

Хмельницький національний університет
Факультет інженерії, транспорту та архітектури
Кафедра трибології, автомобілів та матеріалознавства

Пояснювальна записка
до кваліфікаційної роботи бакалавра

Галузь знань: 27 «Транспорт»

Спеціальність: 274 «Автомобільний транспорт»

Освітньо-професійна програма: «Автомобільний транспорт»

на тему: «Стенд для випробувань амортизаторів вантажних автомобілів»

Шифр: КРБАТ 25.22127.000. ПЗ

Виконав: студент 3 курсу, група АТс -22-1  В.О. Машталер

Керівник  д.т.н., проф. О.В. Диха

До захисту допускаю: 
Зав. кафедри ТАМ _____ Диха О.В.

3 06 2025_р.

Хмельницький, 2025 р.

ХМЕЛЬНИЦЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
Факультет інженерії, транспорту та архітектури
Кафедра трибології, автомобілів та матеріалознавства

Освітньо-кваліфікаційний рівень: бакалавр

Галузь знань: 27 «Транспорт»

Спеціальність: 274 «Автомобільний транспорт»

Спеціалізація: «Автомобільний транспорт»

ЗАТВЕРДЖУЮ

Зав.кафедрою ТАМ

Диха О.В.

" 10 "квітня 2025 р.

ЗАВДАННЯ
НА КВАЛІФІКАЦІЙНУ РОБОТУ БАКАЛАВРА

Машталеру Валентину Олеговичу

1. Тема проекту:

«Стенд для випробувань амортизаторів вантажних автомобілів»

керівник проекту: Диха Олександр Володимирович, д.т.н., проф.

Затверджено наказом університету від 7 лютого 2025р. № 26

2. Строк подання студентом проекту на кафедру: 10.06.2025 р.

3. Вихідні дані до проекту:

- 1) *Технічні умови на технологію обслуговування амортизаторів автомобіля.*
- 2) *Річна програма ремонту деталей.*
- 3) *Результати літературного огляду і патентного пошуку.*

4. Зміст пояснювальної записки (перелік питань, які потрібно розробити)

1. *Огляд промислових аналогів розроблюваного стенду ресурсних випробувань амортизаторів*
2. *Розробка та розрахунок стенду ресурсних випробувань амортизаторів*
3. *Технологічний процес ресурсних випробувань амортизаторів автомобілів*
4. *Безпека та екологічність ділянки механічного складання*

5. Консультанти розділів роботи

Розділ	Прізвище, ініціали та посада консультанта	Підпис, дата	
		завдання видав	завдання прийняв

6. Дата видачі завдання: 10 квітня 2025р.

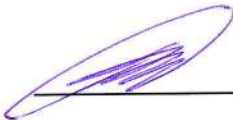
КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

№ з/п	Назва етапів дипломного проекту (роботи)	Строк виконання етапів проекту (роботи)	Примітка
1	Огляд промислових аналогів розроблюваного стенду ресурсних випробувань амортизаторів	1.05.2025	
2	Розробка та розрахунок стенду ресурсних випробувань амортизаторів	15.05.2025	
3	Технологічний процес ресурсних випробувань амортизаторів автомобілів	25.05.2025	
4	Безпека та екологічність ділянки механічного складання	5.06.2025	
5	Оформлення пояснювальної записки і презентації	10.06.2025	

Студент

 Машталер В.О.

Керівник роботи

 Диха О.В.

РЕФЕРАТ

Обсяг пояснювальної записки – 74 сторінок, кількість рисунків – 42, таблиць – 9, додатків – 1, кількість джерел згідно із переліком посилань – 14.

Студент гр. АТс-22-2 Машталер В.О.

Тема «Стенд для випробувань амортизаторів вантажних автомобілів»

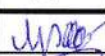



Дана кваліфікаційна робота бакалавра присвячена розробці стенду для дослідження амортизаторів вантажних автомобілів, що дозволить моделювати реальні умови експлуатації, вимірювати ключові параметри.

Для досягнення зазначеної мети в роботі було вирішено такі завдання:

1. Аналіз існуючих методів та обладнання для випробувань амортизаторів;
2. Розробка технічних вимог та конструкторських рішень для стенду;
3. Моделювання та оптимізація конструктивних елементів стенду;
4. Проведення експериментальних досліджень і аналіз отриманих даних.

Перелік ключових слів: стенд, амортизатор, експлуатаційні параметри, експериментальні випробування

Анотація.....	
Вступ.....	6
1. Огляд промислових аналогів розроблюваного стенду ресурсних випробувань амортизаторів.....	8
2 Розробка та розрахунок стенду ресурсних випробувань амортизаторів.....	16
2.1 Тяговий розрахунок автомобіля.....	16
2.2 Технічне завдання на розробку стенду ресурсних випробувань амортизаторів вантажного автомобіля.....	32
2.3 Технічна пропозиція на розробку стенду ресурсних випробувань амортизаторів вантажного автомобіля.....	35
2.4 Силкові та міцнісні розрахунки вузлів та деталей конструкції.....	47
3. Технологічний процес ресурсних випробувань амортизаторів автомобілів.....	56
3.1 Параметри перевірки стану амортизатора вантажного автомобіля.....	56
3.2 Найбільш характерні несправності амортизаторів.....	57
3.3 Технологічний процес проведення ресурсних випробувань амортизатора вантажного автомобіля.....	59
3.4 Технологічний процес складання вузлів стенду випробувань амортизаторів.....	59

					КРБАТ 25.22127. ПЗ			
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата				
Розроб.	Машпалер				Стенд для випробувань амортизаторів вантажних автомобілів	Літ.	Аркуш	Аркушів
Перевір.	Диха						4	80
Н.контр.	Бабак				ХНУ, гр. АТс-22-2			
Затвер	Диха							

4 Безпека та екологічність ділянки механічного складання.....	61
4.1 Конструктивно-технологічна та організаційно-технічна характеристика технічного об'єкта.....	60
4.2 Ідентифікація професійних ризиків.....	63
4.3 Методи та засоби зниження професійних ризиків.....	65
4.4 Забезпечення пожежної безпеки технічного об'єкту.....	66
4.5 Забезпечення екологічної безпеки технічного об'єкта.....	70
 Висновок.....	 71
 Список використаної літератури та джерел.....	 72

Додатки

Вступ

Сучасна транспортна індустрія висуває високі вимоги до надійності, безпеки та довговічності компонентів вантажних автомобілів. Одним з ключових елементів, що забезпечують комфорт та безпеку під час руху, є амортизатори. Вони відіграють важливу роль у системі підвіски, пом'якшуючи удари і вібрації, що виникають під час руху різними типами доріг. В умовах інтенсивної експлуатації вантажних автомобілів амортизатори схильні до значних навантажень, що потребує особливої уваги до їх якості та довговічності.

Розробка стенду для ресурсних випробувань амортизаторів вантажних автомобілів є актуальним завданням, спрямованим на підвищення надійності та ефективності транспортних засобів. Такий стенд дозволить проводити комплексні та точні випробування амортизаторів, виявляючи їх слабкі місця та оцінюючи термін служби у реальних умовах експлуатації. Це особливо важливо для виробників автокомпонентів, які прагнуть поліпшити свої продукти та відповідати високим стандартам якості.

Амортизатори відіграють ключову роль у забезпеченні безпеки вантажних автомобілів, впливаючи на керуваність, стійкість та гальмівний шлях транспортного засобу. Ресурсні випробування на спеціалізованих стендах дозволяють ретельно перевірити та підтвердити надійність та довговічність амортизаторів в умовах, наближених до реальної експлуатації. Це знижує ризик відмов та аварійних ситуацій, пов'язаних із несправностями підвіски. Використання надійних амортизаторів продовжує термін служби компонентів підвіски та знижує частоту технічного обслуговування та ремонту. Ресурсні випробування дозволяють виявляти та усувати потенційні дефекти на стадії розробки, що зменшує кількість гарантійних випадків та пов'язаних із ними витрат. Таким чином, інвестиції у випробувальні стенди окупаються за рахунок скорочення експлуатаційних витрат.

Багато країн та міжнародні організації встановлюють суворі стандарти та нормативи для автокомпонентів, включаючи амортизатори. Спеціалізовані стенди для ресурсних випробувань дозволяють виробникам забезпечити відповідність своєї продукції встановленим вимогам, що є обов'язковою умовою для виходу на ринок та сертифікації продукції. Ресурсні випробування дозволяють проводити всебічну оцінку якості амортизаторів, виявляти слабкі

					КРБАТ 25.22127.000. ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		6

місця та проводити коригування у конструкції та виробничому процесі. Це призводить до створення більш якісних та довговічних продуктів, що підвищує довіру споживачів та покращує репутацію виробника на ринку. Випробувальні стенди є інструментом для наукових досліджень та розробок нових технологій. Вони дозволяють інженерам та вченим проводити експериментальні дослідження, розробляти та тестувати нові матеріали та конструкції амортизаторів. Це сприяє інноваціям та технічному прогресу в галузі. Виробники, які можуть продемонструвати високу надійність та довговічність своєї продукції, отримують конкурентні переваги на ринку. Наявність спеціалізованих стендів для ресурсних випробувань дозволяє компанії покращити свої продукти та запропонувати споживачам більш надійні та якісні рішення, що підвищує їхню привабливість на конкурентному ринку.

Вантажні автомобілі експлуатуються в різноманітних та часто екстремальних умовах, включаючи різні кліматичні зони та дорожні покриття. Ресурсні випробування на стендах дозволяють моделювати ці умови та перевіряти амортизатори на стійкість до різних видів навантажень та впливів. Це забезпечує створення універсальних та адаптивних продуктів, здатних ефективно працювати в будь-яких умовах.

Мета роботи: Розробка стенду для дослідження амортизаторів вантажних автомобілів. Такий стенд дозволить моделювати реальні умови експлуатації, вимірювати ключові параметри.

Завдання роботи:

1. Аналіз існуючих методів та обладнання для випробувань амортизаторів;
2. Розробка технічних вимог та конструкторських рішень для стенду;
3. Моделювання та оптимізація конструктивних елементів стенду;
4. Проведення експериментальних досліджень і аналіз отриманих даних

					КРБАТ 25.22127.000. ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		7

1. Огляд промислових аналогів розроблюваного стенду ресурсних випробувань амортизаторів

Для розробки стенду ресурсних випробувань амортизаторів вантажних автомобілів слід проаналізувати існуючі промислові аналоги. Розгляд поточних рішень дозволить виділити ключові характеристики та функціональні можливості, а також виявити напрямки покращення.

Компанія MTS Systems Corporation пропонує різноманітні стенди для випробувань амортизаторів, що широко використовуються в автомобільній промисловості. Одним із таких є стенд для випробування амортизаторів автомобіля MTC1000+, представлений на рисунку 1.

Основними характеристиками стенду є висока точність вимірів та можливість відтворення складних циклів навантажень. Автоматизовані системи керування стенду забезпечують точний контроль параметрів випробувань, що проводяться. Стенд забезпечує підтримку різних типів амортизаторів, включаючи однотрубні, двотрубні та електронно-керовані моделі.

Перевагами стенду для випробування амортизаторів автомобіля MTC1000+ є:

- високий рівень автоматизації та інтеграція з програмним забезпеченням для аналізу даних;
- надійність та довговічність обладнання.

Недоліками стенду для випробування амортизаторів автомобіля MTC1000+ є:

- висока вартість обладнання;
- необхідність спеціалізованого навчання для роботи із системою.

Технічні характеристики стенду наведено у таблиці 1

					КРБАТ 25.22127.000. ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		8



Рисунок 1 – Стенд для випробування амортизаторів автомобіля МТС1000+

Іншим знайденим в результаті пошуку промисловим аналогом проєктованого стенду буде стенд "CENTURION" S400AM. Зовнішній вигляд стенду представлений рисунку 2. Технічні характеристики наведено у таблиці 1.»

					КРБАТ 25.22127.000. ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		9



Рисунок 2 – Стенд випробування амортизаторів "CENTURION" S400AM

Під час перевірки амортизаторів на стенді проводиться замір зусилля опору амортизатора на ході стиснення та відбою, з можливістю побудови робочої діаграми амортизатора та швидкісної характеристики.

Програмний модуль стенду дозволяє проводити адаптацію перевірок під специфічні завдання, вибирати кількість циклів прокачування та швидкості прокачування, додавати та редагувати типи та параметри амортизаторів, що підлягають випробуванням. Програмна оболонка стенду дозволяє накопичувати, зберігати та редагувати базу даних з випробувань як локально, і у мережі.

					КРБАТ 25.22127.000. ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		10

Стенд контролю та діагностики амортизаторів дозволяє визначати зусилля ходів стиснення та відбою амортизаторів, будувати діаграму Монро та швидкісну характеристику амортизатора, визначати тиск газового підпору, видавати результати вимірів у числовому, графічному вигляді та у вигляді висновку про відповідність або невідповідність параметрів. Графічне представлення результатів вимірювань можна масштабувати, щоб проаналізувати роботу різних вузлів амортизатора. [16]

Таблиця 1 – Технічні характеристики стенду випробування амортизаторів "CENTURION" S400AM

ПАРАМЕТРІВ	ЗНАЧЕННЯ
Максимальне контрольоване зусилля, кг	350
Точність вимірювання зусиль, не більше, кг	0,1
Хід штока амортизатора при діагностиці, мм	70
Швидкість випробування, до м/с	0,73
Максимальна довжина корпусу амортизатора, що випробовується, мм	500
Максимальний розмір корпусу амортизатора, що випробовується, по ширині, мм.	300
Максимальний розмір корпусу амортизатора, що випробовується, в глибину від його осі, не менше, не менше, мм	70
Мінімальний робочий вихід штока амортизатора, що випробовується, мм	90
Габаритні розміри стенду, В x Ш x Г, мм.	1940 x 500 x 460
Кількість амортизаторів, що випробовуються, шт.	1
Напруга живлення,	380 (3P+N+PE)
Потужність, що споживається, не менше, кВт	2,2

Ще один стенд для перевірки амортизаторів, який був виявлений під час пошуку патентних аналогів, це універсальний стенд для випробування гасників коливань за патентом 2556768. Зовнішній вигляд стенду представлений рисунку 3.

					КРБАТ 25.22127.000. ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		11

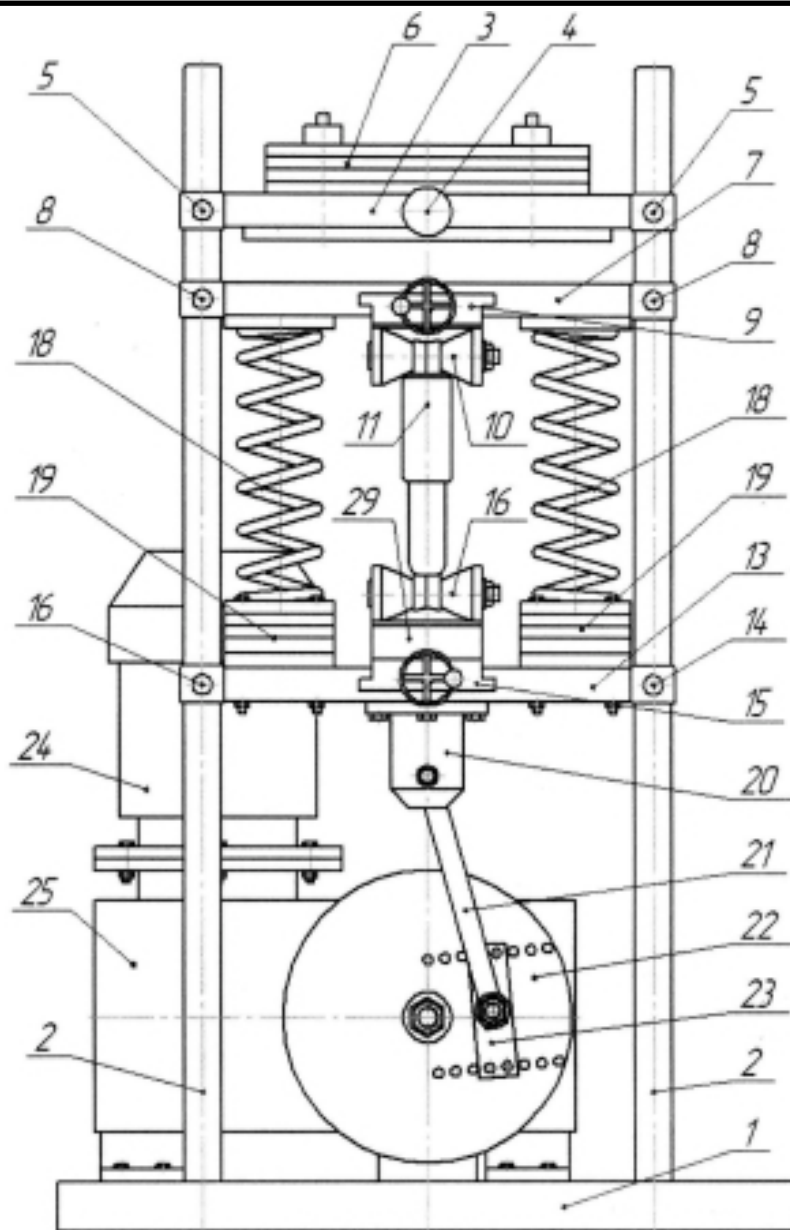


Рисунок 3 – Універсальний стенд для випробування гасників
коливань за патентом 2556768

Стенд містить основу, що направляють, привід, що встановлюються з можливістю заміни один на одного кривошипно-повзунний механізм або змінні ексцентрики різних форм і розмірів, призначені для імітації умов експлуатації і контактують з роликком, пристрій регулювання амплітуди коливань, верхню і нижню плити з фіксаторами і опорами для опори вантажем, силовимірювальний пристрій, П-подібний корпус кріплення

					КРБАТ 25.22127.000. ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		12

верхньої головки шатуна або ролика, що контактує з ексцентриком. Опори для кріплення гасника встановлені з можливістю переміщення уздовж плит. Пружні елементи встановлені з можливістю узгодження довжини із довжиною гасника. Плити та пластина з вантажем розташовані на вертикальних напрямних та забезпечені фіксаторами положення. Забезпечується можливість проведення різних видів випробувань, моделювання різних режимів роботи гасителів коливань транспортних засобів на одному стенді.

Стенд призначається щодо ресурсних випробувань амортизаторів автомобілів різних типів. Під час проведення випробування може змінюватися хід штока, амплітуда навантаження, частота навантаження, сила дії тощо. параметри. Привід амортизатора здійснюється за допомогою кривошипно-шатунного механізму, що забезпечує хід амортизатора у вертикальній площині.

