

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

Пояснювальна записка до дипломної роботи бакалавра

Галузь знань: 27 «Транспорт»

Спеціальність: 274 «Автомобільний транспорт»

Освітньо-професійна програма: «Автомобільний транспорт»

на тему: **«Конструкція стенду випробувань стартера вантажного
автомобіля та пристрій керування його живленням»**

Шифр: КРБАТ 25.2113.000. ПЗ

Виконав: студент 4 курсу, група АТ -21-1  В.В. Войчишен

Керівник  д.т.н., проф. О.В. Диха

До захисту допускаю:

Зав. кафедри ТАМ  Диха О.В.

ч 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
" 10 "квітня 2025 р. Диха О.В.

З А В Д А Н Н Я
НА ДИПЛОМНУ РОБОТУ БАКАЛАВРА

Войчишену Владиславу Валентиновичу

1. Тема проекту:

«Конструкція стенду випробувань стартера вантажного автомобіля та пристрій керування його живленням»

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

Затверджено наказом університету від 7 лютого 2025р. № 23

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

3. Вихідні дані до проекту:

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

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

1. Аналіз конструкції та обґрунтування вибору конструкції стенду для випробування стартерів
2. Розробка конструкції стенду випробувань стартерів
3. Розробка технологічного процесу ремонту та обслуговування стартера
4. Охорона праці та безпека об'єкта проектування

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

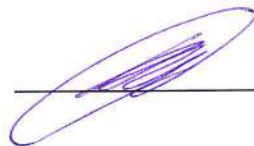
№ з/п	Назва етапів дипломного проекту (роботи)	Строк виконання етапів проекту (роботи)	Примітка
1	Аналіз конструкції та обґрунтування вибору конструкції стенду для випробування стартерів	1.05.2025	
2	Розробка конструкції стенду випробувань стартерів	15.05.2025	
3	Розробка технологічного процесу ремонту та обслуговування стартера	25.05.2025	
4	Охорона праці та безпека об'єкта проектування	5.06.2025	
5	Оформлення пояснювальної записки і презентації	10.06.2025	

Студент



Войчишен В.В.

Керівник роботи



Диха О.В.

РЕФЕРАТ

Обсяг пояснювальної записки – 70 сторінок, кількість рисунків – 33, таблиць – 9, додатків – 1, кількість джерел згідно із переліком посилань – 19.

Студент гр. АТ-21-1 Войчишен В.В.

Тема «Конструкція стенду випробувань стартера вантажного автомобіля та пристрій керування його живленням»

Метою кваліфікаційної роботи є розробка спеціалізованого стенду для випробування вантажних автомобілів стартерів.





Завдання роботи:

1. Аналіз конструкції випробувальних стендів
2. Підбір найбільш конструктивно близьких зразків, на основі яких проводилася розробка конструкції стенду.
3. Розрахунок окремих вузлів та деталей, силові та міцнісні розрахунки конструкції.
4. Розробка технології проведення випробувань та технологічної документації на проведення робіт з випробувань автомобільного стартера.
5. Аналіз безпеки під час проведення складальних робіт на ділянці.

Перелік ключових слів: автомобіль, стартер, випробувальний стенд, розрахунки міцності

Зміст

Вступ.....	6
1.Аналіз конструкції та обґрунтування вибору конструкції стенду для випробування стартерів.....	8
2.Розробка конструкції стенду випробувань стартерів.....	15
2.1.Технічне завдання на розробку пристрою конструкції стенду для випробування стартерів.....	15
2.2. Технічне пропозиція на розробку пристрої дляфіксації розподільчих валів.....	17
2.3. Міцнісний і силовий розрахунок основних елементів конструкції.....	28
3.Розробка технологічного процесу ремонту та обслуговування стартера.....	32
3.1.Параметри діагностування стану стартера.....	32
3.2.Найбільш характерні несправності агрегату.....	33
3.3.Технологічний процес діагностування стартера, знятого з вантажного автомобіля.....	34
3.4 . Проектування пристрою для ручного керування стартером.....	37

КРБАТ 25.2113.000. ПЗ				
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата
		Войчишен		
		Диха		
		Бабак		
		Диха		
Конструкція стенду випробувань стартера вантажного автомобіля та пристрій керування його живленням				
		Літ.	Аркуш	Аркушів
		4	70	
ХНУ, гр. АТ-21-1				

4. Охорона праці та безпека об'єкта проектування.....	48
4.1.Характеристика об'єкта проектування (технологічного процесу складальних робіт).....	48
4.2.Ідентифікація професійних ризиків.....	48
4.3. Методи та засоби зниження професійних ризиків.....	52
4.4.Забезпечення пожежної безпеки технічного об'єкту.....	56
4.5.Забезпечення екологічної безпеки технічного об'єкту.....	58
Висновки	60
Література	62
Додатки.....	65

Вступ

Сучасні реалії диктують нові підходи у створенні робіт всіх рівнях. Все більше і більше використовують транспортні засоби для транспортування вантажів, а також спеціалізованої техніки, створеної на її базі. Насамперед це стосується вантажних автомобілів вітчизняного виробництва, марки КРАЗ, які є базою для багатьох видів транспортних засобів. У сучасних умовах велике значення набуває якісного та своєчасно проведеного ремонту, в результаті якого необхідно не тільки зробити заміну зношених деталей, але й переконатися в працездатності агрегату на різних режимах, що можливо зробити тільки на спеціалізованих стендах.

Стартер є агрегатом автомобільного двигуна, який відповідає за запуск. Даний агрегат працює у складних умовах, піддаючись високим механічним навантаженням під час запуску двигуна та перебуваючи у несприятливих термічних умовах, оскільки монтується безпосередньо до картера двигуна.

Вантажна техніка на базі автомобіля КРАЗ призначена для транспортування сипких будівельних матеріалів, таких як ґрунти, пісок, щебінь тощо з місць виробництва або зберігання та рівномірного розподілу їх при будівництві та ремонті автомобільних доріг. Також техніка працює в інших несприятливих дорожніх умовах, пов'язаних із підвищеною вібрацією та навантаженнями. Це також позначається на технічному стані всіх автомобільних агрегатів.

При експлуатації транспортних засобів виникає необхідність проведення робіт, пов'язаних з технічним прийманням та перевіркою окремих вузлів та агрегатів, які відповідають за працездатність автомобіля. Стартери двигуна, після проведення ремонту, повинні перевіряти працездатність на різних режимах. Зокрема, щодо існуючих методикам перевірки електричних машин, якими і є стартери, перевірка повинна проводитися на режимі холостого ходу, робочого навантаження та в режимі повного гальмування. Отже, для

					КРБАТ 25.2113.000. ПЗ	Арк.
						6
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

проведення комплексної перевірки та імітації цих режимів з проведенням вимірювання параметрів роботи стартера, з подальшою діагностикою його працездатності.

Створення подібного стенду для проведення випробувань необхідне для спеціалізованих випробувальних лабораторій. Для лабораторій таке необхідне в рамках проведення випробувань під час перевірки та сертифікації стартерів після проведення їх модернізації або внесення до конструкції змін. Для наукових центрів подібне обладнання може бути використане при проведенні дослідницьких робіт за новими типами стартерів або при внесенні змін у конструкцію, наприклад, застосуванні нових видів редукторних пристроїв та матеріалів або внесенні змін у конструкцію механізму.

Подібне обладнання також призначене для широкого використання на підприємствах автомобільного транспорту, оскільки воно застосовується під час ремонтної діагностики стартера. У процесі пошуку будуть вивчені зразки техніки, яка використовується для проведення аналогічних випробувань, звідки будуть взяті технічні рішення, які надалі будуть використані в конструкції, що розробляється.

Метою кваліфікаційної роботи є розробка спеціалізованого стенду для випробування вантажних автомобілів стартерів.

Завдання роботи:

1. Аналіз конструкції випробувальних стендів
2. Підбір найбільш конструктивно близьких зразків, на основі яких проводилася розробка конструкції стенду.
3. Розрахунок окремих вузлів та деталей, силові та міцнісні розрахунки конструкції.
4. Розробка технології проведення випробувань та технологічної документації на проведення робіт з випробувань автомобільного стартера.
5. Аналіз безпеки під час проведення складальних робіт на ділянці.

					КРБАТ 25.2113.000. ПЗ	Арк.
						7
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

1 Аналіз конструкції та обґрунтування вибору конструкції стенду для випробування стартерів

Пристрій для випробування стартерів - пристрій, що застосовується як до-і післяремонтної діагностики автомобільних стартерів. Конструкція знаходить своє застосування на ділянці ремонту електроустаткування станцій технічного обслуговування та автотранспортних підприємств. Як випливає з назви самого пристрою, призначений для проведення випробувань автомобільних стартерів на наступних режимах:

- випробування у режимі холостого ходу;
- випробування у робочому режимі під навантаженням;
- випробування у режимі повного гальмування.

Розглянемо різні види конструкцій стенду для випробування стартерів, які виявили в результаті пошуку аналогів.

Одним із знайдених пристроїв буде стенд Е-250, контрольно-випробувальний стенд регулювання електроустаткування, показаний на рисунку 1.

Стенд Е-250 призначений для перевірки різних видів електрообладнання та агрегатів, таких як стартер та генератор автомобіля. Перевірка проводиться на режимах, які імітує робітники, аналогічні за характеристиками тих, які мають агрегати при роботі на автомобілі. Характеристики стенду наведено у таблиці 1.

Режими перевірок максимально наближені до умов експлуатації.

«У стенді реалізовано революційну методику перевірки генераторів. Її режим максимально наближений до експлуатаційного: плавно змінюється частота обертання та струм навантаження.

Широкий спектр виконань дозволяє вибрати стенд з необхідним поєднанням ціни та функціональних можливостей. У середині кожної групи можна шляхом опціонального доопрацювання отримати будь-яке виконання.

					КРБАТ 25.2113.000. ПЗ	Арк.
						8
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Виконання стенду поділяються на дві групи: універсальні (12В/24В) і легкові (12В), залежно від належності електрообладнання, що перевіряється, до автомобілів з різною бортовою напругою.

У кожній групі є генераторне виконання, що виключає перевірку стартерів, що не заважає його опціональному доопрацюванню у разі зміни споживача.

В якості джерела стартерного живлення застосовується джерело живлення СІП або акумуляторні батареї. У акумуляторному варіанті у випадку <підсаженого> акумулятора можна використовувати сторонній пуско-зарядний пристрій.



Рисунок 1 – Контрольно-випробувальний стенд регулювання електроустаткування Е-250

					КРБАТ 25.2113.000. ПЗ	Арк.
						9
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Таблиця 1 - Характеристики стенду E-250

Найменування параметра	Значення
Частота обертання, об/хв	0...10 000
Сила постійного струму, А	0 ... 5, 0 ... 150, 0 ... 500, 0 ... 1000
Напруга постійного та змінного струму, В	0...2, 0...20, 0...40
Крутний момент, Нм	0...100
Опір постійному струму, Ом	0 ... 100, 0...100000
Максимальна потужність, що споживається з мережі під час перевірки стартерів, кВА	20
Час встановлення робочого режиму, хв	15
Час безперервної роботи	8
Напрацювання на відмову, годину	1000
Середній термін служби, років	8
Номінальна напруга обладнання, що перевіряється,	2 / 24
Вага, кг	400 кг
Довжина, мм	1200 мм

Іншим аналогом конструкції є конструкція стенду KraftWell KRW220Inverter, електричний стенд для перевірки генераторів та стартерів. Конструкція стенду представлена на рисунку 2. Технічні характеристики стенду представлені у таблиці 2.

«Стенд електричний для швидкого випробування та контролю роботи електрообладнання автомобілів – стартерів та генераторів.» [11]

Як і раніше розглянутий стенд E-250, він призначений для перевірки стартерів та генераторів, демонтованих з автомобіля. Перевірка проводиться на режимах, аналогічних до експлуатаційних. Для зняття

					КРБАТ 25.2113.000. ПЗ	Арк.
						10
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

показань з датчиків стенд має у складі тензостанцію, оснащену аналого-цифровим перетворювачем з виведенням на ПК через СОМ-порт.



Рисунок 2 – Електричний стенд для перевірки генераторів та стартерів KraftWell KRW220Inverter

Таблиця 2 – Технічні характеристики стенд для перевірки генераторів та стартерів KraftWell KRW220Inverter

Найменування параметра	Значення
Пакувальні розміри	720/640/630 Д/Ш/В, мм
Вага брутто	65 кг
Кількість місць в упаковці	1 шт
Перевезення у вертикальному положенні	так
Довжина	750 мм
Ширина	750 мм
Висота	800 мм
Вага	52 кг

Ще один виявлений аналог конструкції стенду, стенд представлений рисунку 3. Це стенд Е-242, призначений для перевірки стартерів і

					КРБАТ 25.2113.000. ПЗ	Арк.
						11
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

генераторів.



