосфери, суші, гідросфери і біосфери в цілому. НС екологічного характеру найчастіше виникають в результаті несприятливого впливу техногенної діяльності людини на довкілля, хоча часто їх причиною можуть бути стихійні явища, а також комплексна дія техногенних і природних чинників. В результаті порушень стану атмосфери можлива зміна клімату, виникнення гострого кисневого голодування у великих містах, утворення великих зон "кислотних дощів", руйнування озонового шару над населеними територіями та інші подібні явища. Несприятливі зміни в стані суші можуть призводити до деградації ґрунтів, втрати корисних площ і виснаження невідновлюваних запасів корисних копалини.

Через негативні зміни гідросфери все частіше виникають НС, пов'язані з нестачею питної води і водних ресурсів для забезпечення технологічних процесів і організації господарсько-побутового водопостачання, обмілінням річок і морів, підтопленням і засоленням родючих ґрунтів тощо.

Діяльність людини викликає негативні зміни і в біосфері – відбувається зникнення багатьох видів тварин і рослин, загибель рослинності на великій території, порушення здатності біосфери до відтворення поновлюваних ресурсів (наприклад, лісів). До надзвичайних ситуацій військового характеру відноситься обстановка, що склалася в результаті ведення бойових дій на певній території із застосуванням різних засобів ураження.

По характеру протікання ЧС можна розділити на швидкоплинні (вибухові) і плавно протікаючі. Перші носять вибуховий, швидкоплинний характер (катастрофа на транспорті, вибух на підприємстві), ліквідація таких надзвичайних ситуацій відноситься до компетенції Єдиної державної системи попередження і ліквідації НС, інші мають поступовий, плавний розвиток і можуть тривати десятиріччями (висихання Аральського моря).

ЗАГАЛЬНІ ВИСНОВКИ

В роботі була проведена докладна аналітична робота з вивчення потреб споживачів та ринкових тенденцій в області відновлення дисків коліс. Окрім того, було розглянуто технічні аспекти процесу відновлення, включаючи вибір та налаштування обладнання для відновлення дисків, контроль якості та безпеку робочого процесу.

Наявність дільниці ремонтного цеху для відновлення дисків коліс є важливим чинником для підвищення продуктивності та якості роботи автосервісного центру.

Вибір обладнання та інструментів для відновлення дисків коліс має велике значення для забезпечення ефективного та надійного процесу ремонту.

Контроль якості відновлення дисків та робочого процесу є критичним для забезпечення безпеки та задоволення потреб споживачів.

Результати дослідження демонструють, що інвестиції в розвиток дільниці ремонтного цеху для відновлення дисків коліс можуть бути ефективними та прибутковими для автосервісного центру.

БІБЛІОГРАФІЯ

1. Ляшук О.Л., Гудь В.З., Пиндус Ю.І., Левкович М.Г., Хорошун Р.В. Методичний посібник до виконання кваліфікаційної роботи магістра за освітньо-кваліфікаційним рівнем «магістр» галузі знань 27 «Транспорт» спеціальності 274 «Автомобільний транспорт» – Тернопіль: Видавництво ТНТУ, 2020. – 66 с.
2. Костін О.М. Зварювальні матеріали: навч. посібник / О.М. Костін – Миколаїв: НУК, 2004. – 225 с.
3. Квасницький В.В. Теорія зварювальних процесів. Дослідження фізико-хімічних і металургійних процесів та здатності металів при зварюванні. Навчальний посібник. - Миколаїв. УДМТУ, 2002. - 181с.
4. Гевко І.Б Техніко-економічне обґрунтування процесу механічної обробки з використанням комбінованого свердла-мітчика / І.Б.Гевко, Р.Я., Лещук, І.І.Стойко, Н.М.Марчук, М.Д.Сіправська // Сільськогосподарські машини: Зб. наук. ст.–Вип. 40.–Луцьк, 2018. С.21-31.
5. Техніко-економічне обґрунтування інженерних рішень на СТО та АТП : Навчальний посібник / Укладачі : Гевко І.Б., Ляшук О.Л., Луциків І.В., Плекан У.М., Клендій В.М. - Тернопіль : Вид-во ТНТУ імені Івана Пулюя, 2021. 276 с.
6. Основи технології виробництва та ремонту автомобілів : Навчальний посібник / Укладачі : Гевко І.Б., Рогатинський Р.М., Ляшук О.Л., Гудь В.З., Левкович М.Г., Сташків М.Я., Сіправська М.Д. - Тернопіль : Вид-во ТНТУ імені Івана Пулюя, 2021. 544 с.
7. Конспект лекцій з курсу «Технології обслуговування автотранспортних засобів». / Р.В. Хорошун, О.Л. Ляшук, Н.Т. Навроцька. – Тернопіль: Вид-во ТНТУ, 2021. – 194 с.
8. Ляшук О.Л. Конспект лекцій з дисципліни«Технічна експлуатація автомобілів» для студентів спеціальності 274 «Автомобільний транспорт» / О.Л. Ляшук, В.М.Клендій, Р.В.Хорошун. – Тернопіль: Вид. ТНТУ – 2018. – С. 302.
9. Лудченко О.А. Технічне обслуговування і ремонт автомобілів: Підручник – К.: Знання. 2003. – 511 с.