Також у процесі пошуку промислових аналогів було виявлено стенд, прийнятий як базовий. Порівняння інших аналогів буде проводитись щодо цього стенду. Прийнятий як базовий стенд має найбільш типові ознаки для стендів даного типу і при цьому має найнижчу вартість. Як базовий приймається стенд для діагностики амортизаторів ПС-63». Зовнішній вигляд стенду представлений рисунку 4.

Стенд ПС-63 призначається для проведення ресурсних випробувань гідравлічних та гідропневматичних амортизаторів автомобілів в умовах, наближених до умов експлуатації. Навантаження на амортизатор створюється гідравлічним циліндром.

					КРБАТ 25.22127.000. ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		13



Рисунок 4 – Стенд для діагностики амортизаторів ПС-63

Аналіз промислових аналогів показав, що існуючі стенди для ресурсних випробувань амортизаторів мають високий рівень автоматизації, точності та універсальності. Однак вони також характеризуються високою вартістю та складністю експлуатації. Розробка нового стенду має враховувати виявлені переваги та недоліки існуючих рішень з метою створення більш доступної, ефективної та легкої у використанні системи, адаптованої під специфічні умови випробувань амортизаторів вантажних автомобілів.

Існуючі промислові стенди, пропоновані компаніями MTS, Instron, Servotest, Schenck та Moog, демонструють високі стандарти точності, надійності та автоматизації. Ці системи мають широкий функціонал і здатні проводити комплексні випробування амортизаторів.

у різних режимах та умовах експлуатації. Сучасні стенди забезпечують

					КРБАТ 25.22127.000. ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		14

високу точність вимірювань, можливість програмування складних циклів випробувань та інтеграцію із програмним забезпеченням для аналізу даних. Вони можуть адаптуватися під різні типи амортизаторів та умови випробувань, що робить їх універсальними та ефективними інструментами для тестування.

Незважаючи на високі технічні характеристики, існуючі рішення характеризуються значними початковими інвестиціями, складністю встановлення та вимогами до наявності спеціалізованого технічного персоналу для експлуатації та обслуговування. Високі витрати на придбання та експлуатацію можуть обмежувати доступність цих систем для невеликих компаній.

Аналіз виявив кілька областей для потенційних покращень. Це включає розробку більш доступних за вартістю рішень, спрощення інтерфейсів управління, зниження вимог до технічного обслуговування та збільшення адаптивності під специфічні умови випробувань амортизаторів вантажних автомобілів. Вантажні автомобілі вимагають специфічних випробувальних умов через більш високі навантаження та різноманітність експлуатаційних ситуацій. Розробка спеціалізованого стенду, адаптованого під ці умови, є важливим кроком для забезпечення надійності та довговічності амортизаторів у реальних умовах експлуатації.

Огляд промислових аналогів підтвердив актуальність та необхідність розробки нового стенду для ресурсних випробувань амортизаторів вантажних автомобілів. Такий стенд повинен поєднувати передові технології, високу точність і надійність, при цьому бути більш доступним і простим в експлуатації в порівнянні з існуючими рішеннями. Це дозволить розширити можливості тестування та підвищити якість продукції, що має критичне значення для забезпечення безпеки та ефективності вантажних перевезень.

					КРБАТ 25.22127.000. ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		15

2 Розробка та розрахунок стенду ресурсних випробувань амортизаторів

2.1 Тяговий розрахунок автомобіля

В якості автомобіля аналога вибираємо КРАЗ. КРАЗ – середньотонажний двовісний вантажний автомобіль з колісною формулою 4x2, що відповідають за рівнем викидів екологічному класу Євро-4, призначені для перевезення різних народногосподарських вантажів (продукти харчування, одяг, взуття, галантерея, побутова техніка, меблі та ін.) по автомобільних дорогах загальної транспортної. Автомобіль представлений на рис. 5.



Рисунок 5 – Вантажний автомобіль КРАЗ

Технічна характеристика КРАЗ представлена у таблиці 2.

					КРБАТ 25.22127.000. ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		16

Таблиця 2 – Технічна характеристика КРАЗ

Найменування параметра	Одиниця виміру	Значення параметра
Вантажопідйомність, кг		8000
Повна маса, кг		14950
Колісна база	мм	4200
Об'єм платформи	м ³	30
Двигун		Cummins ISF 3.8e4 168
Максимальна потужність при 2100 об/хв	л.с. (кВт)	180 (132,4)
Максимальний момент, що крутить, при 1500 об/хв,	кгс·м (Н·м)	68 (666,8)
Коробка передач	-	5-ступінчаста з синхронізаторами на II, III, IV та V передачах
Передавальні числа: коробки передач	-	5,26; 2,90; 1,52; 1,00; 0,66; з.г. - 5,48;
головної передачі	-	7,24
Паливний бак	л	200
Розмір шин	-	235/75R17,5

Площа лобового опору та коефіцієнт повітряного опору визначаються залежно від вантажопідйомності автомобіля: $A_B = 5,21$ м² – площа лобового опору; $k_B = 0,8$ Нс²/м⁴ - коефіцієнт повітряного опору.

Зробимо розрахунок зовнішньої швидкісної характеристики двигуна автомобіля, виходячи з технічних характеристик двигуна Cummins, який встановлюється на цей автомобіль. Розрахунок потужності та крутного моменту представимо в таблиці 3. Графіки ефективної потужності та крутного моменту представимо на малюнках 6 і 7

					КРБАТ 25.22127.000. ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		17

Таблиця 3 – Зовнішня швидкісна характеристика двигуна

n_x	H_i	M_e
300	21,17	670
600	45,63	720
900	70,56	749
1200	94,12	750
1500	113,9	725
1800	127,8	670
2100	132,4	602
2400	127,1	505

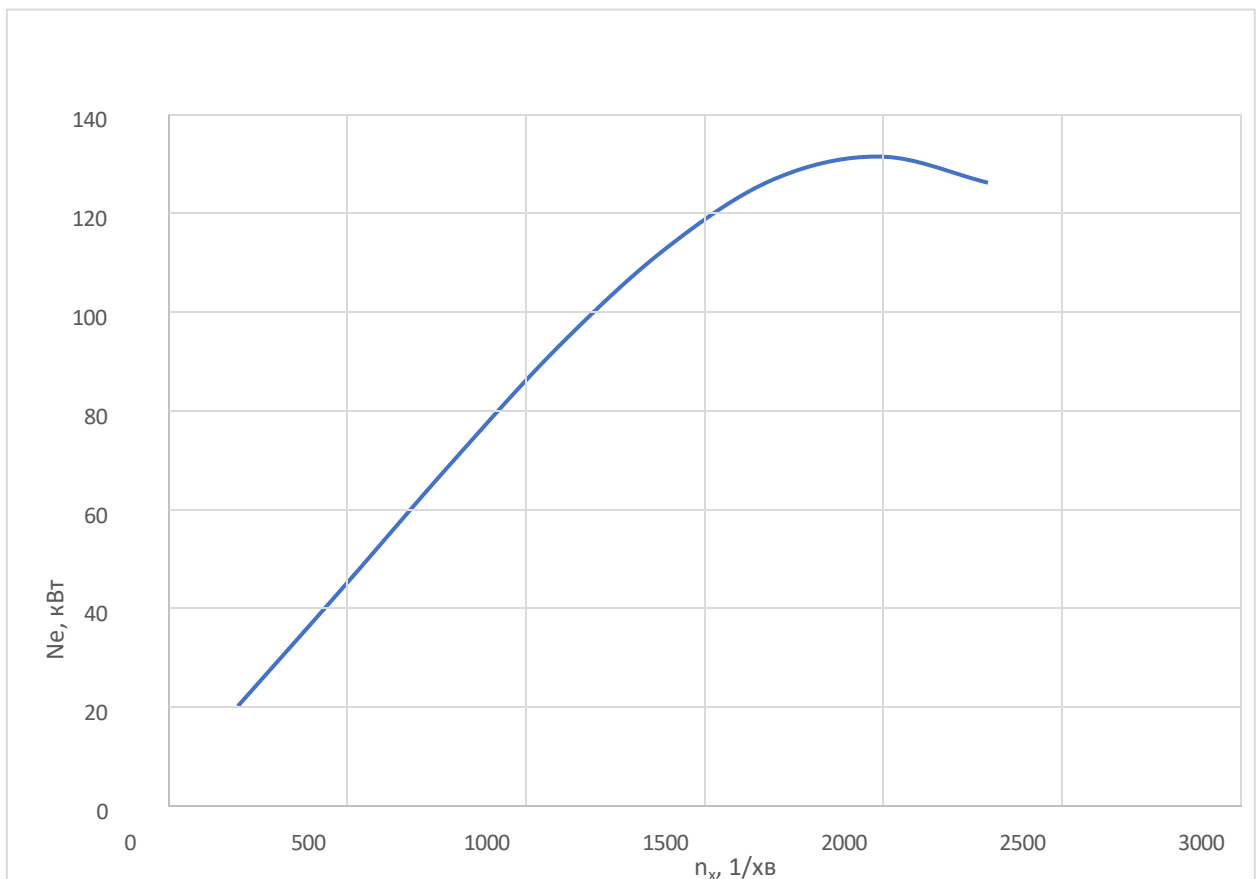


Рисунок 6 – Графік потужності двигуна

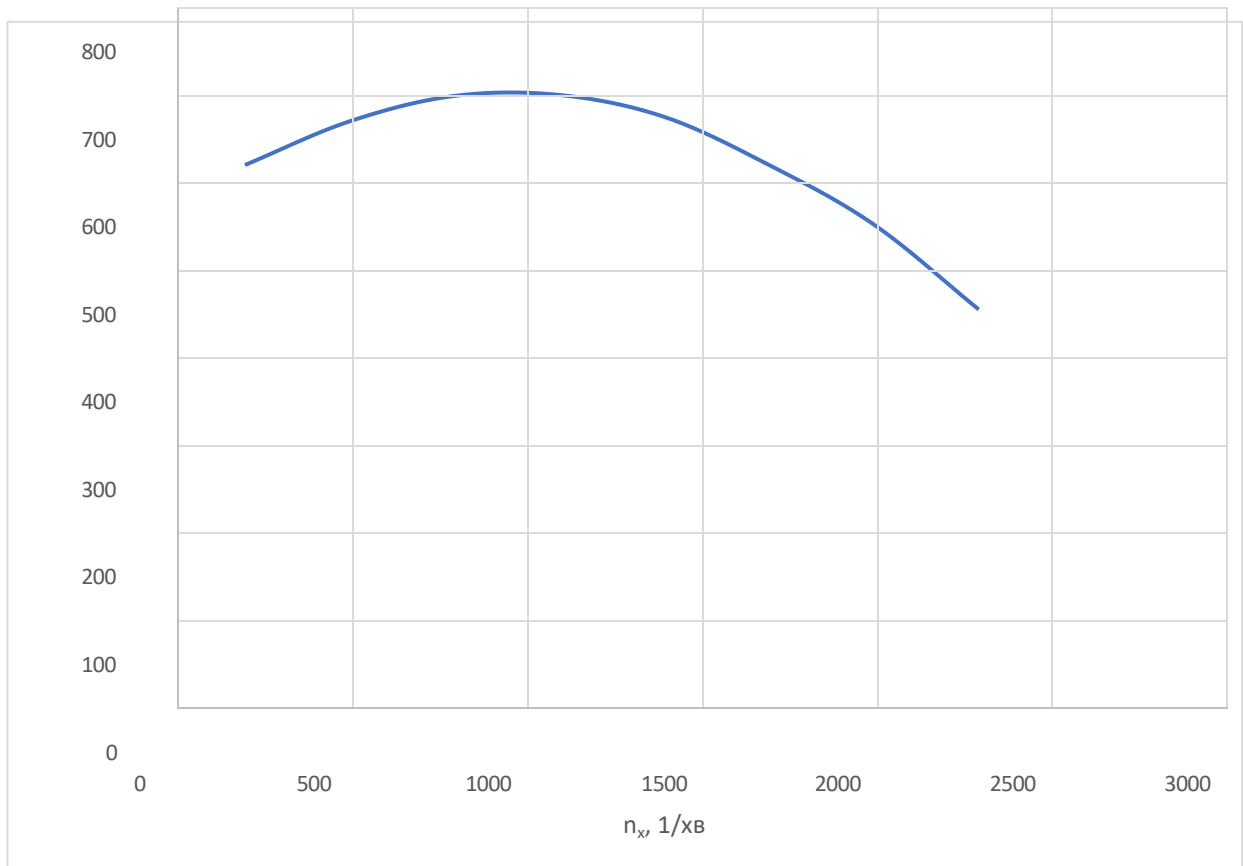


Рисунок 7 – Графік крутного моменту двигуна

Розрахуємо силу тяги на колесах провідного мосту, таблиця 6:

$$P_k = \frac{M_e \cdot i_k \cdot i_o}{r_k} \eta_T, \quad (1)$$

M_e – крутний момент двигуна, Н·м;

i_k – передавальне число коробки;

i_o – передатне число головної передачі;

r_k – радіус кочення колеса, м;

η_T – коефіцієнт корисної дії трансмісії»

Швидкість руху автомобіля визначається за такою формулою:

					КРБАТ 25.22127.000. ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		19

$$V_a = 0,337 \frac{r_k \cdot n_e}{i_k \cdot i_o}, \frac{\text{км}}{\text{ч}} \quad (6)$$

$$V_a = 0,337 \frac{567,5 \cdot 300}{5,26 \cdot 7,24} = 1,4, \frac{\text{км}}{\text{ч}}$$

Радіус кочення колеса

$$r_k = \frac{d}{2} + H(1 - \lambda_{ш}), \quad (3)$$

d – внутрішній діаметр шини, м;

H – висота профілю шини у вільному стані;

$\lambda_{ш}$ – коефіцієнт нормальної деформації

шини. Прийємо коефіцієнт $\lambda_{ш}$, рівним 0,1

Величини d і H з маркування шин»

$$r_k = 508 + 70 \cdot (1 - 0,15) = 567,5$$

Таблиця 4 - Розрахунок тягової сили на колесах

n _e , про/хв	Передача									
	I		II		III		IV		V	
	V _{a,км/год}	P _{до,кН}	V _{a,км/год}	P _{до,кН}	V _{a,км/год} д	P _{до,кН}	V _{a,км/год}	P _{до,кН}	V _{a,км/год}	P _{до,кН}
300	1,4	43,4	2,8	23,9	5,1	12,5	7,8	8,2	12	5,4
600	3,3	43,4	6,1	23,8	11,6	12,4	17,7	8,1	27,2	5,3
900	5	42,8	9,1	23,5	17,4	12,3	26,5	8,1	40,9	5,3
1200	6,7	42,5	12,2	23,6	23,3	12,4	35,4	7,9	54,5	5,4
1500	8,4	41,3	15,3	22,8	29,1	11,9	44,2	7,8	68,1	5,1
1800	10	38,2	18,3	21	35	11	53	7,2	81,8	4,7
2100	11,8	34,3	21,4	18,9	40,7	9,9	61,9	6,5	95,4	4,3
2400	13,4	28,8	24,5	15,8	46,6	8,3	70,8	5,4	109	3,6

Графік тягових сил на провідних колесах за розрахунками представлений на рисунку 8.

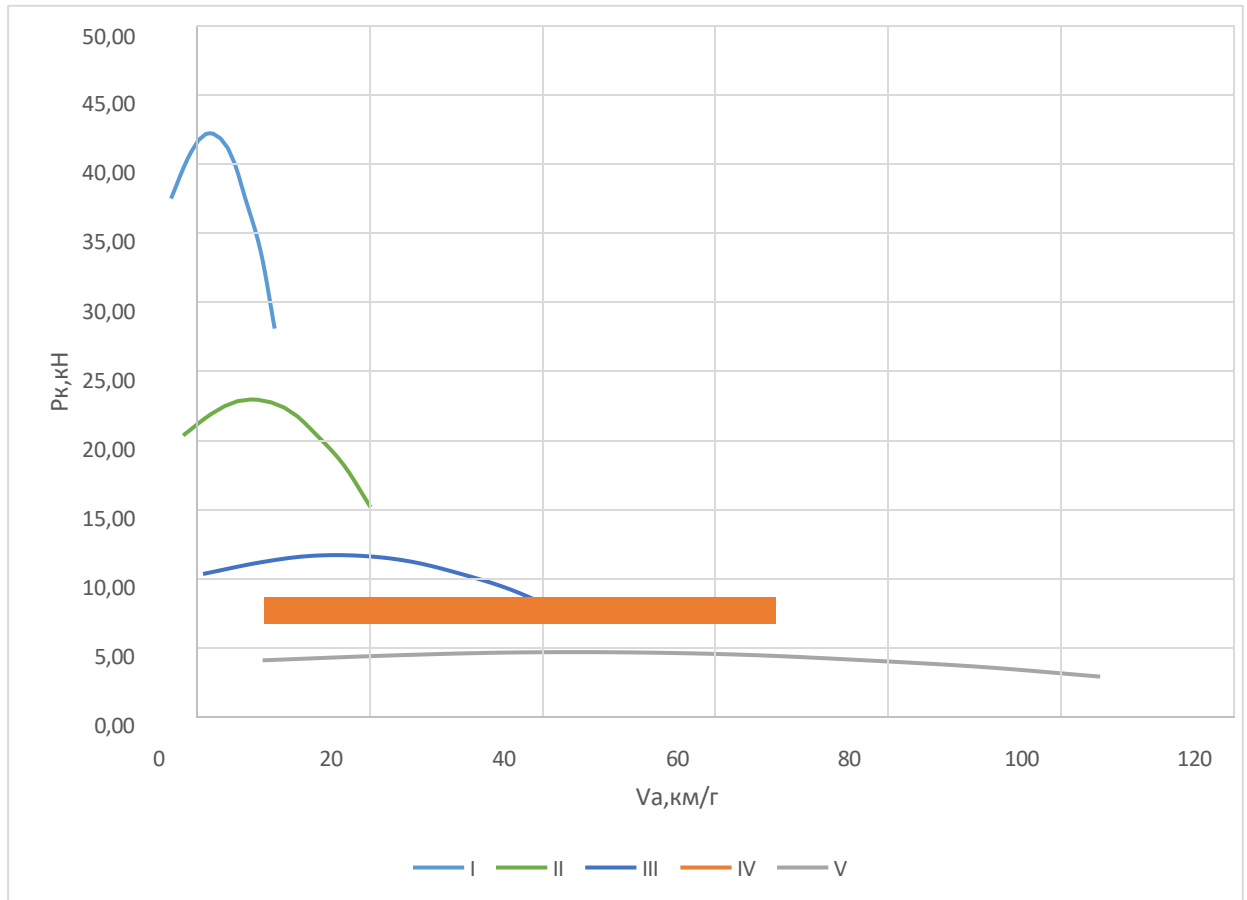


Рисунок 8 – Графік тягових сил на провідних колесах

Сумарна сила опору дороги визначається за формулою:

$$P_{\psi} = \psi \cdot G_a, \quad (4)$$

Ψ – коефіцієнт сумарного опору дороги;

G_a – повна вага автомобіля, кН.