Рисунок 3 – Електричний стенд для перевірки генераторів та стартерів Е-242
«Цей стенд призначений для контролю та ремонту:

- знятого з автомобіля електрообладнання
- контрольно-випробувальний стенд для перевірки генераторів до 6,8 кВт у режимі холостого ходу та під навантаженням стартерів до 11 кВт у режимі холостого ходу та повного гальмування;
- реле регуляторів;
- тягових реле стартерів;
- реле-переривників;
- комутаційних реле;
- електроприводів агрегатів автомобілів;
- обмоток якір;
- напівпровідникових приладів;
- резисторів; Стенд оснащується:
- електроприводом для обертання генераторів
- джерелом стартерного струму

					КРБАТ 25.2113.000. ПЗ	Арк.
						12
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

- навантажувальними пристроями
- пристроями перевірки якорів та контролю ізоляції
- засобами вимірювання напруги, сили струму, електричного опору, крутного моменту, частоти обертання

Стенд поставляється з повним комплектом приладдя, необхідного для виконання перевірок.» [13]

Як і раніше представлені стенди, випробування проводять як для генератора, так і для стартера. Для приводу генератора стенд оснащується однофазним асинхронним двигуном змінного струму з можливістю швидкого демонтажу шківів.

Технічні дані стенду E-242. Діапазони вимірів:

- напруга постійного струму, В: 0...20, 12...16...40, 24...32
- сила постійного струму, А: 0...5, 0...500...150, 0...500, 0...1500

У процесі аналізу було виявлено стенд для перевірки генераторів та стартерів (цифровий) 380В, SPIN (Італія) BANCOPROVA D TRUCK EVO, рисунок 4.



Рисунок 4 – Стенд для перевірки генераторів та стартерів (цифровий) 380В, SPIN (Італія) BANCOPROVA D TRUCK EVO

					КРБАТ 25.2113.000. ПЗ	Арк.
						13
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

«Випробувальний стенд для перевірки генераторів (стандартних та електронних) та стартерів 12-24 В. Випробувальний стенд, у підлоговому виконанні, що дозволяє проводити прискорені випробування стартерів та генераторів 12-24 В, потужністю до 3500 Вт (легкові автомобілі, вантажні автомобілі). Призначений для звичайних станцій технічного обслуговування, майстерень що спеціалізуються на ремонті електроустаткування, професійних освітніх закладів. Обладнаний необхідними засобами збудження електронних генераторів. Випробування генератора 12-24 з зарядним реостатом і з попереджувальної світловою сигналізацією. Випробовує стартери потужністю до 11 кВт., в режимі холостого ходу і під навантаженням за допомогою механічного гальма. В комплекті з адаптерами для перевірки регуляторів типів COM (BSS/LIN, BMW, VW, Mercedes-Benz, Audi, Ford, Volvo, Mazda, Renault). Перевірка якорів і обмоток за допомогою пристрою, що входить до комплекту 04.036.00.» [3]

Як еталонний аналог, представлений на рисунку 4 прийнятий через його універсальність і можливість використання в широкому діапазоні моделей.

Таким чином, в результаті проведеного пошуку було встановлено, що основним напрямком конструкторського впливу буде модернізація у напрямку вдосконалення кронштейну та механізму фіксації.

Було виявлено патентні аналоги та відібрано найбільш перспективні з погляду реалізації конструкторських ідей, закладених у них. Результати проведеного аналізу буде винесено на аркуш графічної частини роботи.

					КРБАТ 25.2113.000. ПЗ	Арк.
						14
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

2 Розробка конструкції стенду випробувань стартерів

2.1 Технічне завдання на розробку пристрою конструкції стенду для випробування стартерів

Необхідно спроектувати пристрій, призначений для випробування стартерів вантажних автомобілів, здатний забезпечити надійність та точність проведення випробування. Даний виріб відноситься до діагностичного випробувального обладнання, зокрема пристроїв для випробування агрегатів, демонтованих з автомобіля. Передбачається використовувати пристрій на СТО, АТП та спеціалізованих ремонтних підприємствах, де провадиться ремонт електричних агрегатів. Проектування пристрою проводиться в рамках випускної кваліфікаційної роботи бакалавра відповідно до виданого завдання на випускну кваліфікаційну роботу.

Як джерело розробки буде аналіз промислових зразків, конструкції пристроїв для миття коліс автомобілів, проведений у попередньому розділі. Результати аналізу у вигляді аналітичної таблиці порівняння технічних характеристик та побудованої за цими даними циклограми представлені на аркуші графічної частини.

Потрібно розробити пристрій, призначений для випробування стартерів різних типів у всіх режимах (режим холостого ходу, робочий режим, режим повного гальмування). Цей виріб має бути адаптований до випробування стартерів автомобілів КРАЗ. Виріб буде експлуатуватися в закритих приміщеннях з твердим статевим покриттям (бетонна стяжка, металева плитка і т.д.), з температурою повітря - 5...+50°C.

Розробка ведеться за завданням кафедри «ПЕА» Тольяттінського державного університету у рамках виконання випускної кваліфікаційної роботи.

Потрібно забезпечити під час розробки такі технічні характеристики

					КРБАТ 25.2113.000. ПЗ	Арк.
						15
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

стенда.

- випробувальний стенд має бути розроблений з урахуванням особливостей кріплення стартера КРАЗ, різних модифікацій;
- як навантажувальний пристрій необхідно використовувати механічний інерційний механізм, що складається з махових мас;
- як вимірювальний пристрій необхідно використовувати динамометричний ключ, для візуального контролю процесу навантаження;
- потрібно використовувати в конструкції стенду стандартні вузли та деталі від механізмів автомобіля ВАЗ, з метою здешевлення конструкції та спрощення складання.

Можливі характеристики конструкції стенду:

- габаритні розміри, мм, не більше: 1600 x 1000 x 1000
- маса стенду, кг не більше: 250
- максимальний гальмівний момент, Н·м: 500

«Органи керування та прилади контролю повинні перебувати на висоті 700...800 мм від рівня підлоги, причому зусилля повороту має бути не більше 80 Н. Усі важелі повинні знаходитись у зоні досяжності рук оператора, без переміщення тулуба. Робоче становище оператора – стоячи. Рукоятки повинні бути забезпечені гумовими накладками для запобігання зісковзування рук.

Зовнішні контури механізму повинні відповідати вимогам технічної естетики та передавати функціональний характер. Композиційне рішення установки має бути таким, що гармонійне співвідношення елементів досягається за рахунок пропорційного поєднання елементів конструкції, пропорційний підбір габаритів станини.

Візуально складається враження стійкості конструкції. Гострі кути стенду рекомендується заокруглити, рекомендується пофарбувати станину та агрегати стенду в сіро-зелений або сіро-блакитний колір. Внутрішні поверхні захисних кожухів та електрошаф пофарбувати в червоний колір.

					КРБАТ 25.2113.000. ПЗ	Арк.
						16
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Не допускаються деталі, що виступають за габарити стенду, якщо того не вимагає їх функціональне призначення.» [9]

Для безвідмовної та ефективної роботи даного виробу ТО даного виробу повинно проводитися не менше 1 разу на 3 місяці. 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 зібраному вигляді.

- приблизна собівартість виробу, трохи більше: 150 000 руб
- термін окупності: 2,5 року

Строки та порядок погодження технічного завдання відображається у завданні на випуск кваліфікаційну роботу та погоджується з науковим керівником проекту.

2.2 Технічне пропозиція на розробку пристрою для випробування стартерів вантажних автомобілів

Отримано технічне завдання на розробку конструкції пристрою для випробування стартерів вантажних автомобілів, що демонтовані з двигуна. Передбачається проведення випробувальних робіт як перед проведенням ремонту для встановлення працездатності агрегату, так і після проведення ремонту для виявлення післяремонтних дефектів. Конструкція стенду, що розробляється, покликана полегшити роботу з відремонтованим стартером автомобіля та сприяти підвищенню культури виробництва.

Додатково було здійснено пошук за джерелами патентної інформації. Це зроблено для того, щоб в рамках технічної пропозиції знайти додаткові технічні рішення, які можуть бути використані у стенді. У ході додаткового пошуку виявили стенд, описаний в авторському свідоцтві №

					КРБАТ 25.2113.000. ПЗ	Арк.
						17
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

2079122, Росія.

На рисунку 5 зображено випробувальний стенд, вид збоку; на рисунку 6 - Вид зверху.

На малюнках 5 і 6 зображено стенд, пристосований для випробувань стартером електродвигунів М. Зокрема, цей стенд пристосований для кращого застосування та області автомобільної промисловості.

Стенд містить 1 жорстку опорну конструкцію (наприклад, станину або робочий стіл) 2, яка підтримує розташований на ній стіл 3 правильної чотирикутної форми. Гальмо 4, що представляє собою, у кращому виконанні, фрикційне динамометричне гальмо, розміщене на столі 3, в центральній частині зазначеного столу 3. Гальмо 4 забезпечене двома вихідними валами 5, розташованими горизонтально і в основному в одній площині з поздовжньою центральною віссю столу 3.

Дві муфти 6 (зазвичай електромагнітні муфти) розташовані співвісно вихідним валом 5 гальма 4, завдяки чому муфти 6 в відповідному тілі обертання вінцем. Кожен ротор 7 можна тому порівняти, по суті, з маховиком двигуна внутрішнього згоряння, з периферійним зубчастим вінцем для зачеплення з шестернею стартера. Кожен зубчастий ротор 7, крім того, з'єднаний з вихідним валом відповідного малоінерційного випробувального електродвигуна 8.

Електромагнітні муфти 6 і двигуни 8 підключені до пристроїв 9 живлення і управління, які розташовані всередині опорної конструкції 2 і в свою чергу управляються відповідними засобами управління, контрольованими комп'ютером D, що знаходяться всередині, принаймні одного, шафи В, пов'язаного з конструкцією 2 кабелю 3, в якому передаються переважно являє собою розділений на відсіки корпус, що має дверцята, які можуть бути відкриті для забезпечення легкого доступу до електровузлів, що знаходяться всередині. Вона зазвичай включає також допоміжні пристрої, такі як електроклапани 10, пристосовані для подачі

					КРБАТ 25.2113.000. ПЗ	Арк.
						18
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

стисненого повітря в канали 11, причому це стиснене повітря використовується для охолодження електродвигунів, що випробовуються.

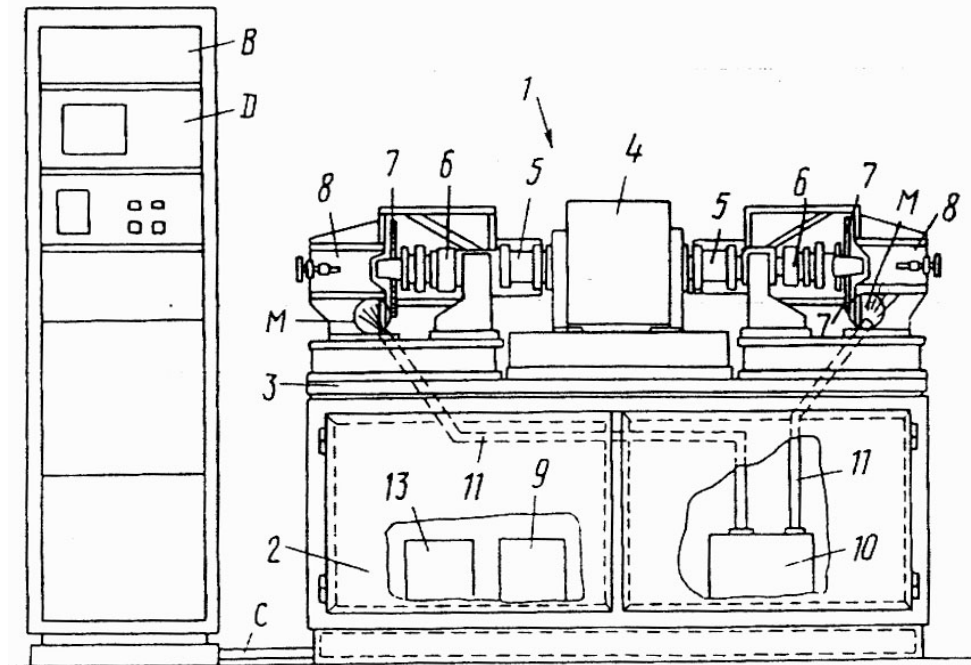


Рисунок 5 – Стенд для випробування стартерів, вид збоку

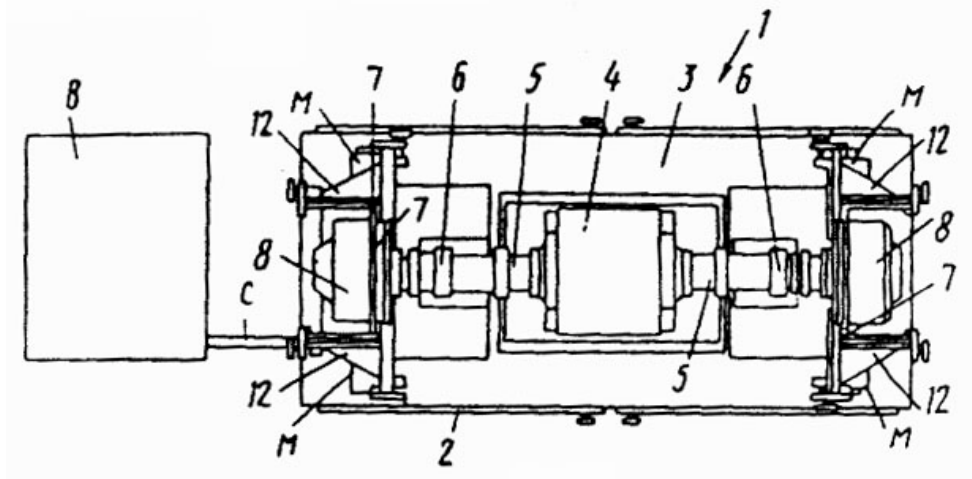


Рисунок 6 – Стенд для випробування стартерів, вид зверху

Як вже згадувалося, гальмо 4 переважно являє собою охолоджуване

Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата

водою динамометричне фрикційне гальмо.