10. Лудченко О.А. Технічне обслуговування і ремонт автомобілів: організація і управління: Підручник – К.: Знання. 2004. – 478 с.
11. Лудченко О.А. Технічна експлуатація і обслуговування автомобілів. Технологія [Текст]: Підручник. / О.А. Лудченко. - Київ: Знання-Прес, 2007. - 527с.
12. Основи технології виробництва та ремонту автомобілів : Навчальний посібник / Укладачі : Гевко І.Б., Рогатинський Р.М., Ляшук О.Л., Левкович М.Г., Гудь В.З., Сташків М.Я., Сіправська М.Д. – Тернопіль : Вид-во ТНТУ імені Івана Пулюя, 2021. – 544 с.
13. Lyashuk, O., Levkovych, M., Vovk, Y., Gevko, I., Stashkiv, M., Slobodian, L., Pyndus, Y. The study of stress-strain state elements of the truck semi-trailer body bottom. Scientific Journal of Silesian University of Technology. Series Transport. 2023, 118, 161-172. ISSN: 0209-3324. DOI: <https://doi.org/10.20858/sjsutst.2023.118.11>.
14. Sokil, B., Lyashuk, O., Sokil, M., Vovk, Y., Lebid, I., Nevko, I., Khoroshun R Matviyishyn, A. (2022). Methodology of Force Parameters Justification of the Controlled Steering Wheel Suspension. Communications, 24(3), B247-B258.
15. Охорона праці в галузі та цивільний захист: навчальний посібник / Ю. А. Гасило, О. А. Крюковська. К. О. Левчук, Р. Я. Романюк. — Кам'янське : ДДТУ, 2017. — 369 с.
16. Безпека в надзвичайних ситуаціях : навч. посібник для студентів ЗВО України : у 2 ч. Ч. 1: Надзвичайні ситуації / М. Л. Лисиченко, В. В. Вамболь, С. О. Вамболь, М. М. Кірієнко, І. А. Черепньов, В. М. Власовець ; за ред. М. Л. Лисиченка ; ХНТУСГ. – Харків : ТОВ “ПромАрт”, 2021. – 202 с.
17. Охорона праці на автомобільному транспорті : навчальний посібник / Пістун І. П., Хом'як Й. В., Хом'як В. В. - 2-ге вид., стер. - Суми : Університетська книга, 2015. - 374 с.
18. Даниленко, О. В. Навчальний посібник «Деталі машин. Використання сучасних САД/САЕ систем у розрахунках деталей машин до виконання лабораторних робіт з дисципліни» / О. В. Даниленко, І. І. Верба. – Київ: КПІ ім. Ігоря Сікорського, 2020. – 53 с.
19. Борозенець Г.М. Деталі машин: Навчальний посібник / Г. М.

Борозенець, В.М. Павлов., І. В. Семак. – К.: Видавничий дім «Кондор», 2021. – 220 с.

20. Lyashuk, O., Levkovych, M., Vovk, Y., Gevko, I., Stashkiv, M., Slobodian, L., Pyndus, Y. The study of stress-strain state elements of the truck semi-trailer body bottom (2023) Scientific Journal of Silesian University of Technology. Series Transport, 118, pp. 161-172. (Scopus).

21. Aulina, V., Kropivnya, V., Kuzyka, O., Lyashuk, O., Bosyia, M., Vovk, Y., Kropivnaa, A., Sokol, M., Senyk, A., Slobodyan, L. The Influence of Titanium as a Desferoidizing Element on the Stability of Production of Magnesium Cast Irons with Compacted Graphite (2021) Tribology in Industry - Kragujevac : University of Kragujevac, 4 (43), pp. 654-666. (Scopus).

22. Рудь Ю.С. Основи конструювання машин: Підручник для студентів інженерно-технічних спеціальностей вищих навчальних закладів. 2-е вид., переробл. / Ю.С. Рудь. –Кривий Ріг: Видавець ФО-П Чернявський Д.О., 2015. – 492 с.

23. Обладнання для авторемонту [Електронний ресурс]. – Режим доступу:

http://autopromimpex.com/index.php?option=com_content&task=blogcategory&id=186&Itemid=922.

24. Навчальний посібник «Техноекологія та цивільна безпека. частина «Цивільна безпека»» / автор-укладач В.С. Стручок– Тернопіль: ФОП Паляниця В. А., – 156 с.