Коефіцієнт сумарного опору дороги

$$\psi = f \cos \alpha \pm \sin \alpha \quad (5)$$

Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата

f – коефіцієнт опору кочення;

α – кут підйому дороги

Коефіцієнт (ψ) сумарного опору дороги дорівнює коефіцієнта (f) опору кочення.

$$f = f_0 \left(1 + \frac{V_a^2}{20000} \right), \quad (6)$$

f_0 - коефіцієнт опору коченню, що відноситься до малих швидкостей руху автомобіля; $f_0 = 0,015$;

V_a – швидкість руху автомобіля, км/год.

Приймаємо

Сила опору повітря в кН визначається за формулою (6):

$$f = 0,015 \left(1 + \frac{70^2}{20000} \right) = 0,018$$

$$P_\psi = 0,018 \cdot 14950 = 2691$$

$$P_w = \frac{k_w \cdot F \cdot V_a^2}{13000}, \quad (7)$$

k_w – коефіцієнт опору повітря;

F – лобова площа автомобіля, м². [2]

$$F = B_a \cdot H_a \quad (8)$$

$$F = 1,917 \cdot 2,720 = 5,21 \text{ м}^2$$

$$P_w = \frac{0,65 \cdot 5,21 \cdot 70^2}{13000} = 1,27$$

					КРБАТ 25.22127.000. ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		22

V_a – найбільша ширина автомобіля, м;

N_a – найбільша висота автомобіля, м.т.

Розрахунок сил опору руху автомобіля зводиться до таблиці 5.

Результати розрахунку як графіка подаються рисунку 9.

Таблиця 5 - Розрахунок сил опору руху автомобіля

V_a , км/год	V_{a2} , км/год	P_ψ , кН	P_w , кН	$P_\psi + P_w$, кН
12	144	0,22586	0,03751	0,26338
27,2	739,84	0,23255	0,19273	0,42528
40,9	1672,81	0,24301	0,43577	0,67878
54,5	2970,25	0,25755	0,77375	1,03130
68,1	4637,61	0,27625	1,2081	1,48435
81,8	6691,24	0,29928	1,74307	2,04235
95,4	9101,16	0,3263	2,37085	2,69715
109	11881	0,35747	3,095	3,45247

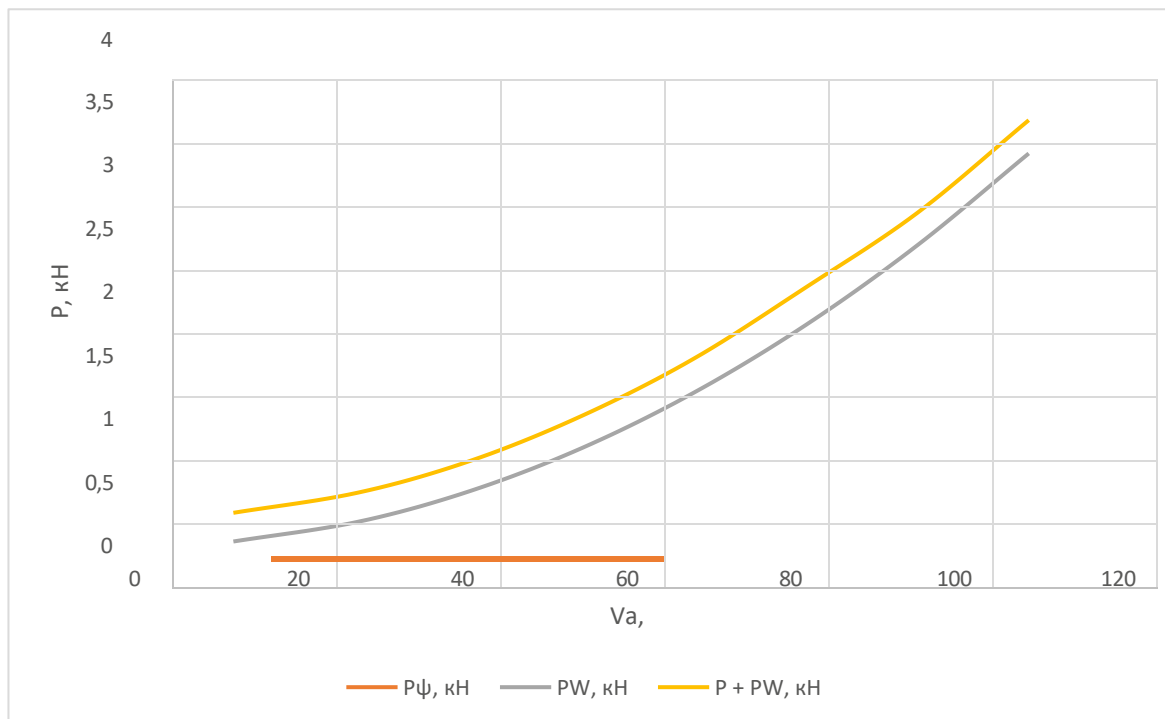


Рисунок 9 – Розрахунок сил опору руху автомобіля

Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата

КРБАТ 25.22127.000. ПЗ

Арк.

23

Динамічний фактор при повному навантаженні автомобіля:

При малих швидкостях руху автомобіля сила (P_w) має дуже малу величину, тоді як сила тяги (P_k) на нижчих передачах та малих швидкостях руху має великі числові значення. У цих випадках можна приймати $P_{iv} = 0$ та визначати динамічний фактор за спрощеною формулою:»

$$D_{100} = \frac{P_k}{G_a}. \quad (10)$$

Результати розрахунків тягової сили представлені в таблиці 6 та на рисунку 10.

Таблиця 6 - Розрахунок тягової сили на провідних колесах

Передача									
I		II		III		IV		V	
$V_{a,км/год}$	$P_{до,кН}$	$V_{a,км/год}$	$P_{до,кН}$	$V_{a,км/год}$	$P_{до,кН}$	$V_{a,км/год}$	$P_{до,кН}$	$V_{a,км/год}$	$P_{до,кН}$
1,4	38,18	2,8	21,05	5,1	11,03	7,8	7,26	12	4,79
3,3	41,03	6,1	22,62	11,6	11,85	17,7	7,80	27,2	5,14
5	42,69	9,1	23,53	17,4	12,33	26,5	8,11	40,9	5,35
6,7	42,74	12,2	23,56	23,3	12,35	35,4	8,12	54,5	5,35
8,4	41,32	15,3	22,78	29,1	11,93	44,2	7,84	68,1	5,17
10	38,18	18,3	21,05	35	11,02	53	7,25	81,8	4,77
11,8	34,31	21,4	18,91	40,7	9,90	61,9	6,51	95,4	4,28
13,4	28,78	24,5	15,86	46,6	8,30	70,8	5,45	109	3,58

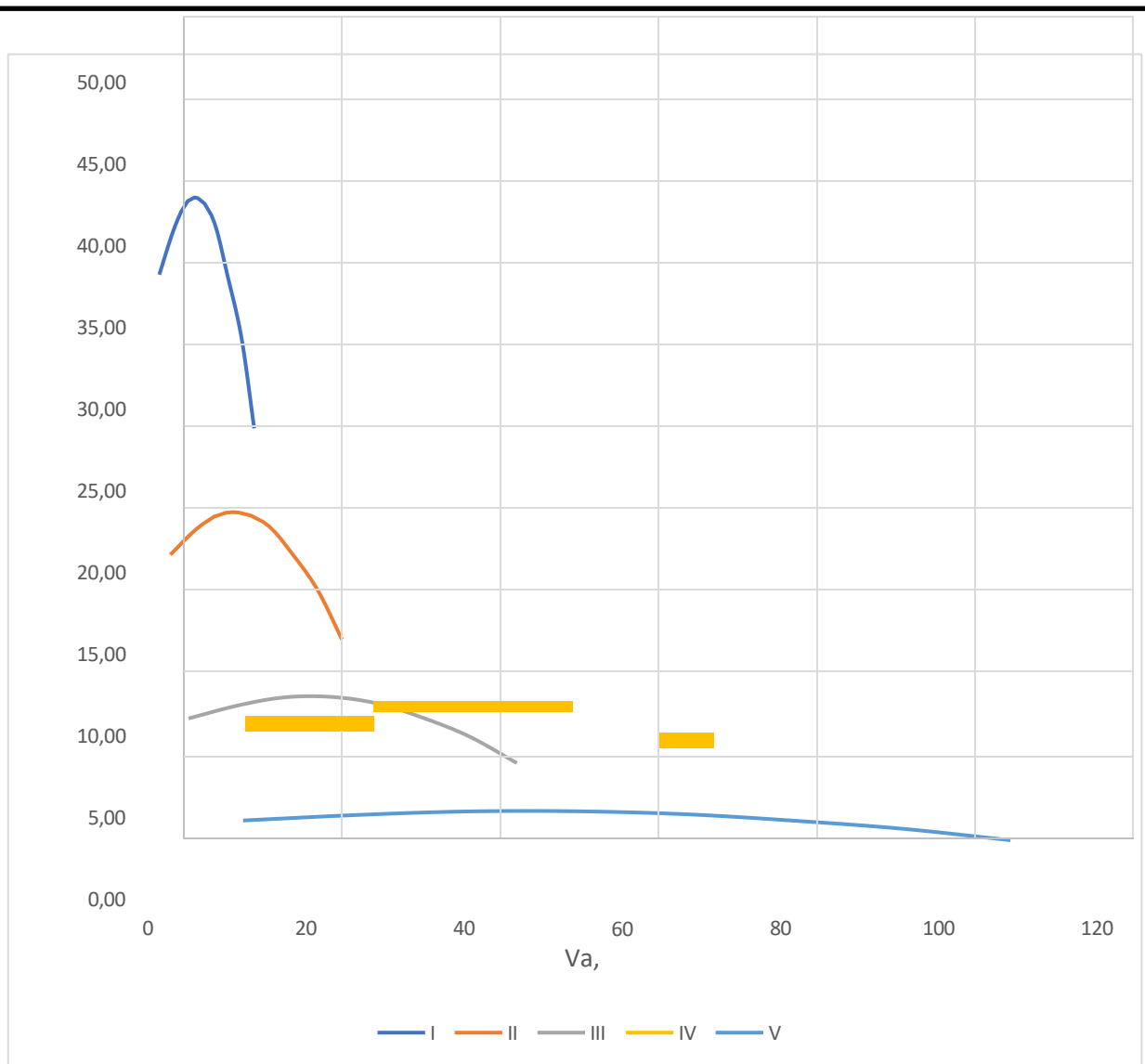


Рисунок 10 – Результати розрахунків тягової сили на провідних колесах

Динамічна характеристика автомобіля дозволяє вирішувати експлуатаційні завдання за повного навантаження автомобіля. Щоб за зміни навантаження автомобіля не перераховувати значення динамічного чинника, динамічну характеристику доповнюють номограмою навантажень.

Для побудови шкали D_0 обчислюють значення відрізка a_0 , що відповідає значенню $D_0 = 0,1$ при прийнятому значенні відрізка a_{100} на шкалі $D_{100} = 0,1$. Величина відрізка визначається по відношенню ваги автомобіля без вантажу (G_0) і з повним навантаженням за формулою:

$$a_0 = a_{100} \frac{G_0}{G_a}; \quad (11)$$

Далі однакові числові значення шкал (D_0 та D_{100}) з'єднують суцільними прямими лініями.

Графік контролю буксування поєднують при побудові з алегмограмою навантажень. При цьому використовують формули:

$$D_{\varphi 0} = \varphi \frac{G_{0\text{сц}}}{G_0} \quad (12)$$

$$D_{\varphi 100} = \varphi \frac{G_{\text{сц}}}{G_a}, \quad (13)$$

де: $D_{\varphi 0}$ – динамічний фактор зі зчеплення для автомобіля без вантажу;

$D_{\varphi 100}$ – динамічний фактор зі зчеплення для автомобіля з повним навантаженням;

φ – коефіцієнт зчеплення шин провідних коліс автомобіля із дорогою; $G_{0\text{сц}}$ - вага, що припадає на провідні колеса автомобіля без вантажу, кН;

G_0 - вага автомобіля без вантажу, кН;

$G_{\text{сц}}$ - вага, що припадає на провідні колеса повністю завантаженого автомобіля, кН;

G_a – повна вага автомобіля, кН.

Для визначення динамічного фактора зі зчеплення за формулами треба задати значення коефіцієнта зчеплення (φ) в діапазоні 0,1...0,8 з інтервалом 0,1. Результати розрахунку наведено у таблиці 7.»

					КРБАТ 25.22127.000. ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		26

Таблиця 7 - Результати розрахунку динамічного фактора зі зчеплення

φ	0.2	0.2	0.3	0.4	0.5	0.6	0.7	0.8
$D\varphi_0$	0.05	0.2	0.25	0.2	0.25	0.3	0.35	0.4
$D\varphi_{200}$	0.066	0.232	0.298	0.264	0.33	0.396	0.462	0.528

Прискорення автомобіля (j , м/с²) визначають за такою формулою:

$$j = \frac{D - \psi}{\delta} g, \quad (14)$$

де: D – динамічний фактор автомобіля;

ψ – коефіцієнт сумарного опору дороги;

δ - коефіцієнт обліку впливу обертових мас;

g – прискорення вільного падіння, що дорівнює 9,81 м/с.²»

Коефіцієнт може бути визначений за формулою:

$$\delta = 1 + \psi_1 \cdot i_{2k} + \beta_2, \quad (15)$$

де: β_1 та β_2 – постійні (для даного автомобіля) коефіцієнти;

i_k – передавальне число коробки;

Результати підрахунку прискорень автомобіля всіх передачах зводять у таблицю 8 і рисунок 11.

Таблиця 8 – Результати підрахунку прискорень автомобіля на всіх передачах

Передача														
I			II			III			IV			V		
Va, км/год	D	j, м/с ²	Va, км/год	D	j, м/с ²	Va, км/год	D	j, м/с ²	Va, км/год	D	j, м/с ²	Va, км/год	D	j, м/с ²
1,4	0,28	0,43	2,8	0,14	0,375	5,1	0,05	0,32	7,8	0,054	0,25	12	0,03	0,17
3,3	0,25	0,41	6,1	0,1	0,36	11,6	0,07	0,3	17,7	0,05	0,23	27,2	0,03	0,16
5	0,24	0,39	9,1	0,1	0,34	17,4	0,07	0,28	26,5	0,05	0,205	40,9	0,03	0,143
6,7	0,24	0,36	12,2	0,07	0,31	23,3	0,08	0,25	35,4	0,05	0,175	54,5	0,03	0,12
8,4	0,22	0,32	15,3	0,05	0,255	29,1	0,07	0,22	44,2	0,046	0,145	68,1	0,02	0,09
10	0,19	0,28	18,3	0,18	0,19	35	0,06	0,18	53	0,03	0,11	81,8	0,019	0,06
11,8	0,15	0,22	21,4	0,04	0,11	40,7	0,05	0,13	61,9	0,02	0,07	95,4	0,02	0,03
13,4	0,1	0,13	24,5	0,01	0,015	46,6	0,03	0,06	70,8	0,02	0,02	109	0,02	0

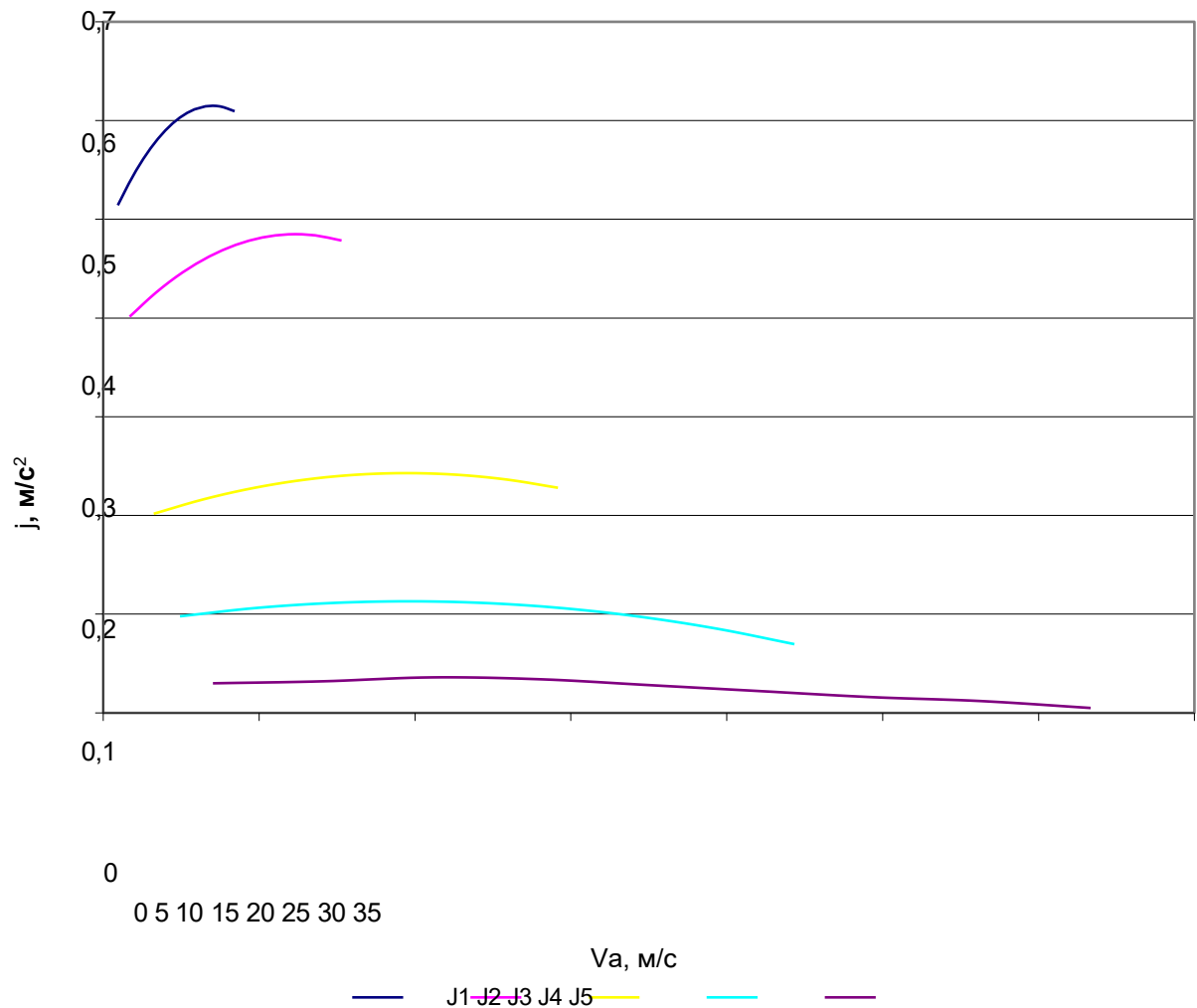


Рисунок 11 – Графік прискорення автомобіля

Час розгону автомобіля до певної швидкості визначають графоаналітичним методом, використовуючи графік прискорень

					КРБАТ 25.22127.000. ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		28

автомобіля.