Випробовувані електродвигуни М встановлюють на кронштейни, розташовані на протилежних сторонах кожного з зубчастих роторів 7 таким чином, щоб забезпечити зчеплення шестерні електродвигуни М з зубчастим вінцем ротора 7. З цією метою елементи випробовуваних двигунів переважно виготовляють у вигляді салазок і 2) таким чином, щоб забезпечувалася простота зачеплення шестерні електродвигуна М з відповідним зубчастим ротором 7, навіть у випадку, коли двигуни мають різні характеристики. Слід зазначити, що умови установки електродвигунів М на стенді 1 забезпечують не тільки строго задане механічне з'єднання (з прив'язкою до режиму зачеплення шестерень із зубчастим ротором 7), але також:

- з'єднання зазначених електродвигунів з відповідним джерелом 13 електроживлення, який розташований всередині конструкції 2 і управляється комп'ютером D з тим, щоб забезпечити у початковій фазі випробування моделювання пуску електродвигуна, загальмованого максимальним гальмівним моментом, і переважно

- розташування електродвигунів М згідно з вихідними соплами каналів 11 для подачі струменів стисненого повітря, керованих електроклапанами 10 для того, щоб забезпечити швидке охолодження колекторів електродвигунів М в кінці випробування. [9]

Крім того, стенд 1 покривається захисними кожухами, що встановлюються з можливістю ковзання в поздовжньому напрямку по відношенню до зазначеного стенду (не показані), які дозволяють отримати легкий доступ до всіх механічних елементів.

Кожен цикл випробування (опис відноситься до одночасного випробування чотирьох електродвигунів М) здійснюється відповідно до послідовності, описаної нижче.

					КРБАТ 25.2113.000. ПЗ	Арк.
						20
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Спочатку чотири електродвигуна М встановлюють на стенд 1, причому їх поміщають на відповідні напрямні елементи - санки 12 таким чином, щоб привести в зачепленні шестірні з вінцем вінчастим двох роторів 7.

Як тільки випробовуються електродвигуни встановлені на стенді 1, комп'ютер D перевіряє положення зачеплення муфт 6 (щоб зубчасті ротори 7 становили єдине ціле з вихідними валами 5 гальма 4) і таким чином підключає джерело 13 живлення з тим, щоб перевірити електричний розряд, чим розряд триває приблизно 1 с. Електродвигуни М, збуджені таким способом, обертають зубчасті ротори 7 і, отже, фрикційне гальмо 4, до 1300 об/хв при заданому максимальному гальмівному моменті. [9]

Наприкінці цього періоду часу (наприклад, 1 с), протягом якого підтримуються дані умови, відповідну муфту 6 переводять в нейтральне положення, в той час як відповідний малоінерційний електродвигун 8 запускається протягом короткого періоду часу

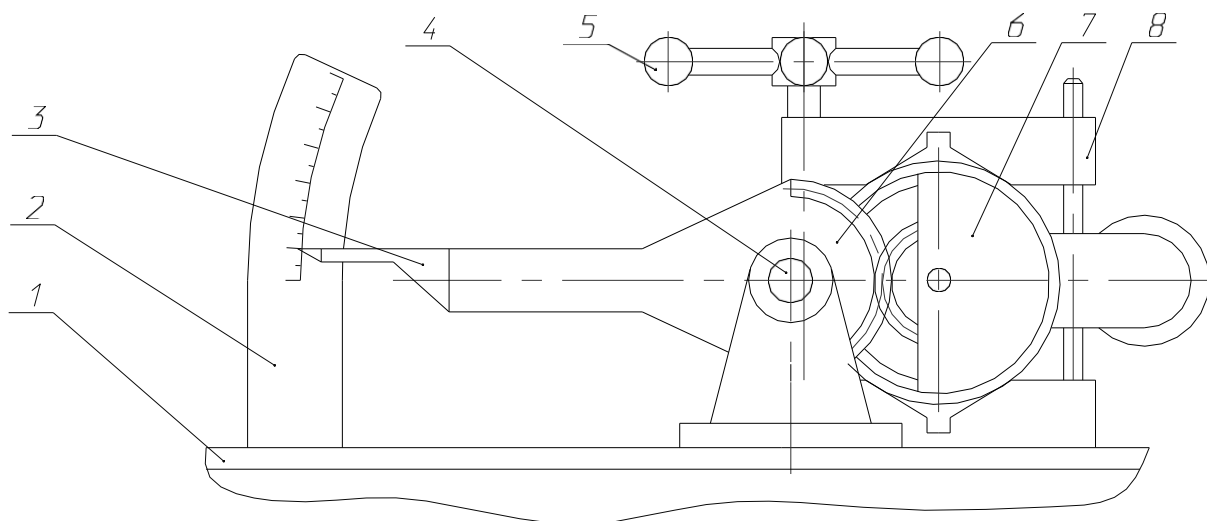
(зазвичай 0,5 с) обертає відповідний ротор 7 з відповідною швидкістю, наприклад швидкість обертання шестерень електродвигунів становить близько 20000 об/хв. Таким шляхом моделюється і підтримується протягом приблизно І фаза так званого рознесення. В кінці цього періоду пусковий електродвигун 8 переводиться в гальмівне положення таким чином, щоб зупинити випробувальну систему приблизно 0,5 с. У цей момент відкривається електроклапан 10, який через канал 11 подає стиснене повітря для охолодження колектора електродвигуна, що піддається випробуванню. Потім комп'ютер D забезпечує проведення випробування електродвигуна М, встановленого на наступній позиції, причому ця операція повторюється n-не число разів до тих пір, поки не досягнуто попередньо задану певну кількість циклів або не виявлено першу аномалію. [9]

Даний виріб відноситься до діагностичного випробувального

					КРБАТ 25.2113.000. ПЗ	Арк.
						21
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

обладнання, зокрема пристроїв для випробування агрегатів, демонтованих з автомобіля. Пристрій використовуватиметься на СТО, АТП та спеціалізованих ремонтних підприємствах, де здійснюється ремонт електричних агрегатів, зокрема стартерів двигунів автомобіля.

Поряд з промисловими зразками та описом винаходу, в рамках технічної пропозиції був виявлений стенд для перевірки стартера після його ремонту. Цей стенд було розроблено та впроваджено на дослідно-промислому виробництві ВАЗу для спеціалізованої фірмової станції технічного обслуговування Автоцентр-ВАЗ. Конструкція виконана із вузлів серійних агрегатів ВАЗ та деталей, що виготовляються самостійно в умовах одиничного виробництва. Схема аналога зображена на рисунку 7



1 – станина; 2 – шкала; 3 – покажчик; 4 – торсіонний вал; 5 – маховик; 6 – зубчастий сектор; 7 – стартер; 8 – затискач

Рисунок 7 – Аналог конструкції стенду, що розглядається, застосований на СТО Автоцентр-ВАЗ

Установка працює в такий спосіб. Стартер, призначений для випробування, встановлюється на станині за допомогою закріплення в затиску і підключається до електричної системи. Після пуску стартерна шестерня з'єднується із зубчастим вінцем сектора, що призводить до

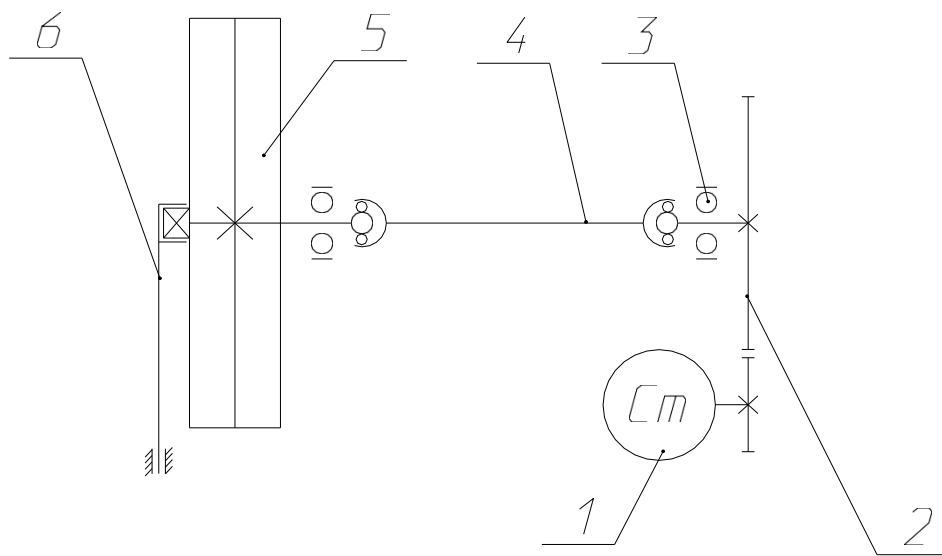
					КРБАТ 25.2113.000. ПЗ	Арк.
						22
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

прокручування покажчика, жорстко пов'язаного з торсіонним валом. Кут прокручування характеризує розвивається стартером крутний момент, який фіксується за шкалою.

Очевидно, що дана конструкція, розглянута як аналог має ряд недоліків, а саме:

- перевірка стартера лише у режимі повного гальмування;
- відсутність можливості перевірки стартерів інших типів через складність переналаштування стенду;
- складність закріплення стартерів різних типів, необхідність припасування розміщення вінця.

Для розробки конструкції стенду, нами була розроблена кінематична схема пристрою, наведена на рисунку 8. На кінематичній схемі представлені основні рішення компоновання розроблюваного пристрою і показані основні технічні рішення.



- 1 - стартер, що випробовується; 2 – маховик; 3 – підшипникова опора; 4 – карданний вал; 5 – блок махових мас; 6 – динамометричний вузол.

Рисунок 8 – Кінематична схема стенду, що розробляється.

Головною відмінністю від запропонованих у ході пошуку рішень буде спеціалізація стенду для випробування тільки стартера, що дозволить значно спростити, а значить і здешевить конструкцію. Відповідно до вимог

Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата

у технічному завданні, у конструкції стенду будуть використані вуздечки та деталі, що використовуються у серійних вузлах автомобілів. Окремі вузли, які застосовуються в конструкції, такі як вал приводу, підшипникові опори та окремі елементи, будуть використані від автомобіля ВАЗ. Навантаження в робочому режимі імітуватиметься пакетом махових мас, які будуть створювати інерційне навантаження під час старіння пакета в момент запуску. Динамометричний вузол буде використовуватися для вимірювання величини моменту, що крутить, в режимі повного гальмування.

Електрична схема стенду наведена на рисунку 9.

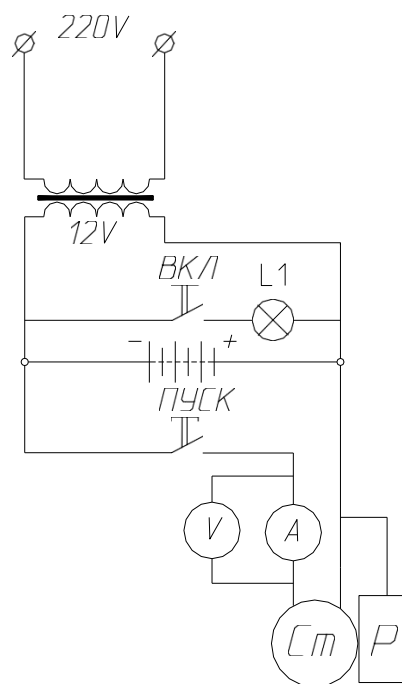


Рисунок 9 – Електрична схема стенду

Передбачається проведення пуску стартера від акумуляторної батареї, підзарядка якої проводитиметься від мережі змінного струму в 220 В через зарядний пристрій. Відповідно до електричних вимог пристрою зарядки необхідно підключення його через понижувальний трансформатор і випрямляючий пристрій (не показано), оскільки стартер є двигуном постійного струму. Кнопка ВКЛ здійснює включення зарядного пристрою,

про що свідчить лампа L1. Пуск стартера виконується кнопкою ПУСК. Кнопка Пуск не має фіксації. Розглянемо прийняті розробки з метою виявлення особливостей конструкції.

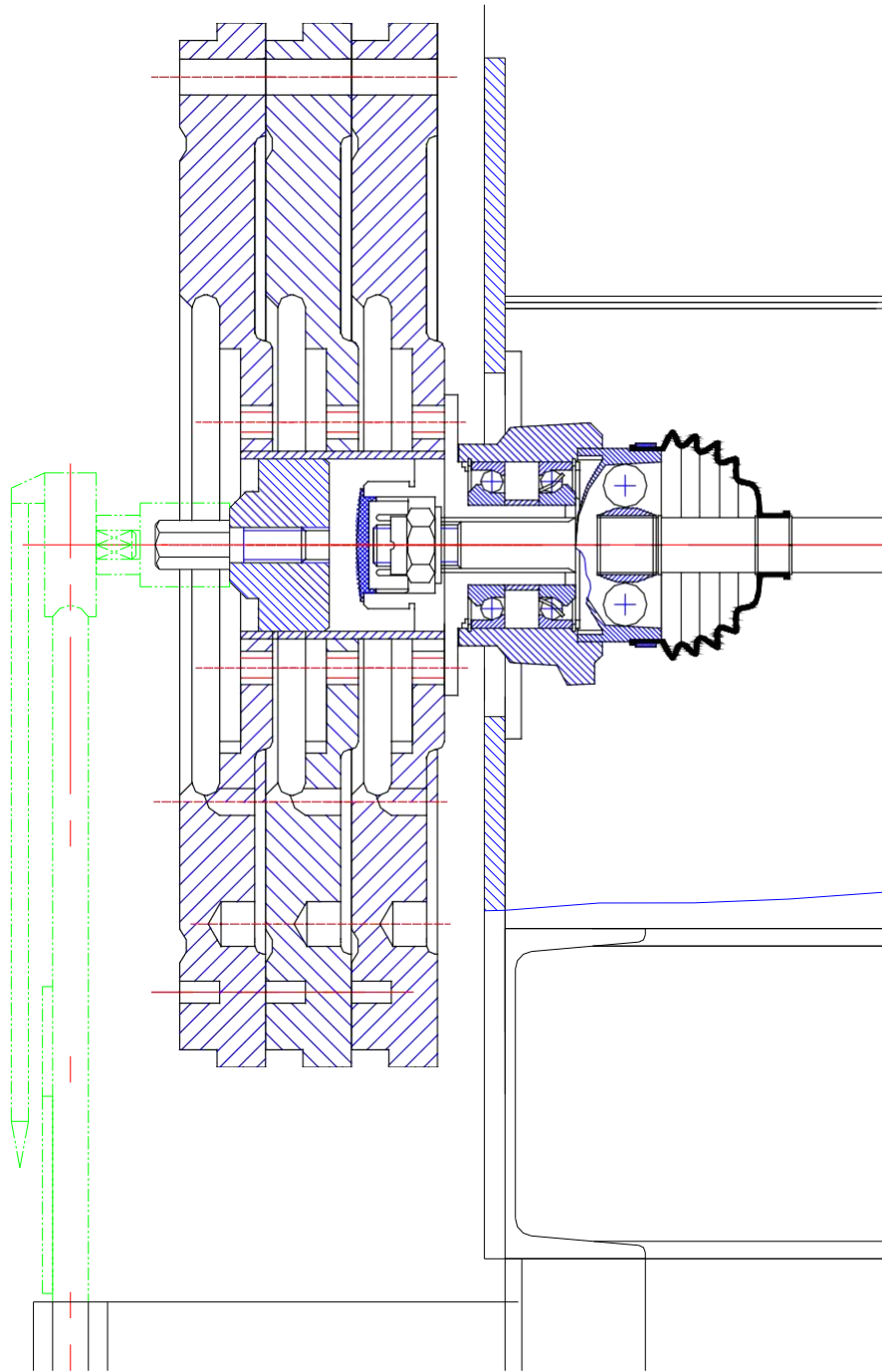


Рисунок 10 – Розріз блоку махових мас.

Блок махових мас необхідний імітації інерції двигуна. Як було обговорено в технічному завданні, як опора використовується

Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата

КРБАТ 25.2113.000. ПЗ

Арк.
25

маточина автомобіля передньопривідного компонування ВАЗ, закріплена на рамі. Як вимірювач моменту в режимі повного гальмування застосовується динамометричний ключ, який закріплюється на маховику, а рукоятка його поміщається в упор.

Передбачається як механізм фіксування навантаження застосовувати динамометричний ключ. Ключ закріплюється на рамі за допомогою кронштейна, що приварюється до динамометричного ключа. При зміні величини моменту, що крутить, відбувається згинання торсіону, що викликає відхилення стрілки, за величиною якого судять про величину моменту. Також можливе застосування електронного реєструючого пристрою, в цьому випадку як реєструючі елементи застосовуються тензодатчики, що також розміщуються на торсіонному валу.

Проробка зовнішнього естетичного вигляду виробу, що розробляється, проводиться для підвищення маркетингової привабливості продукції, а також з метою створення оптимальної гармонії виробу з умовами експлуатації.

Каркас виробу виготовляється, зважаючи на його складну форму, зі швелерів, що скріплюються між собою зварюванням. При проектуванні форми корпусу враховано психофізичні особливості сприйняття людиною форми виробу. Зокрема станина виконаний у пропорціях, порівнянних із розмірами маховика, що зроблено з метою візуально створити враження стійкості конструкції, але водночас за пропорційності виконання виключається візуальне враження громіздкості. [2]

Зовнішній вигляд виробу повністю характеризує виконуваним ним функції. На конструкції чітко виражені робочий орган (вузол кріплення стартера, рукоятка управління гальмом, динамометричний ключ) та органи приводу передачі моменту (привід). Завдяки компактному розміщенню всіх частин виробу в корпусі, встановлений у цеху виріб не порушує його композиційне рішення, що вигідно відрізняє його від існуючих аналогів.

					КРБАТ 25.2113.000. ПЗ	Арк.
						26
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Важливе значення при опрацюванні естетичних вимог варто приділити забарвленню виробу, яке не повинно бути достатньо помітним, щоб не виступати додатковим дратівливим фактором для робітника. Рекомендується пофарбувати установку в сіро-блакитний колір, так як подібне забарвлення візуально прикрашає габаритні розміри виробу, що важливо, враховуючи те, що виріб передбачається розміщувати в цеху. При фарбуванні рекомендується використовувати емалеві фарби. Опорний майданчик столу виконати з листового металу, вузол кріплення стартера пофарбувати в помаранчевий колір, з нанесеними чорними смугами. [13]

Важливе значення при проектуванні якогось виробу мають його ергономічні показники, тобто його ступінь пристосованості до усереднених людських параметрів. Саме ці параметри є визначальними при подальшому впровадженні виробу у виробництво.

Установка призначена для перевірки стартера, що пов'язано з шумом, тому пульт оператора слід віднести на відстань 0,5 – 1 м. Приміщення, в якому виконується робота, має бути сухим, з твердим покриттям. Зусилля робітника при натисканні на кнопку має становити не більше 15 Н. Пульт слід заземлити. При проведенні робіт конструкція установки повинна забезпечувати робочому оптимальні кути огляду для забезпечення безпеки виконання робіт. Горизонтальні кути огляду (без урахування повороту голови робітника) повинні становити 60°, вертикальні - 10° вгору та 30° вниз.

Шкала повинна бути в зоні досяжності робітника, також повинні дотримуватися кути повороту рук робітника, аналогічні вимоги на положення тулуба.

					КРБАТ 25.2113.000. ПЗ	Арк.
						27
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

2.3 Міцнісний і силовий розрахунок основних елементів конструкції

Розрахунок крутних моментів, що виникають у процесі роботи.

Розрахунок проводиться з огляду на те, що стенд призначений для випробування стартерів різних типів. Як навантажувальний пристрій передбачається застосування махових мас. Випробування стартера проводиться на робочих режимах, включаючи режим повної зупинки, що дозволить отримати максимальний момент, що крутить, на вихідному валу стартера. Для стартерів, що застосовуються для запуску двигунів автомобілів КРАЗ, згідно з пусковими характеристиками, робочий момент, що крутить, становить $M_{кр} = 90 \text{ Н}\cdot\text{м}$.

Переданий момент, що крутить, визначається з передатного відношення стартерна шестерня-маховик.

Число зубів на стартерній шестірні $n_1 = 11$.

Число зубів на вінці маховика $n_2 = 128$.

Передатне відношення визначається як:

$$u = \frac{n_2}{n_1} \quad (1)$$

$$u = 128 / 11 = 11,64$$

Тоді момент, що крутить, на півосі:

$$M = M_{кр} \cdot u \quad (2)$$

$$M = 90 \cdot 11,64 = 1047,6 \text{ Н}\cdot\text{м}$$

Отже, для повного загальмовування осі необхідно подолання крутного моменту $1047,6 \text{ Н}\cdot\text{м}$.

Розрахунок болтів кріплення валу на зріз.

При передачі моменту, що крутить, від стартера до валу болти

					КРБАТ 25.2113.000. ПЗ	Арк.
						28
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

відчувають напруги вигину, при контакті з площинами фланця редуктора під дією крутного моменту можливий зріз болтів. Тоді мінімальний діаметр болта буде розрахований як:

$$d = \sqrt{\frac{F \cdot 4}{\pi \cdot i \cdot [\tau_{\text{сп}}]}} \quad (3)$$

де i - Число площин зрізу ($i = 2$); d – діаметр болта, м;

Навантаження на з'єднання визначатиметься за умови:

$$F = M_{\text{кр}} \cdot r / 4, \quad (4)$$

де r – радіус обертання, приймаємо згідно з конструкцією, $r = 36$ мм.

$$F = 1047,6 \cdot 0,036 / 4 = 9,4 \text{ Н}$$

$$d = \sqrt{\frac{9,4 \cdot 4}{3,14 \cdot 2 \cdot [85]}} = 3,71 \text{ мм}$$

Приймаємо мінімальний діаметр болта $d=8$ мм із конструктивних міркувань.

Сила інерції, що виникає під час роботи стартера, розраховується як:

$$Pi = G \cdot j, \quad (5)$$

де G - вага рухомих частин двигуна, $G = 35$ кг.

					КРБАТ 25.2113.000. ПЗ	Арк.
						29
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

j – прискорення, м/с², $j = 1,2$ приймаємо як усереднене значення всім типів стартерів.

Таким чином інерція розгону автомобіля складе

$$Pi = 350 \cdot 1,2 = 420 \text{ Н}\cdot\text{м}$$

Для стенду момент інерції мас, що обертаються, буде дорівнювати сумі моментів маховиків навантажувального пристрою, виконаного у вигляді блоку махових мас.

Загальний момент інерції повинен становити величину, рівну розрахованій вище за величину інерції.

$$Pi = \frac{I_{\text{масс}}}{r_{\text{бар}}} \cdot j \quad (6)$$

де $I_{\text{мас}}$ – момент інерції маховика Маса

диска складає:

$$m = \pi \cdot (r_2^2 - r_1^2) \cdot l \cdot \rho, \text{ где} \quad (7)$$

$$\rho = 7,81 \text{ г/см}^3$$

$l = 0,01 \text{ м}$ – товщина диска

$$m = 3,14 \cdot (0,15^2 - 0,05^2) \cdot 0,01 \cdot 7810 = 14,1 \text{ кг}$$

					КРБАТ 25.2113.000. ПЗ	Арк.
						30
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Момент інерції диска

$$I_{\text{диска}} = m \cdot (r_2^2 - r_1^2) \quad (8)$$

$$I_{\text{диска}} = 141 \cdot (0,15^2 - 0,05^2) = 8,6 \text{ Н} \cdot \text{м} \cdot \text{с}^2$$

Сила інерції одного диска становитиме:

$$P_i = \frac{8,6}{0,15} \cdot 1,2 = 68,8$$

Таким чином, необхідна кількість дисків у блоці мас має становити:

$$n = P_i / P_{i1} = 420 / 68,8 = 6,1$$

Приймаємо для конструкції кількість дисків у пакеті – 3 шт., для забезпечення навантаження 50% від максимальної потужності.

Висновки у розділі. Було сформульовано технічне завдання розробці конструкції стенда. Було написано технічну пропозицію відповідно до технічного завдання. У рамках технічної пропозиції було здійснено підбір аналогів конструкції, який послужив основою вибору найбільш прийняттого технічного рішення розробки. Виходячи з цього, були виконані необхідні міцнісні та силові розрахунки. Результати конструювання представлені на аркушах графічної частини випускної кваліфікаційної роботи.

					КРБАТ 25.2113.000. ПЗ	Арк.
						31
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

3 Розробка технологічного процесу ремонту та обслуговування стартера

3.1 Параметри діагностування стану стартера

Діагностування технічного стану стартерів проводиться при його ремонті безпосередньо перед технічним впливом на агрегат, знятий з автомобіля. Діагностування необхідне забезпечення визначення місця виникнення несправності, з наступним його усуненням. Також проводиться діагностування стартера після ремонту, щоб переконатися у правильності проведеного ремонту.