Загальна залежність часу t розгону від швидкості V та прискорення j виражається інтегралом:

$$t = \int_0^{\infty} \frac{dV}{j}; \quad (16)$$

Наближене інтегрування за графіком дозволяє визначити час розгону (t , сек) при прийнятих розмірностях швидкості V_a (км/год) та прискорення j (м/с²) за формулою:

$$t = \sum_{V_{\min}}^{V_{\max}} \frac{\Delta V_a}{3,6 \cdot j_{cp}}; \quad (17)$$

Загальна закономірність шляху S розгону від часу розгону та швидкості руху виражається інтегралом:

$$S = \int V dt \quad (18)$$

Наближене інтегрування за графіком дозволяє визначити шлях розгону (S , м) при прийнятих розмірностях швидкості V_a , (км/год) та часу t (сек.) за формулою:

$$S = \int_{t=0}^{\infty} \frac{V_{\text{аср}} \Delta t}{3,6} \quad (19)$$

де: $V_{\text{аср}}$ – середня швидкість дільниці, км/год; $\Delta t = t_i$ – час розгону дільниці, з.

Для підвищення точності розрахунків шляху розгону проводять із використанням даних щодо визначення часу розгону. У цьому $V_{\text{аср}}$ визначають як середину інтервалу швидкостей кожному ділянці попереднього розрахунку, а збільшення часу приймають рівним t_i , тобто. різним для кожної ділянки. Розрахунок ведуть без уведення додаткової інформації, визначаючи послідовно:

-Шлях розгону на відрізок:

					КРБАТ 25.22127.000. ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		29

$$S_i = \frac{V_{\text{аср}} \cdot t_i}{3,6} \quad (20)$$

2) сумарний шлях розгону:

$$S = \sum \frac{V_i^{\text{max}}}{v_i} S_i \quad (21)$$

Графіком потужності балансу автомобіля називають графік, що має криві потужності, що підводиться до провідних колес на передачах, і криві потужності, що витрачається на подолання опору коченню та опору повітря, залежно від швидкості руху.

Потужність, що підводиться до провідних колес автомобіля (N_k), визначають за такою формулою:»

$$N_k = N_e \cdot \eta_T \quad (22)$$

Ефективну потужність (N_e) приймають за зовнішньою характеристикою двигуна.

Потужність, необхідну подолання опору дороги (N_ψ) обчислюють за формулою:

$$N_\psi = \frac{P_\psi \cdot V_a}{3,6} \quad (23)$$

де: P - сумарна сила опору дороги, кН;

V_a – швидкість руху автомобіля, км/год.

Потужність, необхідну подолання опору повітря (N_w) знаходять за формулою:

$$N_w = \frac{P_w \cdot V_a}{3,6} \quad (24)$$

де: P_w – сила опору, повітря, що визначається за формулою 7, кН

При підрахунку потужності, що підводиться до провідних колес автомобіля (N_k), використовують таблицю, а значення коефіцієнта корисної дії трансмісії (η_T) приймають рівним 0,85. Результати розрахунку представлені у таблиці 9 та на рисунку 12.

					КРБАТ 25.22127.000. ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		30

Таблиця 9 - Результати розрахунку графіка силового балансу автомобіля

P _ψ ,	P _w ,	N _ψ					N _w				
		I	II	III	IV	V	I	II	III	IV	V
		V _a					V _a				
0,225	0,037	0,087	0,175	0,320	0,489	0,752	0,014	0,029	0,053	0,081	0,125
0,232	0,192	0,213	0,394	0,749	1,147	1,757	0,176	0,326	0,621	0,951	1,456
0,243	0,435	0,337	0,614	1,174	1,788	2,760	0,605	1,101	2,106	3,207	4,950
0,257	0,773	0,479	0,872	1,666	2,532	3,863	1,440	2,622	5,007	7,608	11,606
0,276	1,208	0,644	1,174	2,233	3,391	5,225	2,818	5,134	9,765	14,832	22,853
0,299	1,743	0,831	1,521	2,909	4,406	6,800	4,841	8,860	16,946	25,661	39,606
0,326	2,370	1,069	1,939	3,689	5,610	8,646	7,771	14,093	26,803	40,765	62,827
0,357	3,095	1,330	2,432	4,627	7,030	10,82	11,52	21,063	40,063	60,868	93,709

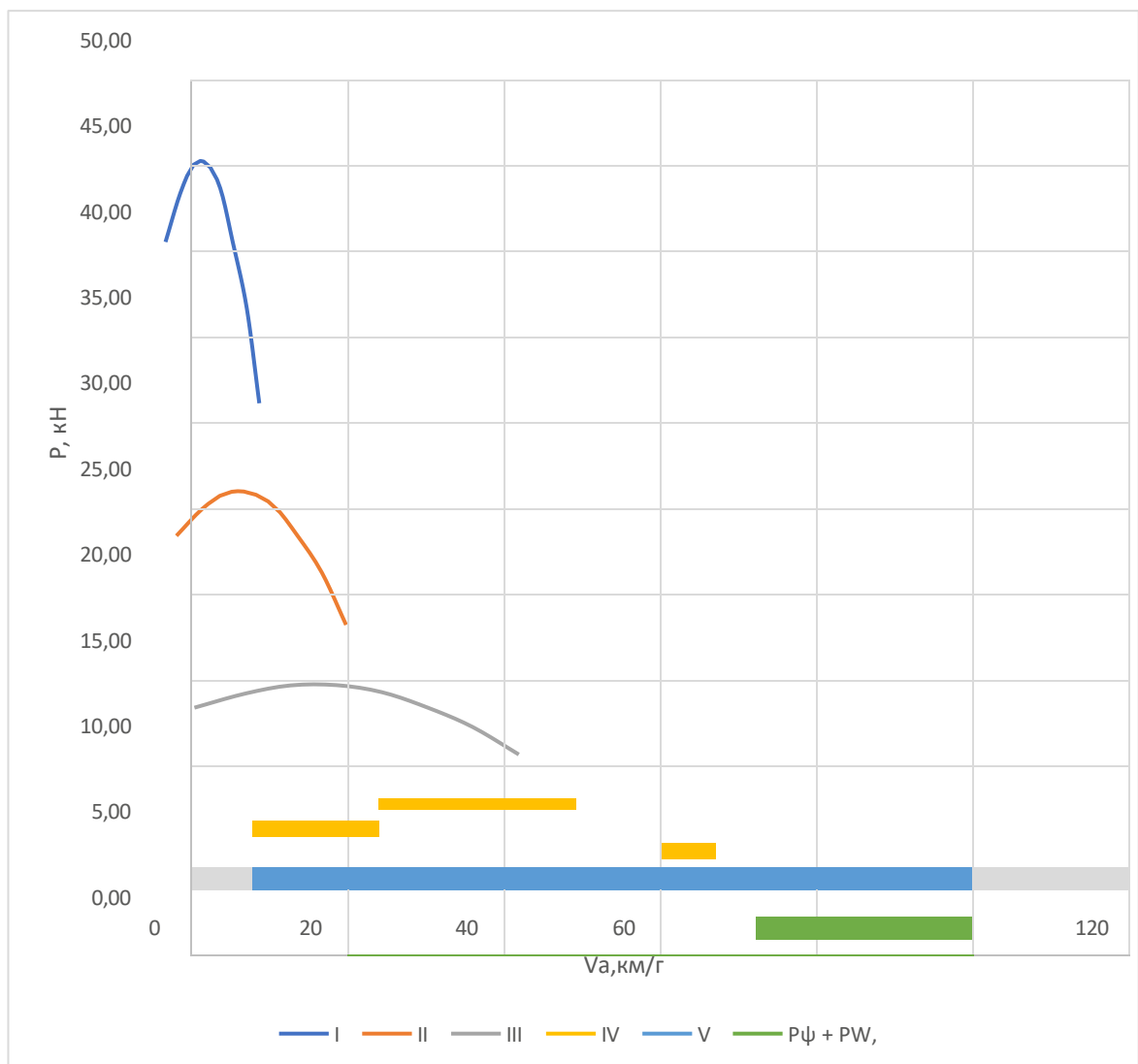


Рисунок 12 – Графік силового балансу автомобіля
Теоретичний мінімальний гальмівний шлях до зупинки

Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата

КРБАТ 25.22127.000. ПЗ

Арк.

31

автомобіля(S_T), що має гальмівні механізми на всіх колесах, визначають за формулою:

$$S_T = \frac{V_0^2}{254\varphi} \quad (25)$$

де:

V_0 – швидкість руху автомобіля на початку гальмування, км/год;

φ - коефіцієнт зчеплення шин з дорогий.»

Зупинний шлях автомобіля (S_0 , м) визначають за формулою:

$$S_0 = (t_1 + t_2) \frac{V_0}{3,6} + \frac{k_e \cdot V_0^2}{254\varphi}, \quad (26)$$

де: t_1 - час реакції водія, с;

t_2 - час спрацьовування гальм, тобто. період часу від початку гальмування до моменту часу, коли гальмівна сила досягає найбільшої величини, с;

k_e – коефіцієнт ефективності гальмування.

Результати розрахунку зводять до таблиці 10 і рисунку 13.

Таблиця 10 – Результати підрахунку гальмівного та зупинного шляхів автомобіля

V_0 км/год	10	20	30	40	50	60	70	80	90
S_T , м	0,65	2,6	5,9	10,4	16,4	23,6	32,1	41,9	53,1
S_0 , м	4,6	11,1	19,2	29,1	40,7	54	68,9	85,6	104

					КРБАТ 25.22127.000. ПЗ				Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата					32

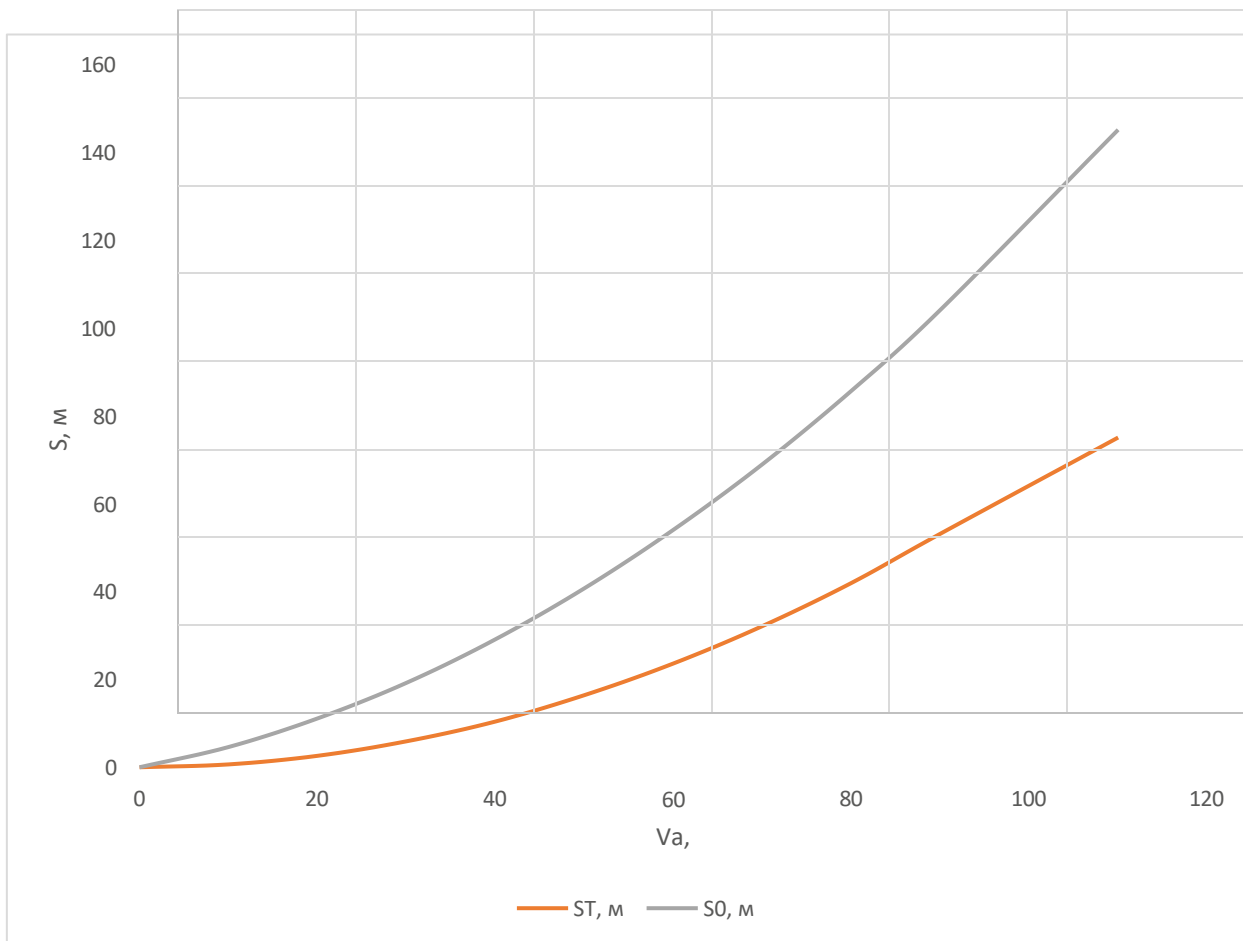


Рисунок 13 – Графік гальмівного та зупинного шляхів автомобіля

Графіки виконаного розрахунку виносяться на аркуш графічної частини дипломного проекту.

2.1 Технічне завдання на розробку стенду ресурсних випробувань амортизаторів вантажного автомобіля

У рамках дипломного проекту потрібно розробити стенд для ресурсних випробувань амортизаторів вантажних автомобілів, здатний моделювати реальні умови експлуатації та забезпечувати точний вимір характеристик амортизаторів.

Основним призначенням стенду є проведення довготривалих ресурсних випробувань амортизаторів для оцінки їх надійності, довговічності та відповідності заданим технічним вимогам та

					КРБАТ 25.22127.000. ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		33

забезпечувати моделювання різних умов експлуатації, включаючи варіації навантажень, швидкостей та температурних режимів.

Об'єктом випробувань будуть амортизатори різних типів та конструкцій, призначені для використання у вантажних автомобілях.

Основні параметри стенда для подальшої конструкторської розробки:

- діапазон навантажень: від 0 до 50 кН;
- діапазон вертикальних швидкостей: від 0 до 3 м/с;
- частота коливань штока під час випробування: від 0 до 10 Гц;
- робоча температура випробувань: від -40 до +80°C.

Слід передбачити можливість застосування до об'єкта випробувань багатокомпонентних навантажень (вертикальних, поперечних та поздовжніх).

Система керування стендом: автоматизована, з можливістю програмування складних циклів випробувань. Система управління повинна мати інтуїтивно зрозумілий інтерфейс для налаштування та управління випробуваннями та мати підтримку віддаленого моніторингу та управління через мережу Інтернет.

Вимірювальні системи стенду складаються з високоточних датчиків навантаження та переміщення, системи вимірювання температури, з можливістю запису та аналізу даних у реальному часі та програмного забезпечення для обробки та візуалізації даних випробувань.

Конструктивними особливостями стенду буде модульна конструкція для адаптації під різні типи амортизаторів, міцна та стійка рама, здатна витримувати тривалі випробування при високих навантаженнях та система захисту операторів та обладнання від перевантажень та аварійних ситуацій.

У конструкції, що розробляється, слід передбачити можливість подальшого вдосконалення конструкції за рахунок розширення діапазону навантаження і можливості випробування амортизаторів інших типів.

Рукоятки управління повинні бути на висоті 900-1000 мм від рівня підлоги, причому зусилля натискання на важіль має бути не

					КРБАТ 25.22127.000. ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		34

більше 100 Н, кнопку 15 Н. Усі елементи управління повинні знаходитися в зоні досяжності рук оператора, без переміщення тулуба. Робоче становище оператора – стоячи. Рукоятки керування та приводу повинні бути забезпечені гумовими накладками, для запобігання зісковзування рук під час проведення робіт. Кнопки керування виконати із чорного пластику. Кнопку екстреної зупинки приводу виконати з червоного пластику і більшого розміру, ніж інші кнопки керування. Кнопки та важелі управління передбачається згрупувати та помістити на окрему панель управління.»

Зовнішні обриси механізму повинні відповідати вимогам технічної естетики та передавати функціональний характер виробу, гострі кути рекомендується заокруглити, рекомендується пофарбувати механізм у помаранчевий колір, раму можна пофарбувати у сірий або чорний колір. Зовнішні поверхні покриття вузлів і агрегатів пофарбувати в чорний колір з жовтими смугами. Те ж відноситься до рухомих частин установки. Не допускаються вузли і деталі, що виступають за габарити стенду, якщо того не вимагає їх функціональне призначення. Зовнішня форма виробу має бути продиктована міркуваннями компоновання окремих елементів одне ціле.»

Для безвідмовної та ефективної роботи даного виробу ТО цього виробу має проводитися не менше ніж 1 раз на 3 місяці. Складові частини конструкції легко повинні піддаватися збиранню-розбиранню при заміні деталей або транспортуванні. Для захисту від корозії всі основні металеві поверхні мають бути пофарбовані волого-маслостійкими фарбами. Деталі обертання повинні бути змащені та захищені від попадання пилу та бруду. Виріб транспортується у розібраному вигляді.»

Передбачається транспортування стенду у розібраному вигляді. Усі вузли

і агрегати, зняті з рами стенду, повинні бути упаковані в дерев'яні ящики, які мають бути відповідним чином промарковані. На рамі стенду слід зазначити місця стропування, передбачається транспортування рами без пакування.»

Умовою виконання технічного завдання буде надання повного комплексу технічної документації, що включає креслення, інструкції з

					КРБАТ 25.22127.000. ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		35

експлуатації та технічного обслуговування, а також звіти з проведених випробувань.

2.3 Технічна пропозиція на розробку стенду ресурсних випробувань амортизаторів вантажного автомобіля

Дана технічна пропозиція визначає проектування та створення стенду для ресурсних випробувань амортизаторів вантажних автомобілів. Метою проекту є розробка високоточного та надійного стенду, здатного моделювати реальні експлуатаційні умови та надавати точні дані для оцінки довговічності та надійності амортизаторів.

Метою розробки є створення стенду для ресурсних випробувань амортизаторів вантажних автомобілів, що забезпечує точне моделювання експлуатаційних умов та високу точність вимірів.

Для досягнення поставленої мети необхідно вирішити комплекс пов'язаних завдань:

- аналіз вимог до випробувань амортизаторів;
- розробка технічних вимог до стенду;
- проектування та конструювання стенду;
- розробка системи управління та програмного забезпечення;
- проведення тестових випробувань та верифікація системи;
- підготовка документації та навчання персоналу.

Розробка стенду для ресурсних випробувань амортизаторів вантажних автомобілів є важливим кроком для підвищення якості та надійності.

амортизаторів, які використовуються у важких умовах експлуатації. Проект передбачає створення високоточного та надійного обладнання, здатного моделювати реальні експлуатаційні умови та надавати точні дані для оцінки довговічності та надійності амортизаторів. Це дозволить покращити продукцію, скоротити витрати на обслуговування та підвищити безпеку вантажних автомобілів.»

Крім промислових зразків, була розглянута конструкція стенду для проведення ресурсних випробувань щодо опису винаходу до

					КРБАТ 25.22127.000. ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		36

свідоцтва автора № 564563. Схема конструкції представлена на рисунку 14.

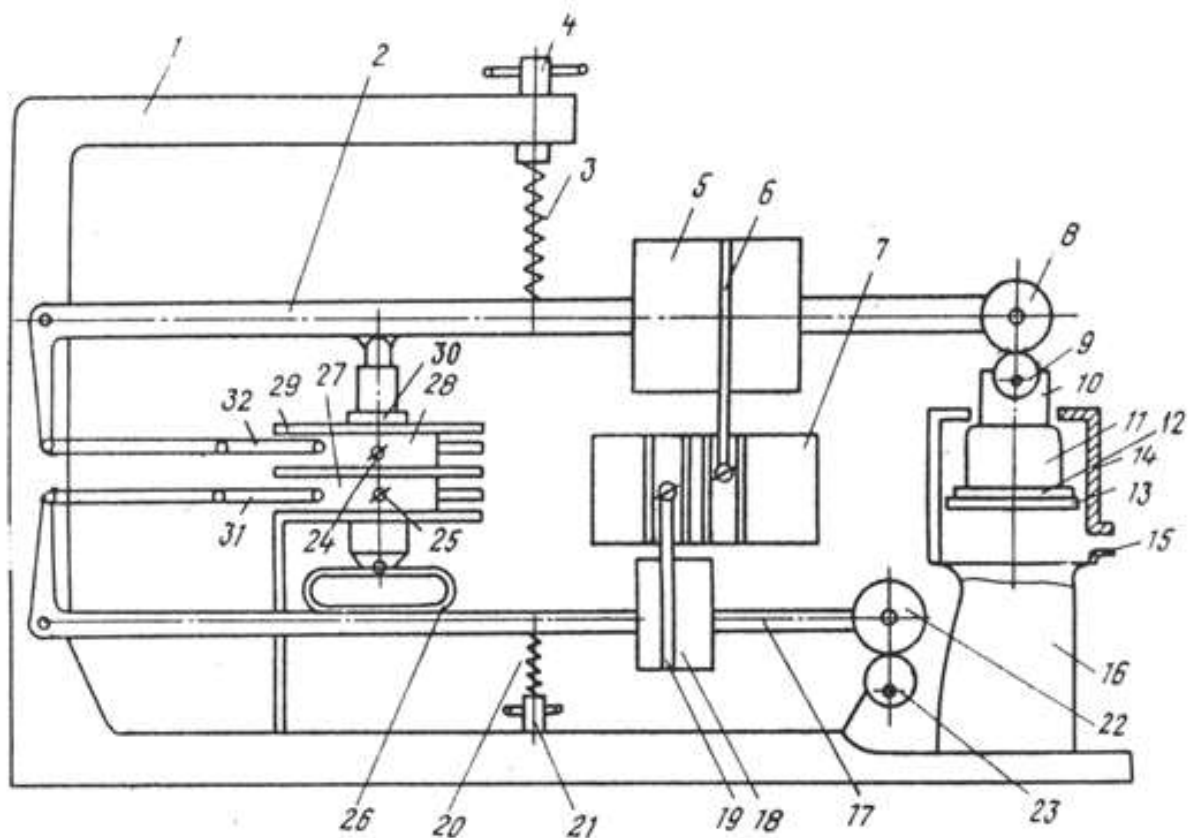


Рисунок 14 – Конструкція стенду ресурсних випробувань амортизатора за описом винаходу № 564563

Зі стійкою 1 шарнірно пов'язаний верхній важіль 2, середня частина якого пов'язана додатково зі стійкою пружиною 1 3, жорсткість якої регулюється гвинтом 4. На важелі 2 закріплені маса 5, з'єднана тягою 6 з записувальним пристроєм 1 12 з ущільненням 13. Поршень 12 розміщений в корпусі 14, який через отвір 15 підвела газ або рідина. Корпус 14 закріплений на станині 16, яка, у свою чергу, встановлена на стійці 1.

При пуску стенду електродвигун 11 через редуктор 10 і ексцентрик 9, що взаємодіє з роликом 8, збуджує коливання маси 5,

										Арк.
										37
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	КРБАТ 25.22127.000. ПЗ					

розташованої на важелі 2. Одночасно збуджуються коливання маси 18 за допомогою ролика 22, що взаємодіє з ексцентриком 23 іншого приводу. Вимушені коливання маси записуються самописцем. На пристрої 7 реєструються коливання маси 18 за допомогою самописця і тяги 19. При коливаннях мас 5 і 18 відбувається включення в роботу амортизатора 30, при цьому 31 тяги і 32, з'єднані з кінцями важелів 2 і 17 здійснюють зворотно-поступальні рухи з рамками 27, 28 і папером, на якій проводиться запис робочих діаграм амортизатора самописцями 24 і 25, з'єднаними з датчиком 26 тиску, при цьому ординати діаграм пропорційні силі опорів амортизатора 8, а переміщення 8

Затухаючі коливання створюються після режиму вимушених: коливань шляхом від'єднання ексцентрика 9 від ролика 8 за рахунок зниження тиску порожнини корпусу 14, в якому на поршні 12 встановлений привід ексцентрика 9.

Гвинтом 4 регулюють затягування пружини 3, внаслідок чого змінюється власна частота коливань маси 5. Додатково налаштування власної частоти коливань маси 5 може здійснюватися за рахунок зміни її величини.

Розробка конструкції ґрунтується як на описі винаходу, так і на підставі аналізу наявних промислових зразків. Виходячи з проведеного аналізу, який стосувався як конструкції самого стенду, так і систем управління, можна зробити такі висновки про зміни, що вносяться до конструкції:

– на відміну від запропонованої в авторському свідоцтві № 564563 системи запису коливань на механічний носій пропонується використовувати тензодатчики, що реєструють коливання через цифровий перетворювач;

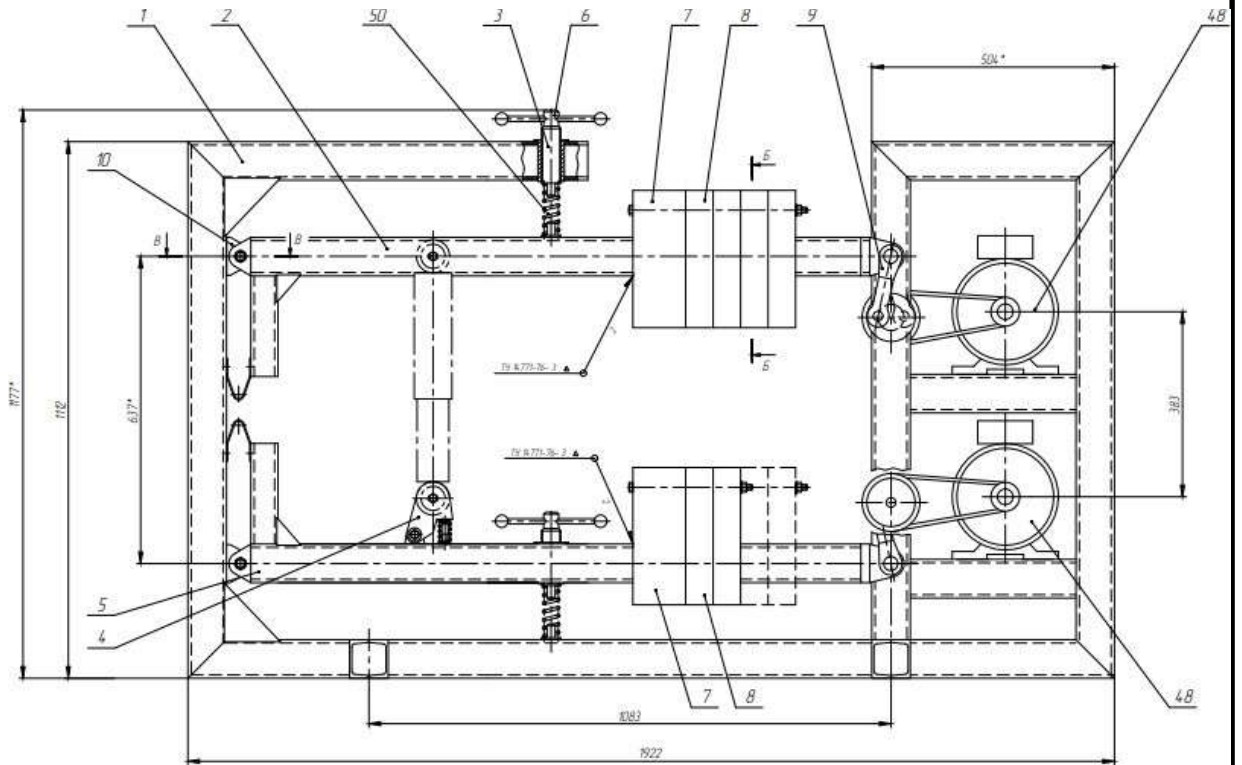
– для забезпечення проведення випробувань, що передбачають цикли імітаційних навантажень, що багаторазово повторюються, необхідно оснастити стенд системою управління на основі дистанційно керованих соленоїдів-розчіплювачів, що забезпечують відключення приводу при виході на режим і переведення важелів у режим вільних коливань;

– пропонується адаптувати конструкцію під проведення ресурсних випробувань методом циклічних навантажень вантажних амортизаторів, для чого при компопуванні передбачити можливість

					КРБАТ 25.22127.000. ПЗ	Арк.
						38
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

швидкого монтажу та демонтажу амортизатора, що випробовується.»

Зовнішній вигляд конструкції стенду представлений рисунку 15.

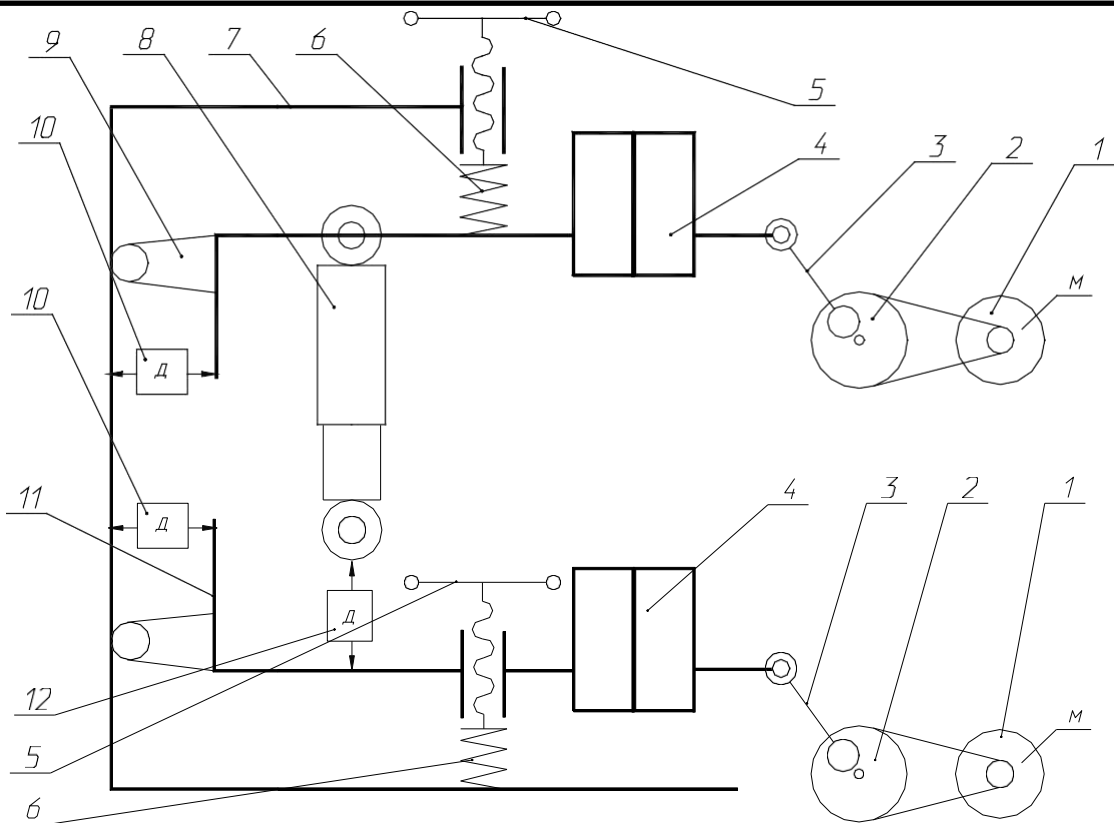


1 – рама стенду; 2 – важіль верхній; 3 – навантажувальний гвинт; 4 – датчик навантаження; 5 – важіль нижній; 6 – маховик гвинта; 7 – фіксована маса; 8 – знімний вантаж; 9 – шатун; 10 – кронштейн; 48 – електричний двигун; 50 - пружина

Рисунок 15 – Конструкція стенду для випробування амортизаторів

Компонувальна схема стенда, що розробляється, пропонується до подальшої розробки виходячи їх загальної конструкції стенда, показаної на рисунку 15, представлена на рисунку 16.

					КРБАТ 25.22127.000. ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		39



1 – двигун; 2 – приводний шків; 3 – шатун; 4 – вібраційні маси; 5 – маховик; 6 – пружина; 7 – рама; 8 – амортизатор; 9 – шарнір; 10 – датчик коливань; 11 – важіль; 12 – датчик тиску

Р

Рисунок 16 – Компонування конструкції установки

Компонування конструкції передбачає виконання приводу важелів за допомогою електродвигунів, при цьому двигун, що приводить в рух верхній важіль, з'єднується зі шківом за допомогою муфти, що керується дистанційно і дозволяє відключати двигун при реєстрації коливань підресореної маси. Порівняно з первісним варіантом приводу через ексцентрик, це дозволить суттєво збільшити ресурс вузла. Самі маси виконуються розбірними для можливості варіювання навантаження на амортизатор. Також зі схеми виключаються датчики коливання мас, їх функцію виконують датчики коливань,

					КРБАТ 25.22127.000. ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		40

що обробляють інформацію двома каналами. Механізм регулювання пружини для верхнього важеля виконується на рамі, а для нижнього безпосередньо на важелі, що виконано для зручності оператора.

Для детального опрацювання різних вузлів установки розглянемо електричну, гідравлічну та кінематичну схеми установки.

Електрична схема станда, що розробляється, представлена на рисунку

17

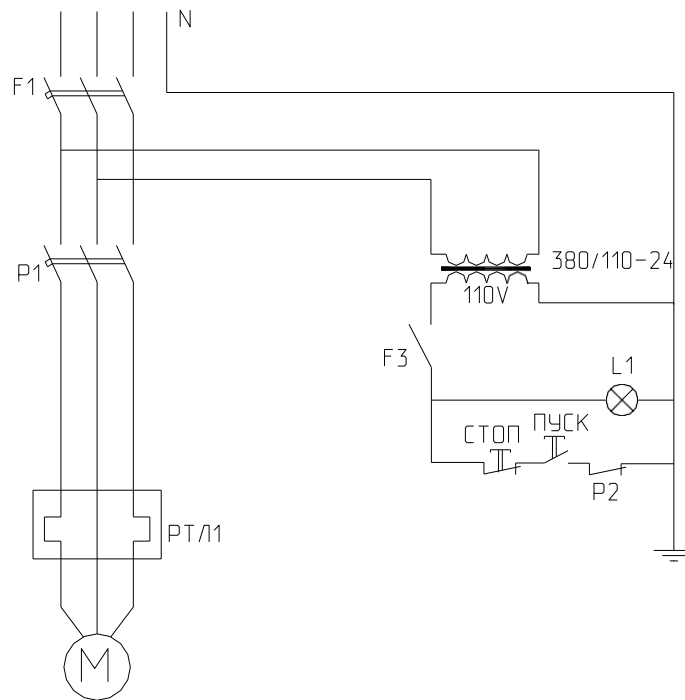


Рисунок 17 – Електрична схема станду

На рисунку 17 представлено схему підключення двигунів станду. Оскільки передбачається використовувати в конструкції електродвигуни з потужністю до 7,5 кВт, схема представлена на рисунку виконана відповідно до потужності. Якихось особливостей у підключенні схема не має.»

Кінематична схема станда, що розробляється, представлена на рисунку 18.