Стартер автомобіля - агрегат, який відповідає за пуск двигуна. По суті стартер представляє машину постійного струму, оснащену пристроєм, що дозволяє входити в зачеплення вінця стартера і вінця маховика.

Для автомобільних стартерів параметрами, що визначають робочий стан стартера:

- споживаний струм на холостому ході;
- споживаний струм на робочому ході;
- споживаний струм у режимі повного гальмування;
- частота обертання стартера на неодруженому ходу.

Зважаючи на всі ці параметри, можна зробити висновки про загальний технічний стан стартера, що особливо важливо при визначенні відремонтованого стартера. Незадовільний стан тих чи інших параметрів може свідчити про неякісно проведений ремонт або неправильне складання.

Для розробки технологічної карти процесу діагностування стартера необхідно визначити перелік найбільш характерних несправностей та послідовність виконання діагностичних робіт.

					КРБАТ 25.2113.000. ПЗ	Арк.
						32
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

3.2 Найбільш характерні несправності агрегату

При роботі в умовах підвищеної вологості та перепадів температур, а також враховуючи розташування стартера в зоні високої температурної напруги, причини, що викликають несправності стартера, є спільними для всіх електричних машин, що знаходяться в подібних умовах. Найчастішими причинами відмов є механічні пошкодження окремих деталей, що викликаються як причинами, про які йшлося вище, так і несправності інших систем автомобіля. Наприклад поломка зубів маховика може призвести до поломки вінця стартера і виходу з ладу реле, що втягує.

При проведенні робіт з діагностики та ремонту доводиться стикатися з рядом найбільш типових для автомобільних стартерів несправностей. Для зручності сприйняття вони будуть зведені до таблиці 3.

Таблиця 3 - Найбільш характерні несправності стартера

Основні симптоми	Можливі несправності
Відсутня хідвтягуючого реле	Поломка пружини Заклинювання реле Вихід з ладу котушки реле
Сторонні шуми при роботі	Знос підшипників стартера Руйнування сепаратора Руйнування обгінної муфти Поломка щіток або механізму їхнього кріплення Деформація ротора
Неправильне становище вінця стартера	Поломка стягуючого реле
Високий споживаний струм	Замикання витків статора обмотки

3.3 Технологічний процес діагностування стартера, знятого з

					КРБАТ 25.2113.000. ПЗ	Арк.
						33
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

вантажного автомобіля

На стенді, що розробляється в рамках дипломного проекту, здійснюється діагностика стартера транспортного засобу під навантаженням. Передбачається діагностика стартерів усіх типів, що застосовуються на автомобілях та мікроавтобусах.

Роботи виконуються в наступній послідовності. Стартер закріплюється на стенді на штатних місцях. Здійснюється його підключення до електричної системи стенду, за винятком реле, що втягує. Випускається стартер, одночасно контролюють споживаний струм, отримане значення відповідатиме струму на холостих оборотах. Розмір струму трохи більше 20 А. Одночасно прослуховуються шуми електричної машини, наявність сторонніх звуків свідчить про механічні поломки стартера. виробляють підключення живлення реле, що втягує. Здійснюють пуск стартера. При роботі стартер починає провертати махові маси, роблячи таким чином роботу під навантаженням. Величина струму не повинна перевищувати 70 А. Заміряють споживаний стартером струм, величина струму буде величиною споживаного струму під навантаженням. Після відключення стартера, блокують мас педаллю, після чого короткочасно включають стартер. Величина споживаного струму буде величиною струму в режимі повного гальмування. Розмір струму має перевищувати 120А. Великі значення струму всіх режимах свідчать про несправності (пробої) обмотки. Після проведення випробування стартер знімають із стенду.

Основні етапи діагностики стартера зведені до технологічної карти, представленої в таблиці 4.

Таблиця 4 – Технологічна карта для проведення процесу діагностики стартера

					КРБАТ 25.2113.000. ПЗ	Арк.
						34
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

автомобіля

Найменування операції, переходу	Виконавець	Трудомісткість, чол.-хв	Примітка
1 Встановлення стартера			
1.1 Закріпити стартер на штатних місцях	Слюсар 4-го розряду	1,5	-
1.2 Приєднати дроти електросистеми до клем стартера	Слюсар 4-го розряду	2,0	Клема втягуючого реле не приєднується
2 Проведення випробування на холостому ході			
2.1 Виконати пуск стартера	Слюсар 4-го розряду	0,5	Здійснювати контроль споживаного струму. Величина струму не більше 30А. одночасно переконатися в відсутності сторонніх шумів.
2.2 Вимкнути пульт керування	Слюсар 4-го розряду	0,05	-
2.3 Приєднати клему реле, що втягує.	Слюсар 4-го розряду	0,5	-
3 Перевірка стартера в режимі робочого ходу			
3.1 Виконати пуск стартера	Слюсар 4-го розряду	2 .0	Здійснювати контроль споживаного струму. Величина струму не більше 175А. одночасно переконатися в відсутності сторонніх шумів.
2.2 Вимкнути пульт керування	Слюсар 4-го розряду	0 .05	-

					КРБАТ 25.2113.000. ПЗ	Арк.
						35
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Продовження таблиці 4

4 Перевірка стартера в режимі повного гальмування			
4.1 Зафіксувати махові маси педаллю	Слюсар 4-го розряду	0 .1	-
4.2 Виконати пуск стартера	Слюсар 4-го розряду	0 .05	Протягом 2-3 сек. Здійснювати контроль споживаного струму. Розмір струму трохи більше 250А.
4.3 Вимкнути стартер	Слюсар 4-го розряду	0 .05	-
4.5 Сформувати звіт про працездатність стартера	Слюсар 4-го розряду	1 .0	Згідно з показниками споживаного струму
5 Звільнити стенд			
5.1. Від'єднати клеми стартера	Слюсар 4-го розряду	1 .5	Використовувати ключ на 10 та ключ на 14
5.2 Здійснити демонтаж стартера зі стенду	- слюсар 4-го розряду	1 .5	-

Загальна трудомісткість діагностування стартера становить 10,1 чол.-хв, відповідно до розробленої технологічної карти.

Результатом виконання розділу стала розробка комплексного технологічного процесу діагностування стартера вантажного автомобіля. Виявлено основні несправності, характерні для стартера, які у процесі експлуатації. Розглянуто основні причини виникнення несправностей. Розроблено технологію діагностування стартера на всіх режимах, відповідно до прийнятої методики проведення діагностування. Результати розробки представлені у вигляді технологічної карти на аркуші графічної частини.

3.4 . Проектування пристрою для ручного керування стартером

					КРБАТ 25.2113.000. ПЗ	Арк.
						36
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Стартер, також відомий як автостартер, кривошипний двигун або стартер, — це пристрій, який використовується для обертання кривошипа двигуна внутрішнього згоряння, щоб ініціювати роботу двигуна власною силою. Стартери можуть бути електричними, пневматичними та гідравлічними. У випадку дуже великих двигунів стартером може бути навіть інший двигун внутрішнього згоряння.

Двигуни внутрішнього згоряння – це системи зворотного зв'язку, які після запуску покладаються на інерцію кожного циклу для початку наступного циклу. У чотиритактному двигуні третій такт вивільняє енергію з палива, живлячи такт випуску, а також такти впуску, такти стиснення наступного циклу, а також живлячи зовнішнє навантаження двигуна. Щоб запустити перший цикл на початку будь-якого конкретного сеансу, перші два такти повинні отримувати живлення іншим способом, ніж від самого двигуна. Стартер двигуна

використовується для цієї мети, і він не потрібен, коли двигун починає працювати і його контур зворотного зв'язку стає самопідтримуваним.

Це дослідження стосується проектування та розробки автомобільного механічного стартера. Стартер є важливою частиною автомобіля. Електрична система самозапуску Kettering із ключем, представлена в автомобілях Cadillac у 1912 році та запатентована через три роки, зробила автомобілі набагато легшими та безпечнішими в експлуатації, ніж раніше, коли процес запалювання приводився в дію залізними рукоятками. До 1920-х років електричні автостартери стали стандартними для майже кожного нового автомобіля. Ці стартери обертатимуть двигун внутрішнього згоряння, щоб ініціювати роботу двигуна власною силою. Стартери також можуть не працювати через корозію електричних з'єднань або недостатньо заряджену батарею. Для вирішення цієї проблеми можна використовувати автомобільний

					КРБАТ 25.2113.000. ПЗ	Арк.
						37
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

механічний стартер. На основі цього методу є деякі уточнення.

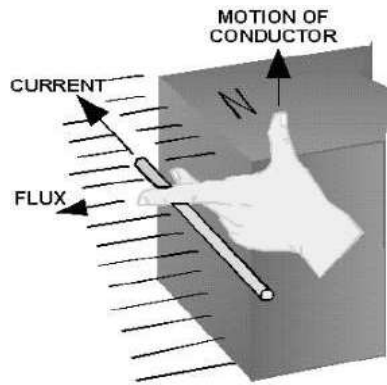
Ця система використовувала людську енергію за допомогою механічних частин для виробництва електроенергії. Щоб виробляти електричний струм, робоча сила прикладається обертанням колеса, яке вже пов'язано ременем, і завдяки цьому обертанню виникає магнітна сила, яка виробляє електричний струм і подає його в батарею. Ця система ділиться на дві розробки; розробка апаратного забезпечення та розробка програмного забезпечення. Для розробки апаратного забезпечення використовуються механічні пристрої та електричні пристрої, такі як монітор. Для розробки програмного забезпечення Proteus Design Suite використовується для побудови схеми. Нарешті, кінцевою метою цього дослідження є розробка механічної системи, яка може виробляти електричну енергію безпосередньо на стартер.

Тому це дослідження автомобільного механічного стартера було створено, щоб полегшити життя. Це здатне забезпечити достатню кількість енергії для запуску двигуна. У цьому дослідженні запропоновано використання міні-тренажера для педалей і двигуна постійного струму як середовища між генераторами постійного струму. Це допоможе користувачеві, який потрапив у біду через недостатній заряд акумулятора. Двигуни з високим крутним моментом також будуть використовуватися в цьому дослідженні для отримання постійної та високої вихідної потужності. Датчики вольтметра також використовувалися як відображення цього дослідження для визначення вихідного результату.

Генератор постійного струму – це машина, яка перетворює механічну енергію в електричну за принципом магнітної індукції [3]. Цей принцип позначається обертанням провідника в магнітному полі. Під час цього процесу провідник розрізає магнітні лінії потоку, і всередині провідника буде генеруватися напруга [4]. Величина генерованої напруги буде визначатися напруженістю магнітного поля, кутом нахилу провідника під

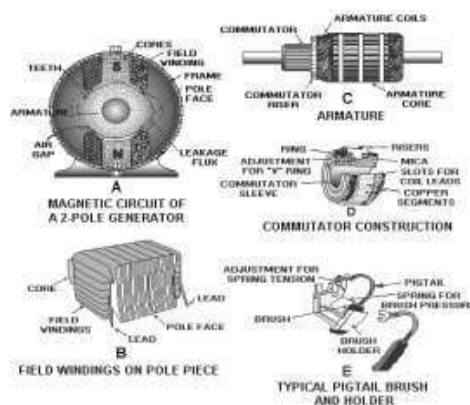
					КРБАТ 25.2113.000. ПЗ	Арк.
						38
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

час розрізів процесу магнітного поля [5]. Полярність напруги залежить від напрямку ліній магнітного потоку і напрямку руху провідника [6]. Щоб визначити напрямок струму, використовуйте правило лівої руки для генераторів, як показано на рисунку 1.



Правило лівої руки для генераторів

Ілюстрація на рисунку 2, починаючи від зображень від А до Е, показує складові частини генераторів постійного струму. На рисунку 2 показано весь генератор із встановленими складовими частинами та їхнім фізичним зв'язком між іншими компонентами.



Компоненти генератора постійного струму

Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата

3.3 Генератор енергії людської сили

Сьогодні енергія та потужність є однією з основних потреб у цьому сучасному світі. Попит на енергію стрімко зростає з кожним днем [8]. Пропозиція щодо використання людської енергії за допомогою сили ніг дуже актуальна в таких густонаселених країнах, як Індія, де дороги, залізничні станції, автобусні зупинки, храми переповнені мільйонами людей. Конструкція та реалізація генератора електроенергії з використанням людини як джерела поділяються на дві частини: електричну та механічну [9].

Двигуни транспортних засобів потребують потужності для запуску. Необхідна потужність залежить від багатьох факторів, таких як тип двигуна, розмір двигуна та температура. Природно, що при зниженні температури буде потрібно більше потужності для запуску двигуна [10]. Ампер холодного запуску (ССА) — це рейтинг, який вимірює потужність запуску акумулятора [11]. Це стосується кількості ампер, яку батарея на 12 вольт може видати при 0°F протягом 30 секунд, зберігаючи напругу щонайменше 7,2 вольт [12] [13]. Протягом останніх століть автомобільна промисловість досліджувала альтернативи звичайним двигунам внутрішнього згоряння з метою підвищення ефективності використання палива та зменшення викидів газу [14]. Протягом 2002 року виробники автомобілів оголосили про плани покращити автомобільне паливо на 25% або більше до 2005 року [15].

План дослідження був розроблений, щоб гарантувати, що дослідження можна проводити легко та без проблем. Це дослідження було проведено, щоб знайти прогалини в існуючих дослідженнях і можливі рішення для подолання цих прогалин у майбутньому. План розбитий на кілька етапів. Кожен етап пов'язаний і важливий для того, щоб наступний етап проходив гладко. Причина того, що розробка апаратного забезпечення та розробка програмного забезпечення повинні здійснюватися одночасно, полягає в

					КРБАТ 25.2113.000. ПЗ	Арк.
						40
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

тому, що програмне забезпечення необхідно розробляти як апаратне забезпечення, щоб скоротити час, витрачений на цей етап. Інша причина полягає в тому, що обладнання потрібне для перевірки ефективності програмного забезпечення на етапі тестування після етапу інтеграції. Після етапу тестування результат отримується і його можна аналізувати на предмет покращення.

Fritzing — це програмне забезпечення, яке можна використовувати для проектування друкованих плат (PCB), проектування схем і моделювання схем. Це програмне забезпечення використовується для розробки схеми механічного стартера автомобіля. Ці схеми також були змодельовані, щоб перевірити, чи здатні вони повністю функціонувати. На рисунку 3 показана схема схеми автомобільного механічного стартера.

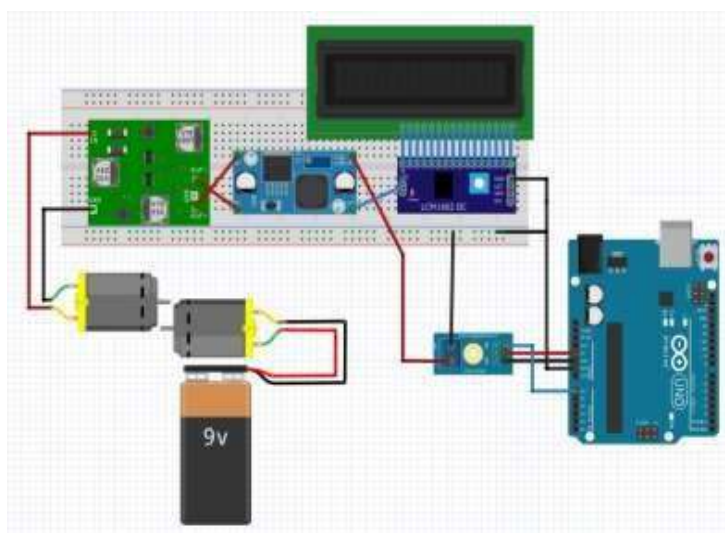
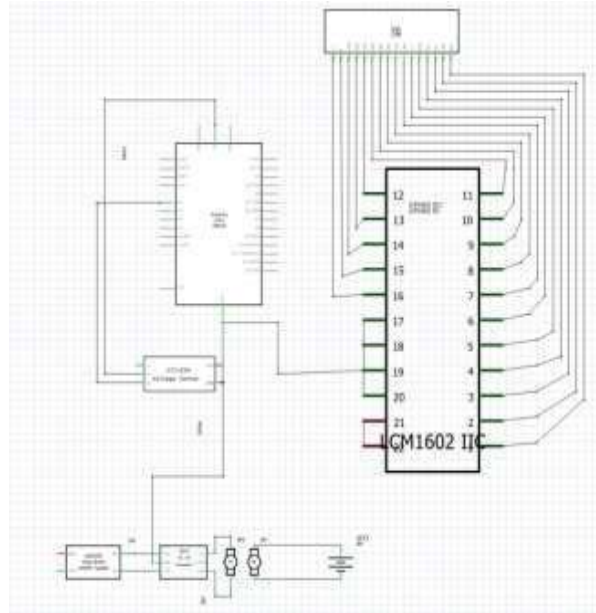


Схема відображення напруги

Генератор генерує напругу, а датчик напруги зчитує отримане значення та відображає його. На рисунку представлена принципова схема.

Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата



Принципова схема

У частині проектування програмне забезпечення Solidworks використовується для створення тривимірного (3D) креслення виробу. Solidworks — це система САПР для проектування деталей у макромасштабі, яка не може створювати макети-маски та файли обробки. У цьому програмному забезпеченні було намальовано 3D-креслення моделі системи керування для кращого розуміння та планування розміщення мікроконтролера Arduino, генератора постійного струму та рідкокристалічного дисплея (РК). Креслення повинно враховувати легкість усунення несправностей і складання.

У цьому дослідженні для програмування схеми використовується програмне забезпечення Arduino. Це програмування можна перевірити після того, як апаратне забезпечення цього дослідження буде виконано. Для цієї частини важливо, щоб обидва мікроконтролери Arduino Uno могли спілкуватися один з одним для досягнення кращих результатів у цьому дослідженні [17]. Ідея цього дослідження полягає в тому, щоб отримати точне значення вихідної напруги перед підключенням до автомобільного акумулятора. Розробка апаратного забезпечення - це

					КРБАТ 25.2113.000. ПЗ	Арк.
						42
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

етапи, на яких збирається все апаратне забезпечення цих досліджень. Ця система управляється мікроконтролером Arduino [18]. У цьому дослідженні використовувалися такі апаратні компоненти, як мікроконтролер Arduino, генератор постійного струму (DC), датчик напруги, підсилювач постійного струму, дисплей вольтметра та димер. У цьому дослідженні Arduino Uno буде діяти як дисплей напруги для двигуна-генератора постійного струму.

Обговорення результатів і аналіз досягнутих результатів розроблених досліджень можна знайти в цьому розділі. Дані були взяті на основі продуктивності автомобільного механічного стартера автомобіля під час моделювання. Цей метод може серйозно вплинути на процес діагностики та її результат, особливо якщо для отримання діагностичних параметрів використовується автоматична комп'ютерна процедура [19].

Симуляція середньої постійної швидкості показує результат кращої продуктивності, тоді як вихід продукту записується у вихідній напрузі та швидкості обертання людської сили. Цей розділ містить результати, отримані під час виконання цього дослідження. Для цього дослідження генератор постійного струму повинен генерувати 12,6 вольт. Для отримання високої вихідної напруги людська сила також потребувала постійного працюючого генератора постійного струму. Постійне обертання, яке створюється генератором постійного струму, забезпечить вищу вихідну напругу, коли вища напруга стане, вся система може працювати безперебійно.

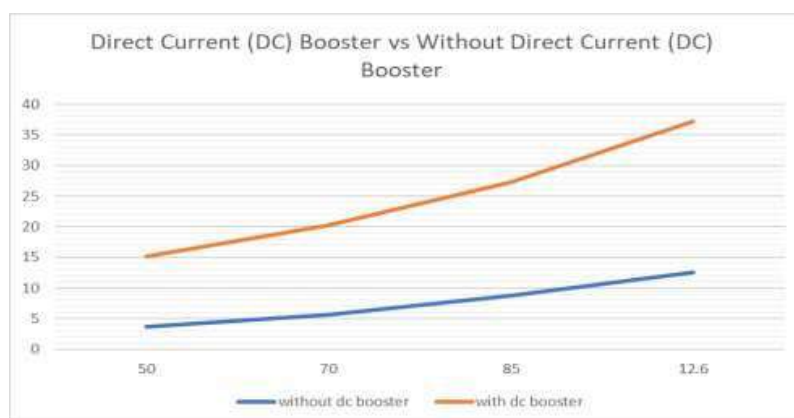
Напруга, вироблена генератором постійного струму, приблизно максимізувалась на рівні 12,6 В. Для запуску двигуна буде потрібно більше 12,6 В. Підсилювач постійного струму працюватиме як середовище для підвищення напруги до 24,6 В. Таким чином, за допомогою підсилювача постійного струму це дослідження може створити бажану напругу. Отримані результати були успішно записані в

					КРБАТ 25.2113.000. ПЗ	Арк.
						43
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

таблицю 1 і рисунок 5.

Напруга, отримана експериментом.

Середня швидкість (RPM)	Без підсилювача постійного струму (V)	З підсилювачем постійного струму (V)
50	23.56	11.6
70	34,64	14.7
85	23.76	18.6
120	27.9	24.6



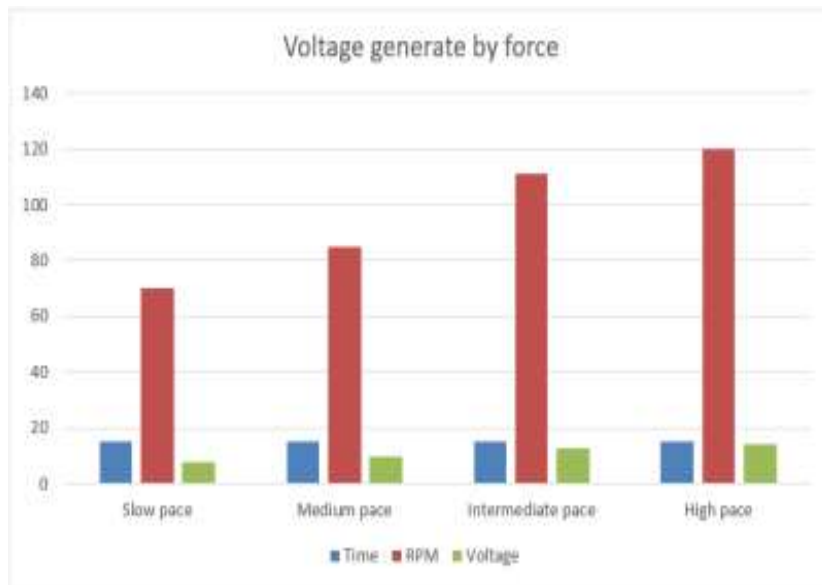
Результат графіка показує вихідну напругу

Для цього дослідження для отримання результату використовується людська сила. Причина використання цього методу полягає в тому, що людська енергія безкоштовна і може бути використана будь-де та будь-коли. Крім цього, пристрої, які використовувалися в цьому дослідженні, щоб отримати бажану напругу, використовують генератор постійного струму. Це дослідження може переконатися, що середня швидкість може створити бажану напругу. Результат було зібрано та записано в таблицю 2 і рисунок 6.

Результати, отримані з моделювання

Витрачений час (хвилини)	Середня швидкість (RPM)	Напруга (вольт)
5	70	5.6
5	85	8.7
5	111	11.3
5	120	12.6

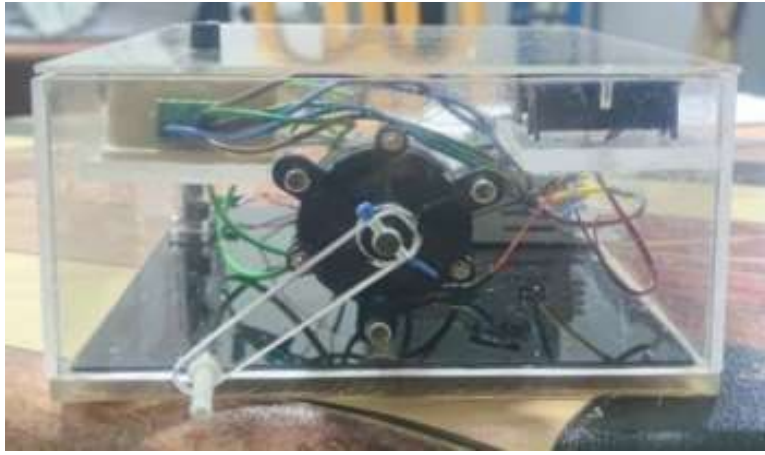
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата
------	------	----------	--------	------



Графік напруги, створеної силою людини

Корпус використовується як засіб захисту пристрою від пошкоджень. Вибір матеріалу в основному залежить від того, наскільки легко їх можна формувати. Цей корпус створений за допомогою акрилової коробки. Діаметр бічної коробки становить 8 мм. Ця коробка пройшла тестування на падіння, щоб максимізувати безпеку внутрішнього компонента автомобільного механічного стартера. Цей тест на падіння повторювався багато разів.

Оскільки інженер — це практична професія; професія, присвячена використанню та модифікації трьох фундаментальних ресурсів, доступних людству для створення всіх технологій: енергії, матеріалів та інформації. Автомобільний механічний стартер транспортного засобу було розроблено та розроблено на основі необхідних критеріїв, отриманих у результаті випробувань вище, як показано на рисунку.



Автомобільний механічний стартер

Виходячи з наведених вище результатів, прототип автомобільного механічного стартера складається з модифікованого генератора постійного струму, датчика напруги, РК-дисплея, потенціометра та підсилювача постійного струму.

Автомобільний механічний стартер може здатися легким дослідженням. Проте поняття виснапруги за допомогою людської сили. У цьому дослідженні концепція генерації високої напруги за допомогою людської сили виявила ідею інтеграції людської енергії та генератора напруги. У цьому дослідженні використовувалася ідея використання генератора постійного струму для отримання вихідної напруги перед подачею її на автомобільний акумулятор.