					КРБАТ 25.22127.000. ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		41

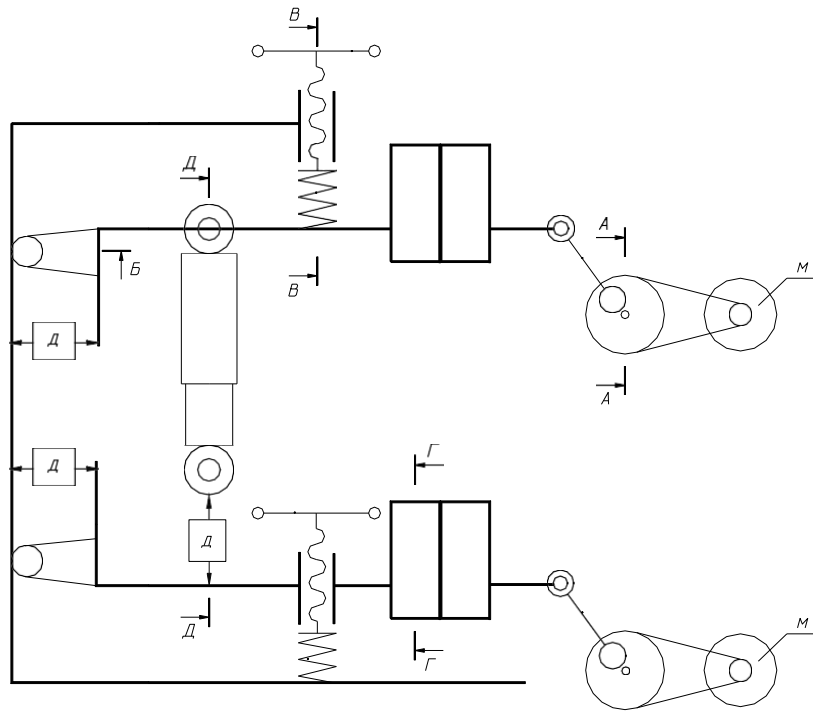


Рисунок 18 – Кінематична схема стану

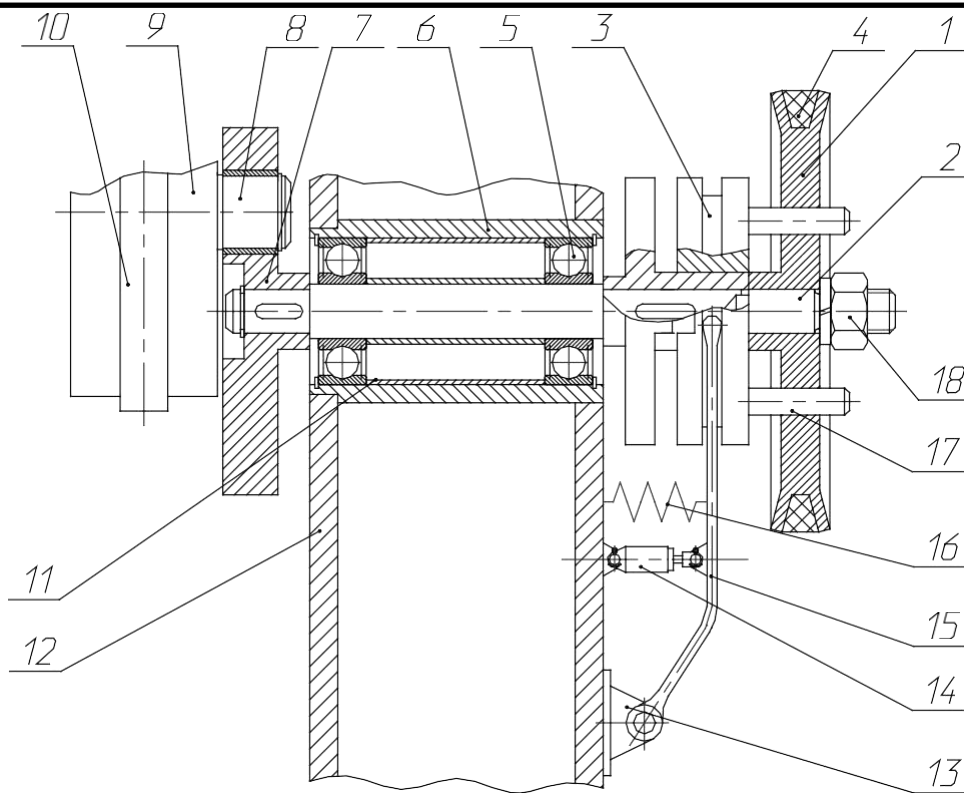
На рисунку 18 представлена кінематична схема установки із зазначеними на ній найбільш відповідальними для цієї конструкції розрізами. Аналіз розрізів необхідний виявлення найбільш підходящого варіанту виконання для кожного з них, яка надалі знайде застосування при проектуванні всієї конструкції.

При проведенні аналізу варіантів виконання різних вузлів на перший план висувається відповідність їх основним завданням конструювання та дотримання при виконанні основних технологічних та конструкційних норм.

На рисунку 19 представлено компонування вузла по розрізу А-А рисунку

18.

					КРБАТ 25.22127.000. ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		42



1 – шків; 2 – вісь приводу; 3 – муфта; 4 – ремінь; 5 – підшипник закритий; 6 – втулка; 7 – шпонка; 8 – вісь шатуна; 9 – шатун; 10 – кронштейн тяги; 11 – ролик приводу; 12 – стійка; 13 – кронштейн; 14 – тягове реле; 15 – виделка; 16 – пружина; 17 – палець; 18 – стопорна гайка

Рисунок 19 – Компонування приводу важеля по розрізу А-А, рисунок 18

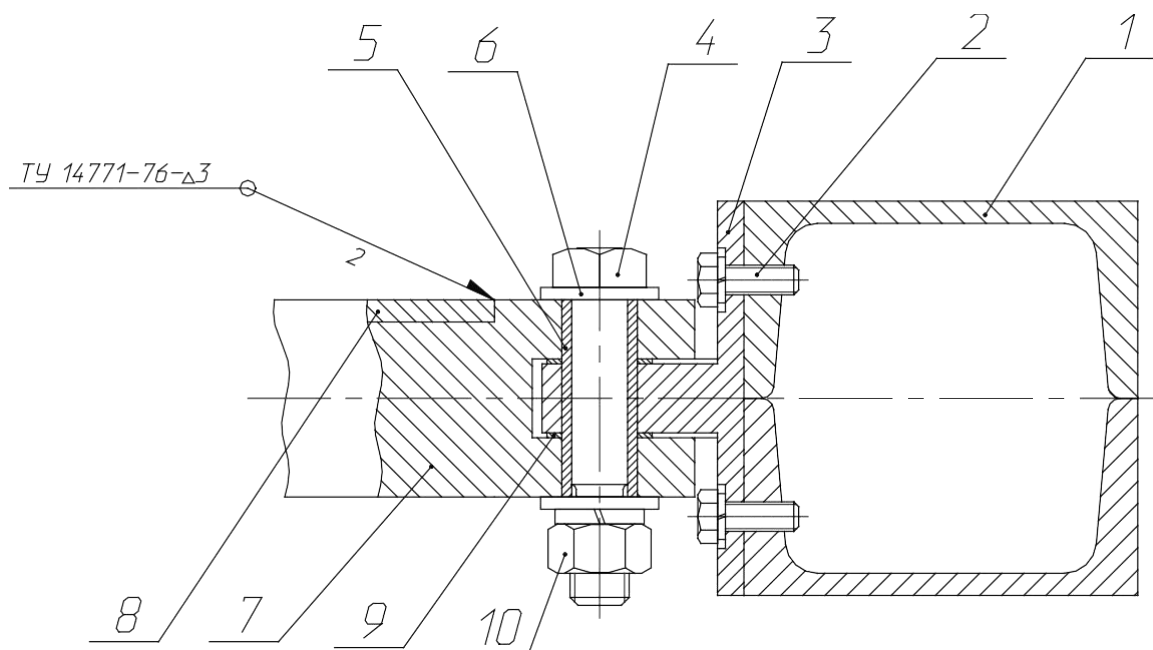
На даному розрізі представлений варіант конструкційного рішення приводу важеля.

Привід важеля є конструкцією, в якій приводний шків 1 закріплений на осі 2 вільно, тобто. з можливістю обертання. Від мимовільного звалювання при обертанні він фіксується гайкою 18. Крутний момент від шківа 1 передається на вал 2 за допомогою муфти роз'ємної 3, що складається з двох частин. Нерухома частина посаджена на вал через 2 шпонку, а рухома з'єднана зі шківом 1 за допомогою пальців 17, по яких рухома частина муфти 3 може ковзати. Розмикання муфти 3 проводиться за допомогою реле тягового 14, шарнірно з'єданого з вилкою

15. Повернення муфти 3 проводиться за допомогою пружини 16. Весь

					КРБАТ 25.22127.000. ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		43

вал встановлюється на парі підшипників 5, посаджених у втулці 6, звареної в стійку 12. Підшипники 5 в закритому виконанні, що виключає кришку конструкції вузла і робить його більш простим у виконанні. Привід важеля здійснюється за допомогою приводного ролика 11, на якому на осі шатуна 8 кріпляться сам шатун 9 із запресованим в його голівку шарніром тертя. На рисунку 20 представлено компонування вузла по розрізу Б-Б на рисунку 18.



1 – стійка; 2 – гвинт; 3 – кронштейн; 4 – вісь; 5 – дистанційна втулка-підшипник;
6 – шайба; 7 – кінцевик; 8 – важіль; 9 - дистанційна шайба; 10 – гайка.

Рисунок 20 – Конструкція вузла кріплення вузла кріплення важеля до стійки по розрізу Б-Б, рисунок 18

На даному розрізі представлений варіант конструкторського рішення вузла кріплення важеля до стійки.

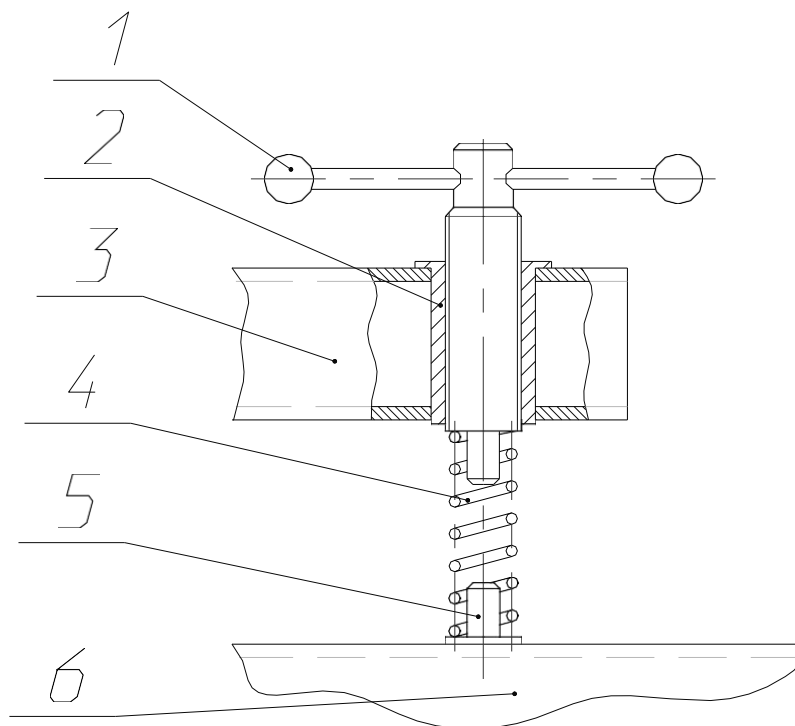
Припускається застосування в даному вузлі як підшипник

					КРБАТ 25.22127.000. ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		44

ковзання бронзової втулки 5, яка одночасно є дистанційною, запобігаючи защемлення кінцевика 7 важеля 8 в кронштейні 3. бором товщин яких також здійснюється регулювання. Кінцевик 7 важеля 8 вварюється в швелер важеля 8.

На рисунку 21 представлено компонування вузла по розрізу В-В рисунку

18.



1 – маховик; 2 – втулка; 3 – стійка; 4 – пружина; 5 – напрямна; 6 – важіль

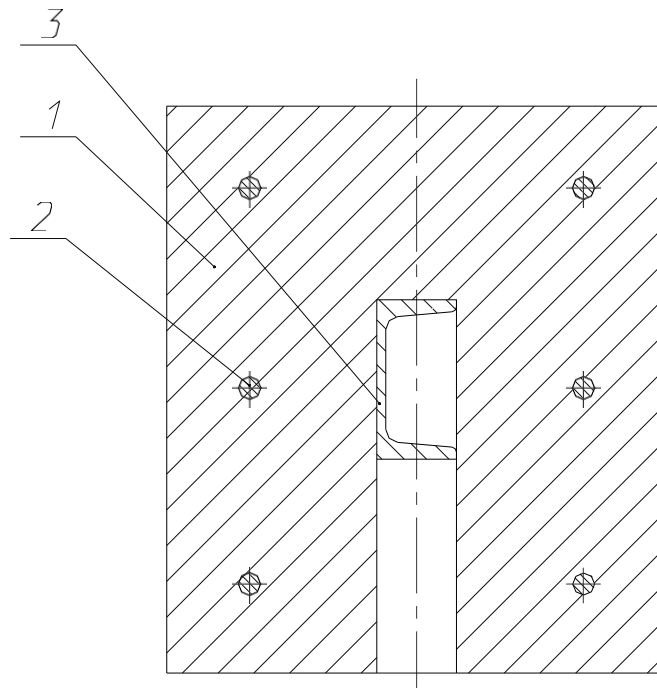
Рисунок 21 – Конструкція вузла регулювання притиску пружини по розрізу В-В, рис.

Пружина 4 необхідна для створення попереднього навантаження амортизатора, тому закріплення здійснюється з можливістю зміни величини притиску. Зміна проводиться шляхом вкручування

					КРБАТ 25.22127.000. ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		45

стрижня маховика 1, в який упирається верхня частина пружини 4 у втулку 2, вварену в стійку 3. Для запобігання зносу поверхні важеля 6, а також зісковзування пружини 4 застосовується напрямна 5 гу 6.»

На рисунку 22 представлено компоновання вузла по розрізу Г-Г на рисунку 18.



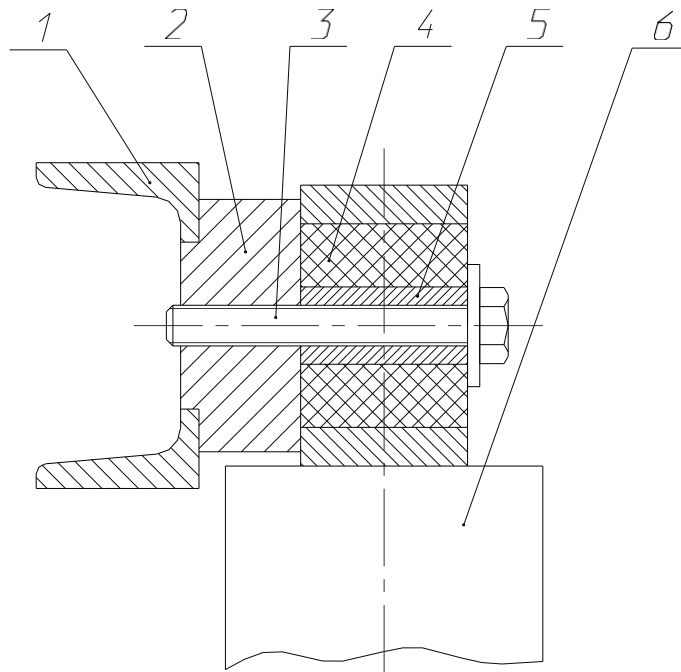
1 – маса; 2 – фіксуєчі стрижні; 3 – важіль

Рисунок 22 – Конструкція вузла кріплення мас за розрізом Г-Г, рисунок 18

"Маси 1 кріпляться до привареного до важеля 3 основи за допомогою різьбових стрижнів 2. Змінюючи число мас 1 можна в певному діапазоні варіювати навантаження амортизатора."

На рисунку 23 представлено компоновання вузла по розрізу Д-Д рисунку 18.

					КРБАТ 25.22127.000. ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		46



1 – важіль; 2 – бобишка; 3 – гвинт; 4 – сайлент-блок; 5 – втулка; 6 – амортизатор

Рисунок 23 – Конструкція вузла кріплення амортизатора, рисунок 18

Кріплення амортизатора 6 ідентичне його кріплення на автомобілі, з тією різницею, що на стенді кріплення виробляється консольно до привареної боби 2, а на автомобілі 6 кріпиться амортизатор в кронштейн. Кріплення здійснюється за допомогою стандартного гвинта 3. Також використовуються автомобільні втулки 5 і сайлент-блок 4. Залежно від типу амортизатора 6 ці деталі можуть замінюватися на відповідні.»

2.4 Силіві та міцнісні розрахунки вузлів та деталей конструкції

Для вибору та конструювання такого обладнання, необхідно визначити його основні параметри. Основним параметром установки для випробування буде потужність електродвигуна.

Розрахуємо зусилля стригання шатуна, кріплення якого показано рисунку 18, розріз Б-Б.

Вага, при страгуванні припадає на шатун, розраховується виходячи з попередньої компоновки конструкції, рисунок 24:

					КРБАТ 25.22127.000. ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		47

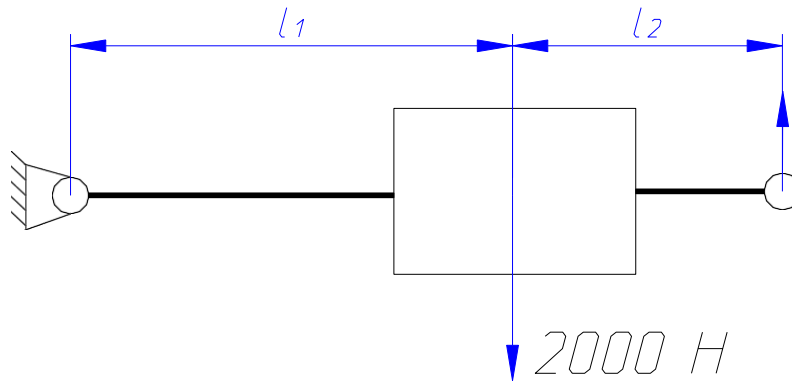


Рисунок 24 – Розрахункова схема щодо навантаження на шатун

Зусилля від ваги вантажу F на шатуні визначатиметься так:

$$F = \frac{2000 \cdot l_1}{l_1 + l_2} \quad (27)$$

де $l_1 = 0,982$ м

$l_2 = 0,367$ м

$$F = \frac{2000 \cdot 0,982}{0,982 + 0,367} = 1455,9 \text{ Н}$$

Максимальний крутний момент необхідно прикладати при зрушуванні махових мас з місця. Тоді крутний момент:

$$T_{кр} = G \cdot (L + f \cdot d) \cdot k, \quad (28)$$

де $G = 1455,9$ Н - вага припадає на шатун

L - Довжина шатуна; $L = 0,0635$ м

$f = 0,1$ – коефіцієнт тертя у підшипниках осі

$d = 0,054$ м – діаметр обертання шатуна

$k = 1,2$ – коефіцієнт, що враховує інерційний опір при строганні

					КРБАТ 25.22127.000. ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		48

маси

$$T_{кр} = 1455,9 \cdot (0,0635 + 0,1 \cdot 0,054) \cdot 1,2 = 120,4 \text{ Н}\cdot\text{м}$$

Тоді, необхідний момент двигуна, що крутить, визначається за формулою:

$$T = c \cdot T_{кр} / u \quad (29)$$

де $c = 1,5$ – коефіцієнт запасу

$u = 2$ – передатне відношення ремінної передачі

$$T = 1,1 \cdot 120,4 / 2 = 66,22 \text{ Н}\cdot\text{м}$$

Зробимо підбір електродвигуна приводу за формулою розрахунку потужності:

$$N_B = \frac{T \cdot n}{9550}, \text{ кВт} \quad (30)$$

$$N_B = \frac{66,22 \cdot 750}{2 \cdot 9550} = 2,6 \text{ кВт}$$

Даному умові потужності відповідає електродвигун 4A112MB8У3,

$n = 750$ об/хв, $N_e = 3,0$ кВт

Потрібно визначити мінімальний необхідний діаметр осі приводу, з відомих прикладених до неї навантажень, тобто. згинального моменту. Визначається за такою формулою:

					КРБАТ 25.22127.000. ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		49

$$d = \sqrt[3]{10 * (T_{кр}^2 + T_u) + /[\sigma]}, \quad (31)$$

где $T_{кр} = 120.4 \text{ Н}\cdot\text{м}$

$T_u = 73.4 \text{ Н}\cdot\text{м}$

$[\sigma] = 112.5 \text{ Мпа}$

$$d = \sqrt[3]{10 * (120,4^2 + 73,4^2) / [112.5]}$$

$$d = 7.56 \text{ мм}$$

Приймаємо мінімальний діаметр для осі приводу 12 мм за умови забезпечення запасу міцності.