Значення обертів за хвилину від енергії людини використовується для визначення значення напруги, яка була згенерована. Якщо значення обертання за хвилину занадто повільне, вихідна напруга буде низькою і не зможе подавати автомобільний акумулятор. Після визначення ідеальної швидкості для генератора постійного струму вихідна напруга може бути легко досягнута за допомогою підвищувального трансформатора для посилення вихідної напруги. Після того, як вихідна напруга вже посилена, необхідний понижуючий трансформатор. Оскільки автомобільний

					КРБАТ 25.2113.000. ПЗ	Арк.
						46
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

акумулятор потребує 12,6 вольт, понижуючий трансформатор регулює вихідну напругу до досягнення 12,6 вольт перед подачею на автомобільний акумулятор.

Таким чином, виконання завдань означає, що дослідження оголошується успішним. Метою є створення системи, яка є безпечною, доступною за ціною та може використовуватися багатьма людьми. Загалом дослідницький прототип розроблено та функціонує належним чином.

					КРБАТ 25.2113.000. ПЗ	Арк.
						47
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

4 Охорона праці та безпека об'єкта проектування

4.1 Характеристика об'єкта проектування (технологічного процесу складальних робіт)

У розділі безпеки та охорони праці розглядається технологічний процес проведення складальних робіт. Як технологічний процес приймається складання стенда для випробування автомобільних стартерів. Роботи виробляються на складальному майданчику складальної ділянки. Складання ведеться на кондукторі для зварювальних робіт, оскільки необхідно в процесі виготовлення рами дотриматися геометрії. У роботі використовується спеціалізований інструмент та пристосування, а також зварювальне та підйомне обладнання. Все вищеописане вимагає умов з охорони праці, оскільки їх використання може спричинити ризик травми або втрату працездатності при порушенні правил і вимог до проведення робіт.

4.2 Ідентифікація професійних ризиків

Ідентифікація професійних ризиків проводиться відповідно до нормативних документів та державних стандартів. Шкідливі виробничі фактори впливу на організм працюючої людини, на ділянці можна відзначити:

- фактори, що призводять до хронічних захворювань, у тому числі посилюють наявні захворювання, за рахунок тривалого відносно низькоінтенсивного впливу;
- фактори, що призводять до гострих захворювань (отруєнь, уражень) або травм за рахунок короткочасного щодо високоінтенсивного

					КРБАТ 25.2113.000. ПЗ	Арк.
						48
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

впливу [6]

Небезпечні виробничі фактори впливу на організм працюючої людини, на ділянці можна відзначити:

- фактори, що призводять до смертельних травм (летального кінцю, смерті);
- фактори, що призводять до несмертельних травм.

Небезпечні та шкідливі виробничі фактори за характером свого походження на ділянці можна відзначити:

- фактори, що породжуються фізичними властивостями та характеристиками стану матеріальних об'єктів виробничого середовища;
- фактори, що породжуються хімічними та фізико-хімічними властивостями речовин і матеріалів, що використовуються або перебувають у робочій зоні;
- фактори, що породжуються соціально-економічними та організаційно-управлінськими умовами провадження трудової діяльності (погана організація робіт, низька культура безпеки тощо);
- фактори, що породжуються психічними та фізіологічними властивостями та особливостями людського організму та особистості працюючого (погане самопочуття працівника, знаходження працівника у стані алкогольного, наркотичного чи токсичного сп'яніння чи абсистенції, втрата концентрації уваги працівниками тощо). [6]

Небезпечні та шкідливі виробничі фактори за характером їх зміни у часі поділяють, на ділянці можна зазначити:

- на постійні, у тому числі квазіпостійні;
- змінні, зокрема періодичні;
- імпульсні, у тому числі регулярні та випадкові. [6]

Небезпечні та шкідливі виробничі фактори за характером їхньої дії в часі поділяють:

- на постійно діючі;

					КРБАТ 25.2113.000. ПЗ	Арк.
						49
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

- періодично діючі, зокрема інтермітуючі;
- аперіодично діючі, у тому числі стохастичні.

Небезпечні та шкідливі виробничі фактори за безпосередністю свого впливу поділяють:

- безпосередньо впливають на організм зайнятої працею людини;
- опосередковано впливають на організм зайнятої працею людини через інші породжувані ними та безпосередньо впливають на організм зайнятої працею людини фактори.

Небезпечні та шкідливі виробничі фактори виробничого середовища за джерелом свого походження поділяють:

- на природні (включаючи кліматичні та погодні умови на робочому місці);
- техніко-технологічні;
- ергономічні (тобто пов'язані з фізіологією організму людини).

Небезпечні та шкідливі виробничі фактори виробничого середовища за природою їхнього впливу на організм працюючої людини поділяють:

- фактори, вплив яких носить фізичну природу;
- фактори, вплив яких має хімічну природу;
- фактори, вплив яких носить біологічну природу. [6]

Небезпечні та шкідливі виробничі фактори, що мають властивості фізичного впливу на організм працюючої людини, поділяють на такі типові групи:

- небезпечні та шкідливі виробничі фактори, пов'язані з силами та енергією механічного руху, у тому числі в полі тяжкості:
 - дія сили тяжкості у випадках, коли може викликати падіння працюючого, що стоїть на опорній поверхні, на цю ж опорну поверхню;
 - дію сили тяжіння у випадках, коли може викликати падіння працюючого з висоти;

					КРБАТ 25.2113.000. ПЗ	Арк.
						50
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

– нерухомі ріжучі, колючі, обдираючі, розривні (наприклад, гострі кромки, задирки і шорсткість на поверхнях заготовок, інструментів і обладнання) частини твердих об'єктів, що впливають на працюючого при зіткненні з ним, а також жала комах, зуби, пазурі, шипи та інші;

– небезпечні та шкідливі виробничі фактори, пов'язані з механічними коливаннями твердих тіл та їх поверхонь та характеризуються підвищеним рівнем загальної вібрації; підвищеним рівнем локальної вібрації;

– небезпечні та шкідливі виробничі фактори, пов'язані з акустичними коливаннями у виробничому середовищі та характеризуються підвищеним рівнем та іншими несприятливими характеристиками шуму; підвищеним рівнем інфразвукових коливань (інфразвуку);

- відсутність чи брак необхідного природного освітлення;
- відсутність чи недоліки необхідного штучного освітлення;
- підвищена яскравість світла;
- знижена світлова та колірна контрастність;
- пряма та відбита блискітність;
- підвищена пульсація світлового потоку [6]

Небезпечні та шкідливі виробничі фактори, що мають властивості психофізіологічного впливу на організм людини, поділяють:

- на фізичні навантаження, пов'язані з тяжкістю трудового процесу;
- нервово-психічні навантаження, пов'язані з напруженістю трудового процесу

Фізичні навантаження поділяють:

- на статичні, пов'язані з робочою позою;
- динамічні навантаження, пов'язані з масою вантажу, що піднімається і переміщується вручну;
- динамічні навантаження, пов'язані із повторенням стереотипних

					КРБАТ 25.2113.000. ПЗ	Арк.
						51
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

робочих рухів.

Фізичні навантаження організму працюючого, пов'язані з тяжкістю трудового процесу, з метою оцінки умов праці, розробки та вжиття заходів щодо їх поліпшення характеризуються такими показниками, як: [6]

- фізичне динамічне навантаження;
- маса вантажу, що піднімається і переміщується вручну;
- стереотипні робочі рухи;
- статичне навантаження;
- робоча поза;
- нахили корпусу тіла працівника;
- переміщення у просторі.

Нервно-психічні навантаження поділяють:

- монотонність праці, що викликає монотонію;
- емоційні навантаження. [6]

Виявлені професійні ризики є характерними для складального виробництва та умов праці, у яких виробляється робота.

Отже, зазначені ризики є у застосуванні засобів та методів охорони праці для нейтралізації негативних наслідків.

4.3 Методи та засоби зниження професійних ризиків

Методи зниження професійних ризиків загалом спрямовані на нейтралізацію негативних наслідків, що спричиняються негативним впливом.

Для запобігання загрозам професійній безпеці при управлінні професійними ризиками необхідно застосовувати до всіх видів діяльності, пов'язаних з небезпеками, засоби оперативного контролю. Як приклади вибору додаткових заходів управління професійними ризиками можна розглянути:

					КРБАТ 25.2113.000. ПЗ	Арк.
						52
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

- модифікацію конструкції, що дозволяє ліквідувати небезпеку, наприклад використання механічних підйомних пристроїв для виключення професійного ризику, пов'язаного з ручними підйомними операціями;
- заміну небезпечного матеріалу на менш небезпечний або зменшення енергії системи (наприклад, зниження зусиль, сили струму, тиску, температури тощо);
- засоби колективного захисту: сигналізації, попереджувальні написи та знаки безпеки, маркування пішохідних доріжок тощо;
- адміністративні заходи управління: процедури забезпечення безпеки, перевірки обладнання, контроль доступу, системи забезпечення безпеки роботи, інструктажі з охорони праці тощо;
- забезпечення працівника додатковими засобами індивідуального захисту: окуляри захисні, засоби захисту органів слуху, захисні щитки лицьові, респіратори, рукавички тощо [8]

Для забезпечення ефективної роботи з ідентифікації небезпек та оцінки професійними ризиками, а також використання процесів обміну інформацією та консультацій, завідувач забезпечує:

- обмін інформацією та консультування щодо ризиків для безпечних умов праці та здоров'я між різними рівнями, а також із працівниками сторонніх організацій;
- документування відповідних звернень зовнішніх зацікавлених сторін, і навіть відповіді них. [6]

Зокрема, знизити негативний вплив професійних ризиків або повністю усунути їх вплив можна такими методами для простоти сприйняття зведеними в таблицю 5.

					КРБАТ 25.2113.000. ПЗ	Арк.
						53
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Таблиця 5 – Методи та засоби зниження професійних ризиків

Вид виявленого шкідливого виробничого фактора	Методи та засоби зниження або усунення шкідливого виробничого фактора	Використовувані ЗІЗ
1	2	3
Чинники, що призводять до захворювань	Застосування засобів індивідуального захисту, що ізолюють від негативного впливу навколишнього середовища	Використання спецодягу Використання засобів захисту органів зору та органів дихання
Фактори, що породжуються фізичними властивостями та характеристиками стану матеріальних об'єктів виробничого середовища;	Застосування засобів колективного захисту (нанесення попереджувальних написів, інформаційних табличок, тегів тощо) Модифікація конструкції з метою зниження ризиків	Застосування низьковольтних ламп у мережах освітлення Використання спецодягу
Фактори, що породжуються хімічними та фізико-хімічними властивостями речовин і матеріалів, що використовуються або перебувають у робочій зоні;	Застосування засобів індивідуального захисту, що ізолюють від негативного впливу навколишнього середовища	Використання спецодягу Використання засобів захисту органів зору та органів дихання
Чинники, що породжуються соціально-економічними та організаційно-управлінськими умовами провадження трудової діяльності	Адміністративні заходи забезпечення безпеки праці Розробка раціональних режимів праці та відпочинку Матеріальна компенсація шкідливих умов праці	Не передбачено
Фактори, що породжуються психічними та фізіологічними властивостями та особливостями людського організму та особистості працюючого	Адміністративні заходи забезпечення безпеки праці Розробка раціональних режимів праці та відпочинку Матеріальна компенсація шкідливих умов праці Забезпечення зміни роду діяльності протягом дня	Не передбачено

Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата

Небезпечні та шкідливі виробничі фактори, пов'язані з силами та енергією механічного руху	Застосування засобів індивідуального захисту, що ізолюють від негативного впливу навколишнього середовища	Захисні та вібропоглинаючі рукавички, нарукавники. Наколінники та налокітники.
Нерухомі ріжучі, колючі, обдираючі, розривні (наприклад, гострі кромки, задирки та шорсткість на поверхнях заготовок, інструментів та обладнання)	Застосування засобів індивідуального захисту, що ізолюють від негативного впливу навколишнього середовища Адміністративні заходи забезпечення безпеки праці	Захисні рукавички, нарукавники. Наколінники та налокітники. Проведення інструктажу за правилами ТБ на виробництві
Небезпечні та шкідливі виробничі фактори, пов'язані з механічними коливаннями твердих тіл та їх поверхонь	Застосування засобів індивідуального захисту, що ізолюють від негативного впливу навколишнього середовища Адміністративні заходи забезпечення безпеки праці	Захисні та вібропоглинаючі рукавички, нарукавники. Наколінники та налокітники.
Фізичні навантаження, пов'язані з тяжкістю трудового процесу;	Адміністративні заходи забезпечення безпеки праці Механізація робіт Впровадження в робочий процес машин та механізмів, що замінюють ручну працю	Проведення інструктажу за правилами ТБ на виробництві
Нервово-психічні навантаження, пов'язані з напруженістю трудового процесу	Адміністративні заходи забезпечення безпеки праці Розробка раціональних режимів праці та відпочинку Матеріальна компенсація шкідливих умов праці Забезпечення зміни роду діяльності протягом дня	Не передбачено

Розроблені заходи щодо зниження негативного впливу виробничих ризиків на працюючих значно знижують негативні наслідки. Тим часом

					КРБАТ 25.2113.000. ПЗ	Арк.
						55
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

значного результату можна досягти виключно комплексним підходом до питання захисту робітників в умовах складального цеху, коли адміністративні та інженерні заходи доповнюють та посилюють дії один одного.

4.4 Забезпечення пожежної безпеки технічного об'єкту

Забезпечення пожежної безпеки є важливим елементом для безпеки всього підприємства. Вогонь є найбільш небезпечним фактором при проведенні робіт, що особливо актуально для підприємства автомобільної промисловості, де використовується велика кількість легкозаймистих рідин і матеріалів, які можуть стати негативним фактором виникнення пожежі.

Чинники пожежної небезпеки наведено у таблиці 6.

Таблиця 6 - Фактори пожежної небезпеки на ділянці та їх класифікація

Клас пожежі	Джерело пожежної небезпеки	Небезпечні фактори пожежі	Спосіб гасіння
<p>A – горіння твердих речовин</p> <p>A1 – горіння твердих матеріалів, що супроводжується тлінням</p> <p>A2 – горіння твердих матеріалів, що не супроводжується тлінням</p>	<p>горючі тверді речовини, ганчір'я та обтиральний матеріал іскри від різального абразивного інструменту, відкрите полум'я газових пальників, електрична дуга та іскри зварювального обладнання</p>	<p>Задимлення приміщення, висока температура відкритого полум'я, низька концентрація кисню, викид токсичних речовин продуктів горіння</p>	<p>Усі види вогнегасних речовин: вода, піна, порошки, хладони</p>

<p>В – горіння рідких речовин</p> <p>В2 - горіння неполярних горючих і легкозаймистих рідин і речовин, що плавляться при нагріванні речовин</p>	<p>паливо, мазут, консистентні мастила та технічні рідини</p>	<p>Задимлення приміщення, висока температура відкритогополум'я, низька концентрація кисню, викид токсичних речовин продуктів горіння, об'ємне горіння, вибух</p>	<p>піна; тонкорозпорошена вода; хладони; вогнегасні порошки загального призначення; аерозольна пожежогасіння та інертні розріджувачі: N₂, CO₂, і т.п.</p>
<p>С - горіння газоподібних горючих речовин</p>	<p>зварювальні гази, метан</p>	<p>Висока температура відкритогополум'я, низька концентрація кисню, викид токсичних речовин продуктів горіння, об'ємне горіння, вибух</p>	<p>об'ємне гасіння та флегматизація газовими складами; вогнегасні порошки загального призначення; піни, вода (для охолодження обладнання)</p>

Для забезпечення пожежної безпеки на ділянці потрібне вжиття протипожежних заходів, що мають як організаційний, так і інженерний характер. До таких заходів на ділянці збирання відноситимуть:

- розробка комплексу норм та правил щодо поведінки з горючими речовинами та правил поведінки персоналу при проведенні вогневих робіт та робіт, пов'язаних з горючими матеріалами;
- проведення регулярного інструктажу працівників з метою доведення інформації про правила проведення робіт, пов'язаних з горючими матеріалами та дотримання норм пожежної безпеки;
- організація внутрішньовиробничої пожежної охорони, яка здійснює функції нагляду за дотриманням норм та правил щодо поведінки з горючими речовинами, а також норм та правил дотримання

					КРБАТ 25.2113.000. ПЗ	Арк.
						57
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

протипожежної безпеки;

- організація зберігання горючих та пожежонебезпечних матеріалів відповідно до їх фізико-хімічних та протипожежних властивостей;

- оснащення ділянки засобами спостереження та сигналізації за пожежною ситуацією; проведення інструктажу персоналу про поведінку у разі спрацювання пожежної сигналізації;

- оснащення ділянок засобами первинного пожежогасіння відповідно до класу можливої пожежі.

4.5 Забезпечення екологічної безпеки технічного об'єкту

Розглянута ділянка не відноситься до категорії виробництв, що становлять підвищену антропогенну небезпеку для довкілля. Тим не менш, ділянка, як і будь-яке виробництво виробляє відходи, що утворюються в результаті своєї діяльності, які можуть виступати в ролі забруднювачів, тому потрібне визначення. До забруднюючих відходам слід віднести таке:

- відходи складального виробництва (обрізання листового металу, обрізання пластику);

- змив з рук робочих мастильних матеріалів та розчинників;

- металева і абразивна пил, окалина, утворюються в результат обробки елементів кузова;

- ганчір'я та обтиральні матеріали, що залишаються після протирання деталей та очищення рук працівників складальної ділянки.

Як заходи, що забезпечують вимоги екологічної безпеки, приймаються такі:

- утилізація відходів відповідно до класів небезпеки;

- очищення стічних вод перед зливом їх у каналізаційний

					КРБАТ 25.2113.000. ПЗ	Арк.
						58
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

колектор від залишків ПММ та розчинників;

– Дотримання вимог, що пред'являються до розміщення, будівництва та експлуатації потенційно небезпечних об'єктів, а також до здійснення потенційно небезпечної діяльності [8]

У розділі був проведений аналіз діяльності на складальному ділянці підприємства, що здійснює складання стенду для діагностування стартера. Виявлено шкідливі та небезпечні виробничі фактори, здійснено їх класифікацію. Відповідно до виявлених факторів проведена розробка заходів щодо зниження їх впливу на робітників, або їх повної нейтралізації.

Розроблено заходи щодо зниження пожежної безпеки, відповідно до виявлених класів пожежної безпеки.

Розроблено заходи щодо зниження антропогенного впливу підприємства на довкілля.

					КРБАТ 25.2113.000. ПЗ	Арк.
						59
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Висновки

В результаті виконання випускної кваліфікаційної роботи було проведено розробку стенду для діагностування стартера вантажного автомобіля, який застосовується на ділянці ремонту електричного обладнання та електроагрегатів як діагностичне обладнання.

1. Здійснено пошук аналогів промислових зразків конструкції, що розробляється. В результаті проведеного пошуку було встановлено, що основним напрямом конструкторського впливу буде розробка стенду з максимальним використанням стандартизованих вузлів, що використовуються в автомобільній промисловості, а також вузька спеціалізація стенду на випробуванні стартерів вантажних автомобілів КРАЗ. Встановлені промислові аналоги були відібрані як найперспективніші з погляду реалізації конструкторських ідей, закладених у них. Результати проведеного аналізу винесено на аркуш графічної частини роботи.

2. Проведено розробку конструкції стенду на рівні технічного проекту та виконано розрахунок його міцнісних та силових параметрів. У розділі було зроблено підбір аналогів конструкції, який послужив основою вибору найбільш прийняттого технічного рішення розробки. Було сформульовано технічне завдання та технічну пропозицію на конструкцію, що розробляється. Виходячи з цього, були виконані необхідні міцнісні та силові розрахунки. Результати конструювання представлені на аркушах графічної частини випускної кваліфікаційної роботи. На підставі специфіки вироблених робіт було зроблено підбір необхідного технологічного обладнання та виконано розрахунок площі ділянки.

3. Розроблено технологію діагностування стартера. Результатом виконання розділу стала розробка комплексного технологічного процесу діагностики стартера вантажного автомобіля відповідно до методики її

					КРБАТ 25.2113.000. ПЗ	Арк.
						60
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

здійснення. Виявлено основні несправності, характерні для стартерів. Розглянуто основні причини виникнення несправностей. Розроблено технологію проведення випробувальних робіт. Результати розробки представлені у вигляді технологічної карти на аркуші графічної частини.

4. Здійснено аналіз діяльності на складальному ділянці підприємства, що здійснює складання стендів для діагностування стартерів. Виявлено шкідливі та небезпечні виробничі фактори, здійснено їх класифікацію. Відповідно до виявлених факторів проведена розробка заходів щодо зниження їх впливу на робітників, або їх повної нейтралізації. Розроблено заходи щодо зниження пожежної небезпеки, відповідно до виявлених класів пожежної небезпеки. Розроблено заходи щодо зниження антропогенного впливу підприємства на довкілля.

					КРБАТ 25.2113.000. ПЗ	Арк.
						61
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Література

1. Буряк, М.В., Розум, Р.І., Фалович, Н.М., Прогній, П.Б., Попович, П.В., Шевчук, О.С. і Антонюк, О.П. 2022. Оцінка міцності та надійності автотранспортних засобів. Вісник машинобудування та транспорту. 15, 1 (Лип 2022), 17–22.

2. Захарчук О. П. Обґрунтування доцільності удосконалення трансмісії пасажирських автобусів типу Van Hool Acron 915 Та Neoplan N316/ 3 U1 / Захарчук О.П., Розум Р.І., Буряк М.В., Фалович Н.М. // Сучасні технології в машинобудуванні та транспорті. Зб. наук. ст. - Луцьк, 2022.- С. 81-86.

3. Кисликов В. Ф., Лущик В. В. Будова й експлуатація автомобілів: Підручник. – 6-те вид. – К.: Либідь, 2018. – 400 с.

4. Конспект лекцій з дисципліни Автомобілі для здобувачів вищої освіти першого (бакалаврського) рівня зі спеціальності 274 Автомобільний транспорт. Частина 1. Будова автомобіля / Укладач. к.т.н., доцент Сасов О.О., Кам'янське, ДДТУ, 2018 р. – 150 с.

5. Кубіч В. І. Гібридні силові установки легкових автомобілів : навчальний посібник. – Запоріжжя : НУ Запорізька політехніка, 2021. – 193 с.

6. Кубіч В. І. Особливості конструкції всюдихідних комбінованих колісних рушіїв : навчальний посібник. - Запоріжжя : НУ Запорізька політехніка, 2020. – 195 с.

7. Загальна будова легкового автомобіля. Онлайн-лекція. Електронний ресурс: <https://www.youtube.com/watch?v=2bCOaXFJhjw>

8. Онлайн-підручник з будови автомобіля. Електронний ресурс: <https://xn--h1afceeb4a.xn--j1amh/structure-avto/>
is born (New York: A&E Television Networks)

9. Mustafa W A and Kader M M M. A 2019 Improved wolf algorithm on document images detection using optimum mean technique Bulletin of Electrical Engineering and Informatics Vol. 8 pp. 551~557 ISSN: 2302-9285, DOI: 10.11591/eei.v8i2.1426.

					КРБАТ 25.2113.000. ПЗ	Арк.
						62
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Nezhad M B 2012 Study of Homopolar DC Generator PhD Thesis Fac. Of Electrical and Eng. Sciences University of Manchester

10. Akuru U B 2018 Design Optimisation and Performance Evaluation of Flux Switching Machines for Geared Medium-Speed Wind Generator Drives IEEE PES/IAS PowerAfrica pp. 925–930 Doi: 10.1109/PowerAfrica.2018.8521009.

11. Keream S S, Mohammed K G, and Ibrahim M S 2018 Analysis Study In Principles Of Operation Of Dc Machine J. Advance Research in Dynamical and Control Systems 10(2) pages 2323- 2329

12. Portela P, Sepúlveda J, and Esteves J S 2008 Alternating Current and Direct Current Generator Int. J. Hands-on Sci. Vol. 1 pp. 44–46

13. Jonathan E and Rucker J E 2005 Design and analysis of a permanent magnet generator for naval applications Massachusetts Institute of Technology <http://hdl.handle.net/1721.1/33569>

14. Nandan S and Trivedi R 2019 Design and Fabrication of Mechanical Footstep Power Generator Int. J. Eng. Appl. Sci. Technol. Vol. 04 pp. 214–222 Doi: 10.33564/ijeast. 2019.v04i05.033.

15. Khan H, Muhammad F and Khattak A 2012 Design and Implementation of Power Generation Utilizing Human as a Source 2 160-165 City University Research Journal Vol. 03 01 Article 19

16. Murugesan V M et al. 2012 An overview of automobile starting system faults and fault diagnosis methods ARPN J. Eng. Appl. Sci. Vol. 7 pp. 812–819

17. Lagunoff G 2018 Automotive hybrid technology: status, function and development tools Univ. essay from Luleå/Tillämpad Fys. Mask. och Mater. p. 175

18. Bausch H and Hofmann H A Starter/Alternator System With Permanent Magnet Machine And Ac Power Supply Based On A Space

					КРБАТ 25.2113.000. ПЗ	Арк.
						63
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Vector Controlled Three- And Single-Phase Converter For Mobile Applications Universitat der Bundeswehr Munchen Hasanuzzaman 2015 Study of Engine Operations, Maintenance and Troubleshooting of Motor Vehicle pp. 0–117 Doi: 10.13140/RG.2.1.1544.9761

19. Zhang Z, Huang J, Jiang Y, Geng W, and Xu Y 2020 Overview and analysis of PM starter/generator for aircraft electrical power systems CES Trans. Electr. Mach. Syst. Vol. 1 pp. 117–131 Doi: 10.23919/tems.2017.7961293.

					КРБАТ 25.2113.000. ПЗ	Арк.
						64
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		