Зробимо розрахунок ремінної передачі.

На установці привід махових мас виробляється клиновим ременем з передатним числом $u = 2$.

Зробимо розрахунок ремінної передачі.

Приймаємо діаметр приводного шківів

60 мм. Діаметр більшого шківів:

$$d_{p2} = d_{p1} * u * (1 - \varepsilon), \text{ де (32)}$$

d_{p1} – діаметр меншого шківів,

мм

d_{p2} – діаметр більшого шківів,

мм

ε – коефіцієнт ковзання прогумованого ременя

$$d_{p2} = 60 * 2 * (1 - 0.01) = 118.9$$

Швидкість ременя:

$$v = \frac{\pi * d_{p1} * n}{60000} \quad (33)$$

Для клинопасових передач міжосьова відстань приймається із

					КРБАТ 25.22127.000. ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		50

співвідношення:

$$a \geq 2 * (d_{p1} + d_{p2})$$

$$a \geq 2 * (60 + 120) = 360 \quad (34)$$

Таким чином, мінімальна відстань між центрами 360 мм.

Виробимо розрахунок на міцність швеллера рами, виходячи з врахованої величини згинального моменту.

Балка рами - швелер № 8, $W = 22,4 \cdot 10^{-6}$

$$\sigma_{\max} = T_{\max} / W \quad (35)$$

$$\sigma_{\max} = 1455,9 \cdot 0,982 / 22,4 \cdot 10^{-6} = 63,8 \text{ МПа} < [\sigma] = 200 \text{ МПа}$$

Умови міцності відповідають характеристикам матеріалу.

Зробимо розрахунок гвинта притиску пружини, прийнявши як вихідні дані: максимальне навантаження $Q = 750 \text{ Н}$, величина переміщення гвинта $l_0 = 0,06 \text{ м}$, для гвинта матеріал приймаємо сталь 45, $[\sigma] = 120 \text{ МПа}$, для гайки приймаємо матеріал Бр. 0Ф10-1, $[\sigma] = 40 \text{ МПа}$, $[\sigma_{\text{см}}] = 45 \text{ МПа}$.

Допустимий тиск для пари сталь – бронза $[q] = 9 \text{ МПа}$.

Оскільки навантаження у передачі одностороннє, приймаємо наполегливе різьблення з $\psi_H = 0,75$.

Конструкцію гайки приймаємо цільну з $\psi_H = 1,5$. [13]

Середній діаметр різьблення:

					КРБАТ 25.22127.000. ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		51

$$d_2 = \sqrt{\frac{Q}{\pi \cdot \psi_n \cdot \psi_h \cdot [q]}} \quad (36)$$

$$d_2 = \sqrt{\frac{750}{3,14 \cdot 1,5 \cdot 0,75 \cdot [9]}} = 4,86 \text{ мм}$$

За ГОСТ 10177-82 приймаємо однозахідне різьблення $z_p = 1$,
 $d = 40$, $P = 3$ мм, $d_2 = 37,75$ мм, $d_3 = 34,794$ мм
 Кут підйому різьблення:

$$\operatorname{tg} \gamma = \frac{P \cdot z_p}{\pi \cdot d_2} \quad (37)$$

$$\operatorname{tg} \gamma = \frac{3 \cdot 1}{3,14 \cdot 37,75} = 0,0253$$

$$\gamma = 1^\circ 26''$$

Наведений кут тертя:

$$\phi' = \operatorname{arctg} \frac{f}{\cos \frac{\alpha}{2}} = \operatorname{arctg} \frac{0,1}{\cos 3^\circ} = 5^\circ 44'' \quad (38)$$

Так як $\gamma \leq \phi$, гвинтова пара самогальмуюча, отже умова проектування дотримано.

Висота гайки:

$$H_r = \psi_n \cdot d_2 \quad (39)$$

$$H_r = 1,5 \cdot 37,75 = 56,62 \text{ мм}$$

Приймаємо мінімальну

висоту гайки 57 мм.

Кількість витків різьблення в гайці:

					КРБАТ 25.22127.000. ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		52

$$z = H_{\Gamma}/P \quad (40)$$

$$z = 57/3 = 19$$

Зовнішній діаметр гайки

$$D = \sqrt{\frac{5 \cdot Q}{\pi \cdot [\sigma_p]} + d^2} \quad (41)$$

$$D = \sqrt{\frac{5 \cdot 750}{3,14 \cdot [40]} + 40^2} = 40,37$$

Приймаємо $D = 42$ мм

Висота фланця гайки:

$$a = (0,25 \dots 0,3) \cdot H_{\Gamma} = 0,27 \cdot 57 = 15,4 \text{ мм}$$

Перевіряємо висоту фланця на зріз

$$\tau_{\text{ср}} = Q / \pi \cdot D \cdot a \quad (42)$$

$$\tau_{\text{ср}} = 750 / 3,14 \cdot 40 \cdot 15,4 = 0,4 < [\tau_{\text{ср}}] = 20 \dots 25 \text{ МПа}$$

Перевіряємо гвинт на стійкість. Визначаємо довжину стиснутої частини гвинта:

$$l = l_0 + 1,5 \cdot d + H_{\Gamma} / 2 = 50 + 1,5 \cdot 40 + 57 / 2 = 138,5 \text{ мм}$$

					КРБАТ 25.22127.000. ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		53

$$i_{\min} = d_3 / 4 \quad (43)$$

$$i_{\min} = 34,794 / 4 = 8,699$$

Момент тертя у різьбленні:

$$T = Q \cdot (d_2 / 2) \cdot \operatorname{tg}(\gamma + \varphi) \quad (44)$$

$$T = 750 \cdot (37,75 / 2) \cdot \operatorname{tg}(1^\circ 26'' + 5^\circ 44'') = 1779,44 \text{ Н}\cdot\text{мм}$$

Момент тертя в опорі.

$$T_{\text{оп}} = 0,33 \cdot Q \cdot f \quad (45)$$

$$T_{\text{оп}} = 0,33 \cdot 750 \cdot 0,05 = 13 \text{ Н}\cdot\text{мм}$$

Сумарний момент опору

$$T_{\text{соп}} = T + T_{\text{оп}} \quad (46)$$

$$T_{\text{соп}} = 1779,44 + 13 = 1792,44 \text{ Н}\cdot\text{мм} = 1,8 \text{ Н}\cdot\text{м}$$

Тяговий розрахунок є ключовим етапом у проектуванні автомобіля, оскільки він визначає здатність транспортного засобу розвивати необхідну потужність для забезпечення необхідної продуктивності. У рамках дипломного проекту він виконується на підтвердження заявлених тягово-потужних характеристик автомобіля, взятого для модернізації. Для автомобіля Ка КРАЗ тяговий розрахунок дозволяє визначити оптимальні характеристики двигуна та трансмісії, враховуючи

					КРБАТ 25.22127.000. ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		54

масу автомобіля, коефіцієнт опору руху, ухили дороги та інші параметри.

Результати тягового розрахунку демонструють не лише технічні можливості автомобіля, а й його експлуатаційні характеристики, такі як динаміка розгону, максимальна швидкість, економічність та поведінка на різних ділянках дороги. Важливо враховувати як тягові характеристики двигуна, а й передачі, диференціала та інших компонентів трансмісії, щоб забезпечити оптимальне співвідношення між потужністю і моментом на колесах.

Проведена розрахункова робота відіграє важливу роль у проектуванні та оптимізації ходових якостей автомобіля, що зрештою вплине на його ефективність, надійність та задоволеність користувачів. Регулярне вдосконалення методів розрахунку та аналізу проведених розрахунків дозволить покращити якість та конкурентоспроможність автомобіля на сучасному ринку транспортних засобів.

Результати виконання тягового розрахунку у вигляді графіків представлені у Додатку А та на аркуші графічної частини дипломного проекту.

Запропонована конструкція стенду враховує всі вимоги технічного завдання і включає інноваційні рішення для імітації різних умов випробувань амортизатора. Конструктивні особливості стенду спрямовані на забезпечення стабільності, міцності та безпеки під час проведення випробувань.

Було виконано розрахунки навантажень, міцності матеріалів, а також визначено параметри систем управління та моніторингу. Результати розрахунків підтверджують здійсненність проекту з погляду технічних та експлуатаційних характеристик.

					КРБАТ 25.22127.000. ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		55

3 Технологічний процес ресурсних випробувань амортизаторів автомобілів

3.1 Параметри перевірки стану амортизатора вантажного автомобіля

Технічний стан автомобіля має велике значення у процесі експлуатації. Особливу увагу при експлуатації транспортного засобу звертають увагу стан підвіски транспортного засобу. Підвіска автомобіля визначає не тільки комфорт пересування, а й його керованість, особливо під час руху в умовах нерівного дорожнього покриття. Вібрації та коливання кузова значно впливають на керованість транспортного засобу, а значить гасіння коливань має велике значення.

Підвіска автомобіля - вузол, що відповідає за демпфування нерівностей дорожнього покриття при русі, від її стану в першу чергу залежить комфортабельність їзди, що для міського транспорту має першорядне значення. Також підвіска, поглинаючи нерівності, сприяє меншим динамічним навантаженням усі вузли та агрегати підвіски в цілому, знижує ризик пошкодження балки мосту, виникнення втомних тріщин тощо. Велике значення має комфортабельність поїздки, що забезпечується гасінням коливань, що забезпечується справними амортизаторами.

У практиці сучасного автомобілебудування пристрою для ресурсного випробування елементів підвіски почали застосовувати порівняно недавно, головним чином це системи контролю амортизаторів, які застосовуються на легкових автомобілях.

Для вантажних автомобілів параметрами, що визначають робочий стан амортизатора є:

- амплітуда згасання коливань;
- робочий хід амортизатора;
- амплітуда вагань кузова при роботі підвіски (придіагностування амортизатора, встановленого на автомобілі);
- вертикальні переміщення кузова щодо підвіски (при діагностуванні амортизатора, встановленого на автомобілі).

					КРБАТ 25.22127.000. ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		56

Зважаючи на всі ці параметри, можна зробити висновки про необхідність внесення постійних змін у конструкцію амортизатора з боку виробників. Отже, необхідно проводити контроль ресурсу амортизаторів, для визначення того, який вплив робить на експлуатаційні характеристики кожну зміну, що вноситься в конструкцію. Розглянемо несправності, що виникають в амортизаторах під час експлуатації та які можуть виявитися під час проведення ресурсних випробувань.»

3.2 Найбільш характерні несправності амортизаторів

Під час руху автомобіля в результаті деформації пружних елементів підвіски виникають поперечні коливання кузова, які гасяться амортизаторами. У зв'язку з підвищеними вимогами до плавності ходу амортизатори стали одним із основних елементів сучасної підвіски.

На автомобілях найбільше широко застосовуються гідравлічні амортизатори, в яких використовують опір порівняно в'язкої рідини, що проходить через калібровані отвори малих діаметрів і обмежений перетин у клапанах. Повний цикл коливання включає два періоди:

- хід стиснення – коли підпружиненна частина зближується з непідпружиненною пружинною частиною;
- хід відбою – коли підпружиненна частина віддаляється від

Непідпружиненної частини; Амортизатори діляться на дві групи: амортизатори двосторонньої дії та амортизатори односторонньої дії, останні гасять коливання лише під час віддачі. Амортизатори двосторонньої дії сприяють плавнішому ходу автомобіля, тому в даний час амортизатори односторонньої дії практично не застосовуються.

При проведенні робіт з діагностики та ремонту доводиться стикатися з рядом найбільш типових для амортизаторів підвіски несправностей. Для зручності сприйняття вони будуть зведені до таблиці 11.

					КРБАТ 25.22127.000. ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		57

Таблиця 11 - Найбільш характерні несправності автомобільних амортизаторів

Ознаки несправностей амортизатора	Ймовірна несправність амортизатора
Малий вільний хід підвіски	а) Поломка пружини б) Заклинювання амортизатора
Сторонні шуми під час роботи	а) Поломка планки б) Ослаблення кріплення амортизатора в) Руйнування відбійника г) Зношування вушок кріплення амортизатора д) Поломка демпферної пружини е) Відсутність амортизаторної рідини
Перекіс штока	а) Руйнування пружного елемента по одному з бортів б) Перекіс моста внаслідок його деформації
Висока амплітуда згасання коливань	а) Випливання рідини з амортизатора внаслідок розгерметизації б) Поломка редукційного клапана поршня

Перераховані в таблиці 13 несправності можуть виникнути в процесі експлуатації амортизатора, а значить, можуть бути виявлені при проведення ресурсних випробувань на спеціалізованому стенді. Технологічний процес проведення ресурсних випробувань на розробленому в рамках конструкторської частини випускної кваліфікаційної роботи представлений нижче.

3.3 Технологічний процес проведення ресурсних випробувань амортизатора вантажного автомобіля

Проведення ресурсних випробувань – важлива частина розробки чи модернізації вузла чи агрегату автомобіля. При проведенні цього виду випробувань можливо створити умови навантаження, що максимально відповідають тим, що виникають у процесі експлуатації. При цьому можна встановити той ресурс роботи, який здатний витримати виріб. Це дає можливість виявити можливі конструктивні

або технологічні недоліки, які можуть бути визначені тільки при експлуатації виробу, що в більшості випадків на стадії передсерійного запуску виробництва просто неможливо.»

Основні етапи проведення ресурсних випробувань амортизатора зведені до технологічної карти, представленої на аркуші графічної частини.

3.4 Технологічний процес складання вузлів стенда випробувань амортизаторів

Розробка технологічного процесу є невід'ємною частиною виконання випускної кваліфікаційної роботи, під час якої необхідно продемонструвати навички проектування процесу збирання модернізованого вузла. У розділі розроблено технологію складання приводу колеса розробленого стенду випробування амортизаторів. Особливістю

технологічного процесу буде той факт, що процес складання буде виготовлятися з компонентів, які надходять на складання вже готовому вигляді і на робочому місці проводиться тільки їх з'єднання, згідно з технологічною картою.

Розроблений технологічний процес збирання та монтажу вузла представлений у таблиці 12. Технологічна схема збирання представлена на аркуші графічної частини дипломного проекту.

					КРБАТ 25.22127.000. ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		59

Таблиця 12 – Технологічний процес збирання

№ пров	Найменування операції / переходу	Зміст операцій, переходів	Використовується обладнання та інструмент	Час, чол-мін
1. Складання осі колеса				
005	Складання осі важеля	1. Встановити вісь колеса для виправлення 2. Запресувати підшипник 3. Запресувати втулку 4. Запресувати підшипник 5. Встановити прокладку 6. Надіти кришку осі	Стенд складальний Прес 20т Масило – олія трансмісійна	2,45
2 Складання вузла				
010	Складання кронштейна	1. Встановити кронштейн на виправлення 2. Закріпити кронштейн заклепками	Стенд складальний Прес 20т Масило – олія трансмісійна	1,50
015	Складання важеля	1. Одягнути важіль назібрану вісь 2. Встановити вісь у кронштейн 3. Закріпити вісь гайками	Комплект слюсарного інструменту	2,12

У процесі розробки технології складання розробленого механізму було враховано основні етапи та послідовність операцій для ефективного та якісного складання. Були оптимізовані методи та інструменти з урахуванням особливостей конструкції та вимог до надійності приводної системи. Технологія складання приводного механізму розроблена з урахуванням економічних аспектів, спрямованих на оптимізацію часу та витрат на процес складання. Було запропоновано рекомендації щодо раціоналізації робочих операцій та використання ресурсів з метою підвищення ефективності та економічності процесу складання. В цілому, розроблена технологія складання приводного механізму є важливим етапом у створенні якісного та надійного стану, забезпечуючи якість вироблених випробувань.

					КРБАТ 25.22127.000. ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		60

4 Безпека та екологічність ділянки механічного складання

4.1 Конструктивно-технологічна та організаційно-технічна характеристика технічного об'єкта

У рамках виконання дипломного проекту розглядається технологічний процес складання вузлів та агрегатів транспортного засобу, а також операції пов'язані із заготівельними та складально-зварювальними роботами по рамі транспортного засобу. Для здійснення даного технологічного процесу для його безпечної організації при виробництві необхідно розглянути комплекс факторів, що впливають на робітників, зайнятих при здійсненні комплексного технологічного процесу складання. Розглянемо основні моменти, пов'язані з особливостями проведення технологічного процесу, а також характеристики ділянки, на якій здійснюється технологічна операція.

Рама виробу, що проектується в рамках дипломного проекту, являє собою виготовлену із сталевого прокату різного сортаменту. Матеріал труб – сталь 20 та сталь 20кп.

У рамках розділу нами досліджується складальна ділянка, але якою здійснюється технологічний процес складання транспортного засобу. Складальна ділянка є основним місцем здійснення технологічної операції складання і відноситься до дрібносерійного виробництва. Насамперед це означає, що ця ділянка, будучи частиною дослідно-промислового виробництва, не орієнтована на спеціалізовані роботи, а зайнята у широкому спектрі виконуваних виробничих функцій. Обладнання, що знаходиться на ділянці – універсальне. Обладнання групується за своїм функціоналом – зварювальне, металорізальне, шліфувальне тощо.

Зони виконання робіт, пов'язаних з надлишковим тепловиділенням, виділенням продуктів горіння або ультрафіолетового випромінювання, таких як зварювання на стапелі, зона термічної обробки металу відокремлюються від основного приміщення захисними екранами та

					КРБАТ 25.22127.000. ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		61

оснащуються витяжкою. Ті ж огорожі застосовуються для груп обладнання, робота якого пов'язана з підвищеним шумом, наприклад абразивно-ріжучі верстати.

Підлогове покриття на всій ділянці виготовлене з каучукової плитки. Термічні зони мають статево покриття з наливного термостійкого полімеру.

Загальні технічні характеристики ділянки наведено у таблиці 13.

Таблиця 13 – Загальні технічні характеристики складальної ділянки

Найменування технічної характеристики ділянки	Значення характеристики
Клас функціональної пожежної безпеки	Ф1.3
Ступінь вогнестійкості	I
Клас конструктивної пожежної безпеки	С0
Ступінь довговічності будівлі	II
Рівень відповідальності будівлі	II
Електропостачання ділянки	трифазна, 380В
Виділена потужність, кВА	25

Основні технологічні операції, що здійснюються на складальному ділянці, здійснюються в рамках технологічного процесу.

Основними етапами процесу складання будуть:

- заготівельні операції;
- операції чорнової механічної обробки;
- операції чистової механічної обробки;
- зварювальні операції;
- складальні операції з корпусних виробів та складальних одиниць;
- фарбування або нанесення захисних покриттів.

У таблиці 14 наводиться перелік технологічних операцій, які здійснюються на досліджуваній ділянці.

Таблиця 14 - Здійснювані на ділянці технологічні процеси та операції

Найменування технологічного процесу	Найменування технологічної операції та види виконуваних робіт	Найменування посади працівника, який виконує технологічний процес	Обладнання, пристрій, пристрій	Матеріал, речовини
Заготівельна операція	Різання профільної труби	Слюсар 5-го розряду	Торцева абразивна пилка PRN-320	Сталь 3, Сталь 20, Сталь 20кп
Чорнова механічна обробка	Підрізування стиків	Слюсар 5-го розряду	Кутова шліфувальна машина а Bosch PWS 650-115	Сталь 3, Сталь 20, Сталь 20кп
Чистова механічна обробка	Шліфування	Слюсар 5-го розряду	Кутова шліфувальна машина а Bosch PWS 650-115	Сталь 3, Сталь 20, Сталь 20кп
Зварювальна операція	Зварювання труб каркасу	Зварювальник	Інверторний апарат дугового зварювання MMA-200S	Сталь 3, Сталь 20, Сталь 20кп
Збірна операція	Складання	Слюсар-збиральник	Стапель збирання	Сталь 3, Сталь 20, Сталь 20кп
Нанесення захисного шару на металеву раму	Забарвлення	Маляр	Краскопульт безповітряного розпилення Graco	Емаль ЕЦ

Таким чином, визначено список технологічних операцій, здійснюваних дільниці. Далі слід визначити перелік небезпечних та шкідливих факторів, які впливають працівників, з зазначеного переліку технологічних операцій.

4.2 Ідентифікація професійних ризиків

					КРБАТ 25.22127.000. ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		63

Процес механічної обробки заготовок, виготовлення вузлових конструкцій та остаточне складання пов'язані з різними професійними ризиками для працівників. Розглянемо основні загрози, з якими стикаються співробітники на ділянці механічного складання, та виявимо способи їх запобігання для забезпечення безпеки та здоров'я персоналу на виробництві. Ідентифікація професійних ризиків наведена у таблиці 15.

Таблиця 15 - Ідентифікація професійних ризиків

Технологічна операція, вид виконуваних робіт	Небезпечний та шкідливий виробничий фактор	Джерело небезпечного та шкідливого виробничого фактору
Заготівельні роботи та механічна обробка	Підвищений рівень шуму,	Кутова шліфувальна машина
	Карборундовий пил	Матеріал шліфувального каміння та дисків
	Загоряння пилу при обробці деталей та виробів	Іскри
	Статичне навантаження	Кутова шліфувальна машина
	Шум	Кутова шліфувальна машина
	Ультразвук	Кутова шліфувальна машина
	Вібрації	Кутова шліфувальна машина

Продовження таблиці 15

Зварювання	Інтенсивне ультрафіолетове випромінювання зварювальної дуги	Зварювальний апарат
	Іскри, бризки розплавленого металу	Матеріал деталі
	Електромагнітні поля	Зварювальний апарат
	Зварювальний дим, що має у складі тверді та газоподібні токсичні речовини.	Матеріал деталі
	Шум	Зварювальний апарат
	Ультразвук	Зварювальний апарат
	Статичне навантаження	Зварювальний апарат
Чистова механічна обробка	Підвищений рівень шуму,	Кутова шліфувальна машина
	Металевий та абразивний пил	Матеріал деталі та шліфувального диска
	Загоряння пилу при обробці деталей та виробів	Іскри
	Статичне навантаження	Кутова шліфувальна машина
	Шум	Кутова шліфувальна машина
	Ультразвук	Кутова шліфувальна машина
Нанесення захисного шару на металеву раму	Випаровування токсичних речовин	Емаль ЕЦ
	Статичне навантаження	Краскопульт безповітряного розпилення Graco

Виявлені професійні ризики дозволять розробити методи їхньої мінімізації чи нейтралізації, і навіть зробити добір необхідних засобів індивідуального захисту (ЗІЗ).

4.3 Методи та засоби зниження професійних ризиків

У сучасних умовах охорони праці та виробничої безпеки важливо не лише усвідомлювати можливі професійні ризики на робочому місці, а й активно вживати заходів щодо їх зниження та запобігання. Розглянемо різноманітні методи та засоби, які можуть

					КРБАТ 25.22127.000. ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		65

бути використані для скорочення можливих небезпек на ділянці механічного збирання. Буде визначено як технічні аспекти, що включають впровадження безпечного обладнання та технологій, так і організаційні заходи, такі як навчання персоналу, розробка процедур безпечної роботи та заохочення дотримання правил безпеки. Визначимо засоби персонального захисту, необхідність профілактичних медичних оглядів та інших методів, спрямованих на створення безпечного та здорового робочого середовища для працівників ділянки механічного складання.

Таблиця 16 – Методи та засоби зниження професійних ризиків

Небезпечний та шкідливий виробничий фактор	Методи та засоби захисту, зниження, усунення небезпечного та шкідливого виробничого фактору	Засоби індивідуального захисту працівника
Ультрафіолетове випромінювання зварювальної дуги	Використання спеціального одягу. Застосування засобів колективного захисту (нанесення попереджувальних написів, інформаційних табличок, міток тощо)	Зварювальна маска, зварювальні рукавички
Іскри, бризки розплавленого металу	Використання спеціального одягу. Використання засобів захисту органів зору та органів дихання.	Спецівка, захисні окуляри, захисні рукавички, спеціальні черевики.

Продовження таблиці 16

Електромагнітні поля	Використання узгоджених навантажень та поглиначів потужності, що знижують напруженість та щільність потоку енергії електромагнітних хвиль;	Окуляри та спецодяг, виконаний їх металізованої тканини.
----------------------	--	--

Зварювальний дим, що має у складі тверді та газоподібні токсичні речовини. Дрібнодисперсний пил. Наявність у повітрі робочої зони шкідливих речовин	Провітрювання приміщення. Застосування засобів індивідуального захисту.	Респіратор, маска, що фільтрує.
Шум	Зменшення акустики приміщення рахунок спеціальних матеріалів, накладених на стіни чи великі металеві предмети.	Беруші
Ультразвук	Використання ізолюючих корпусів та екранів. Недопущення тривалого впливу. Забезпечення технічних перерв у роботі	Протишумні навушники, беруші. Гумові та бавовняно-паперові рукавички одягнені спільно.

Зазначені методи зниження професійних ризиків дозволяють значно знизити вплив на працюючих та підвищити загальний рівень безпеки на виробництві.

4.4 Забезпечення пожежної безпеки технічного об'єкту

У забезпеченні пожежної безпеки технічного об'єкта полягає один із найважливіших аспектів забезпечення надійної та безпечної роботи підприємства. Пожежна безпека є невід'ємною частиною загальної системи безпеки та потребує комплексного підходу та постійного контролю. Розуміння та суворе дотримання заходів щодо забезпечення пожежної безпеки є ключовим елементом для захисту життя та майна на технічному об'єкті.

У таблиці 17 наведено ідентифікацію джерел потенційного виникнення класу пожежі та виявлених небезпечних факторів пожежі з розробкою технічних засобів.»

Таблиця 17 – Ідентифікація джерел потенційного виникнення класу пожежі та виявлених небезпечних факторів пожежі

Найменування ділянки	Устаткування	Клас пожежі	Небезпечні фактори пожежі	Супутні прояви факторів пожежі
Складальна ділянка	Інверторний апарат дуговий зварювання MMA-200S	A – тверді матеріали.	Дим, іскра, відкритий вогонь, інтенсивне теплове випромінювання.	Низька волога, наявність поруч із джерелом загоряння бавовняно-паперових виробів, деревини та ін.
	Кутова шліфувальна машина Bosch PWS 650-115	A – тверді матеріали.	Дим, іскра, відкритий вогонь, інтенсивне теплове випромінювання.	Низька волога, наявність поруч із джерелом загоряння бавовняно-паперових виробів, деревини та ін.
	Краскопульт безповітряного розпилення Graco	B – горіння рідин	Натуральні та синтетичні олії, лакофарбові вироби.	Пари легкозаймисті рідин, що вибухають при змішуванні з повітрям

У таблиці 18 наведено первинні та мобільні засоби пожежогасіння, засоби пожежної автоматики та індивідуального захисту та порятунку людей під час пожежі, пожежне обладнання та інструмент.»

					КРБАТ 25.22127.000. ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		68

Таблиця 18 – Засоби пожежогасіння та протипожежне обладнання

Вогнегасник, бочка з водою, азбестова тканина, ящики з піском	Первинні засоби пожежогасіння
Пожежний автомобіль	Мобільні засоби пожежогасіння
Автоматичні установки пожежогасіння	Установки пожежогасіння
Прилади приймально-контрольні пожежні прилади управління пожежні технічні засоби оповіщення та управління евакуацією пожежні системи передачі сповіщень про пожежу	Засоби пожежної автоматики
Модуль порошкового пожежогасіння	Пожежне обладнання
Засоби захисту органів дихання (респіратори, протигази, саморятувальники виготовлені з підручних засобів, протипилові тканинні маски та марлеві пов'язки), засоби захисту шкірного покриву (захисні костюми, гумові чоботи та ін.)	Засоби індивідуального захисту та порятунку людей під час пожежі
Немеханізована: пожежна багра, сокира, брухт. Механізований: гідронасос, силовий різальний вузол.	Пожежний інструмент (механізований та не механізований)
Система сповіщення про пожежу, сигналізація	Пожежна сигналізація, зв'язок та оповіщення

В відповідно з видами виконуваних заготівельних, обробних та складальних робіт у будівлі та з урахуванням типу та особливостей реалізованих технологічних процесів, у таблиці 19 зазначені ефективні організаційно-технічні заходи щодо запобігання пожежі.»

					КРБАТ 25.22127.000. ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		69

Таблиця 19 – Організаційно-технічні заходи щодо запобігання пожежі

Найменування технологічного процесу, вид об'єкту	Найменування видів робіт	Вимоги щодо забезпечення пожежної безпеки
Зварювання металевих труб	Зварювання	Відсутність поряд з електродами зварювання легкозаймистих рідин, газів та тканин.
Шліфування зварних з'єднань	Шліфування	Відсутність поруч із працюючою шліфувальною машиною легкозаймистих рідин, газів і тканин.
Нанесення захисного шару на металеву раму	Забарвлення	Відсутність поряд відкритого вогню.

Забезпечення пожежної безпеки на технічному об'єкті є фундаментальним аспектом правильної експлуатації та захисту від надзвичайних ситуацій. Ключовими заходами є навчання персоналу безпечним методам дій у разі пожежі, регулярні перевірки систем пожежної сигналізації та гасіння, а також суворе дотримання норм та вимог пожежної безпеки. Важливо пам'ятати про необхідність планування та проведення навчань з евакуації персоналу для мінімізації потенційних загроз. Забезпечення пожежної безпеки на технічному об'єкті потребує постійної уваги, проактивного підходу та готовності до дій у разі виникнення надзвичайних ситуацій.

4.5 Забезпечення екологічної безпеки технічного об'єкта

Екологічна безпека ділянки збирання повинна забезпечити в рамках

					КРБАТ 25.22127.000. ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		70

загальної екологічної безпеки всього підприємства. Забезпечення екологічної безпеки на технічному об'єкті є необхідною умовою для дотримання екологічних стандартів, мінімізації негативного впливу на навколишнє середовище та запобігання екологічним надзвичайним ситуаціям.

У таблиці 20 наведено ідентифікацію негативних екологічних факторів, що виникають під час створення проєктованого об'єкта. На підставі ідентифікації розроблені заходи щодо зниження негативного антропогенного впливу на довкілля виробленим технічним об'єктом, що розглядається.»

Таблиця 20 - Ідентифікація негативних екологічних факторів

Найменування технічного об'єкта розробки	Структурні складові технічного об'єкта, технологічного процесу	Вплив об'єкта на атмосферу	Вплив об'єкта на гідросферу	Вплив об'єкта на літосферу
Рама складально-го стапеля	Сталь 20. Зварювання, шліфування, фарбування.	Випарів із емностей для зберігання хімічних речовин. Газоподібні виділення зварювання. Пил з поверхні, сипких будівельних матеріалів	Зміна якості води, спричинена викидами нафтопродуктів та важких металів	Забруднення. Вторинне засолення та заболочування. Відчуження земель виробництва

Забезпечення безпеки та екологічності на підприємстві сьогодні стає все більш невід'ємною частиною успішної діяльності компанії. Успішна реалізація заходів щодо безпеки та екологічності потребує постійного контролю, навчання персоналу, використання сучасних технологій та систем управління. Важливим є також формування екологічної культури серед працівників та запровадження принципів відповідального споживання ресурсів.

У розділі визначено технологічні операції, які здійснюються на

складальному ділянці. На підставі переліку технологічних операцій, були ідентифіковані професійні ризики та визначено перелік шкідливих та небезпечних виробничих факторів, що впливають на працівників. Виявлені професійні ризики дозволили виконати розробку методи їхньої мінімізації чи нейтралізації, і навіть провести добір необхідних засобів індивідуального захисту (ЗІЗ).

Визначено фактори пожежної безпеки, на підставі чого розроблено комплекс організаційно-технічних заходів щодо запобігання пожежі. Також виконано ідентифікацію негативних екологічних факторів, що також дозволило розробити заходи щодо зниження негативного антропогенного впливу на навколишнє середовище технічним об'єктом, що розглядається.

На підставі викладеного, можна зробити висновок про виконання завдань у рамках виконання розділу безпеки та екологічності ділянки.

					КРБАТ 25.22127.000. ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		72

Висновки

1. Аналіз промислових аналогів, проведений у першому розділі дипломного проекту, показав, що існуючі стенди для ресурсних випробувань амортизаторів мають високий рівень автоматизації, точності та універсальності. Сучасні стенди забезпечують високу точність вимірювань, можливість програмування складних циклів випробувань та інтеграцію із програмним забезпеченням для аналізу даних. Вони можуть адаптуватися під різні типи амортизаторів та умови випробувань, що робить їх універсальними та ефективними інструментами для тестування.

2. Тяговий розрахунок, виконаний у другому розділі дипломної роботи, є ключовим етапом у проектуванні автомобіля, оскільки він визначає здатність транспортного засобу розвивати необхідну потужність для забезпечення необхідної продуктивності.

3. Запропонована конструкція стенду враховує всі вимоги технічного завдання і включає інноваційні рішення для імітації різних умов випробувань амортизатора. Конструктивні особливості стенду спрямовані на забезпечення стабільності, міцності та безпеки під час проведення випробувань.

4. У процесі розробки технології складання розробленого механізму було враховано основні етапи та послідовність операцій для ефективного та якісного складання. Були оптимізовані методи та інструменти з урахуванням особливостей конструкції та вимог до надійності приводної системи.

5. Визначено фактори пожежної небезпеки, на підставі чого розроблено комплекс організаційно-технічних заходів щодо запобігання пожежі. Також виконано ідентифікацію негативних екологічних факторів, що також дозволило розробити заходи щодо зниження негативного антропогенного впливу на навколишнє середовище технічним об'єктом, що розглядається.

					КРБАТ 25.22127.000. ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		73

Список використаної літератури та джерел

1. Кислик В. Ф., Луцик В. В. Будова й експлуатація автомобілів. – Київ: Либідь, 1999. – 400 с.
2. Сирота В. І. Основи конструкції автомобілів: навчальний посібник. – Київ: Арістей, 2005. – 280 с.
3. Кошарний М. Ф. Основи механіки та енергетики автомобіля: навчальний посібник. – Київ: Вища школа, 1992. – 200 с.
4. Основенко М. Ю., Сахно В. П. Автомобілі: навчальний посібник. – Київ: НМК ВО, 1992. – 344 с.
5. Сахно В. П., Безбородова Г. Б., Маяк М. М., Шарай С. М. Автомобілі. Тягово-швидкісні властивості та паливна економічність: навчальний посібник. – Київ: КВІЦ, 2004. – 174 с.
6. Лудченко О. А. Технічне обслуговування і ремонт автомобілів: підручник. – Київ: Знання-Прес, 2003. – 511 с.
7. Чабанний В. Я. Ремонт автомобілів: навчальний посібник. – Кіровоград: Друкарня, 2007. – 720 с.
8. Сідашенко О. І. Ремонт машин та обладнання: підручник. – Київ: Агроосвіта, 2014. – 665 с.
9. Марчук Р. М. Конспект лекцій з навчальної дисципліни «Правила дорожнього руху». – Рівне: НУВГП, 2016. – 50 с.
10. Основи керування автомобілем та безпека дорожнього руху: навчальний посібник для ВНЗ. – Київ: ВІКНУ, 2011. – 368 с.
11. Кашканов А. А., Грисюк О. Г. Безпека руху автомобільного транспорту: навчальний посібник. – Вінниця: ВНТУ, 2005. – 58 с.
12. Біліченко В. В., Зелінський В. Й., Севостьянов С. М. Основи конструкції автомобілів. Ходова частина: навчальний посібник. – Вінниця: ВНТУ, 2007. – 59 с.
13. Біліченко В. В., Варчук В. В., Вдовиченко О. В. Менеджмент технічних служб на автотранспортних підприємствах: навчальний посібник. – Вінниця: ВНТУ, 2007. – 117 с.
14. Буренніков Ю. А., Кашканов А. А., Ребедайло В. М. Рухомий склад автомобільного транспорту: робочі процеси та елементи розрахунку: навчальний посібник. – Вінниця: ВНТУ, 2009.

					КРБАТ 25.22127.000. ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		74