

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: «Розробка конструкції легкого електромобіля високої прохідності»

Шифр: КРБАТ 25.21118.000. ПЗ

Виконав: студент 4 курсу, група АТ -21  М.С. Леню

Керівник  д.т.н., проф. О.В. Диха

До захисту допускаю:

Зав. кафедри ТАМ  Диха О.В.

3 06 2025 р.

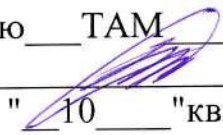
Хмельницький, 2025 р.

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.

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

Леньо Михайло Сергійовичу

1. Тема проекту:

«Розробка конструкції легкого електромобіля високої прохідності»

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 будову та обслуговування електромобілів.*
- 2) *Технологічний процес збирання автомобіля.*
- 3) *Результати літературного огляду і патентного пошуку.*

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

1. *Огляд конструкцій і особливостей будови легких прохідних автомобілів*
2. *Тягово-динамічний розрахунок автомобіля*
3. *Розробка конструкції електричного баггі*
4. *Технологічний процес збирання конструкції баггі*

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

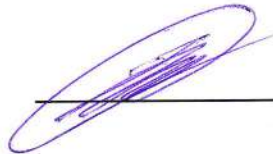
№ з/п	Назва етапів дипломного проекту (роботи)	Строк виконання етапів проекту (роботи)	Примітка
1	Огляд конструкцій і особливостей будови легких прохідних автомобілів	1.05.2025	
2	Тягово-динамічний розрахунок автомобіля	15.05.2025	
3	Розробка конструкції електричного баггі	25.05.2025	
4	Технологічний процес збирання конструкції баггі	5.06.2025	
5	Оформлення пояснювальної записки і презентації	10.06.2025	

Студент



Леньо М.С.

Керівник роботи



Диха О.В.

РЕФЕРАТ

Обсяг пояснювальної записки – 74 сторінок, кількість рисунків – 42, таблиць – 15, додатків – 1, кількість джерел згідно із переліком посилань – 14.

Студент гр. АТ-21-1 Леню М.С.

Тема «Розробка конструкції легкого електромобіля високої прохідності»

Дана кваліфікаційна робота бакалавра присвячена розробці конструкції електричного баггі, інноваційного транспортного засобу з нульовими викидами та високою енергоефективністю. Забезпечення оптимальної прохідності та маневреності баггі за мінімального впливу на навколишнє середовище.





Виконані завдання роботи

1. Розглянуто автомобілі баггі, їх переваги та недоліки.
2. Виконано тягово-динамічний розрахунок автомобіля.
3. Виконано конструкторські розрахунки електричного баггі.
4. Обрано та обгрунтовано технологічний процес складання.
5. Розроблено заходи щодо забезпечення безпеки та екологічності об'єкта дипломного проекту.

Перелік ключових слів: електромобіль, баггі, конструкторські розрахунки, технологічний процес збирання

ЗМІСТ

Вступ.....	6
1. Огляд конструкцій і особливостей будови легких прохідних автомобілів	9
2 Тягово-динамічний розрахунок автомобіля.....	19
3. Розробка конструкції електричного баггі	27
3.1 Технічне завдання розробки конструкції електричного баггі.....	27
3.2 Технічна пропозиція на розробку конструкції електричного баггі.....	30
3.3 Конструкторські розрахунки.....	40
4 Технологічний процес збирання конструкції баггі.....	44
4.1 Обґрунтування вибору технологічного процесу	44
4.2 Розробка технологічного процесу збирання.....	48
5. Виробнича та екологічна безпека розробки	60
5.1 Опис технологічного процесу збирання.....	68
5.2 Ідентифікація професійних ризиків	59

					КРБАТ 25.2118.000. ПЗ							
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	Розробка конструкції легкого електромобіля високої прохідності			Літ.	Аркуш	Аркушів		
Розроб.	Леньо									4	80	
Перевір.	Диха							ХНУ, гр. АТ-21-1				
Н.контр.	Бабак											
Затвер	Диха											

5.3 Методи та засоби зниження професійних ризиків.....	61
5.4 Забезпечення пожежної безпеки технічного об'єкта	66
5.5 Забезпечення екологічної безпеки технологічного процесу, що розглядається.....	70

Висновок	76
----------------	----

Список використаної літератури та джерел.....	77
---	----

Додатки

					КРБАТ 25.2118.000. ПЗ	Ст.
Зм.	Арк.	№ докум	Підпис	Дата		5

Вступ

В даний час транспорт є важливою частиною життя людини, але традиційний двигун внутрішнього згоряння швидко застаріває, при цьому бензинові або дизельні автомобілі сильно забруднюють навколишнє середовище і спроби переходу на екологічний транспорт можна вважати успішними.

Кожен виробник, що поважає себе, має в лінійці продукції гібридні і повністю електричні автомобілі.

Існують електричні версії кожного транспортного засобу, від мотоциклів та скутерів до легкових автомобілів, вантажівок та позашляховиків. Electra Meccanica навіть пропонує унікальний погляд на електромобілі з їхнім електричним трайком SOLO. Деякі з провідних виробників електричних мотоциклів сьогодні включають Energica Motor Company, Lightning Motorcycle та Zero Motorcycles. Крім електричних автомобілів, також набирає популярності інші, компактніші види транспорту (мотоцикли, скутери, баггі, самокати і так далі).

Ринок електричних скутерів і мотоциклів і баггі оцінювався в 2 мільярди доларів США в 2020 році, і очікується, що до 2026 він досягне 3,5 мільярда доларів США - йдеться в дослідженні Mordor Intelligence

На ринку електричних баггі спостерігається значне зростання через підвищений інтерес та потребу у стійкому, екологічно чистому транспорті у поєднанні зі сприятливими ініціативами уряду. Оскільки ціни на паливо та енергію продовжують зростати, водії шукають більш електричні та енергоефективні варіанти

Електричний баггі - це приклад транспортного засобу, який поєднує в собі енергоефективність та екологічну стійкість. Основними перевагами електричного баггі є його компактність, маневреність та можливість пересування різними типами місцевості. Це робить його ідеальним вибором для використання у різних сферах, включаючи гольф-поле, туризм,

					КРБАТ 25.21118.000. ПЗ	Арк.
						6
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

обслуговування територій та багато інших.

Розробка сучасного транспортного засобу включає не тільки створення самого транспортного засобу, а й інтеграцію сучасних технологій для оптимізації його енергоспоживання та продуктивності. Застосування електричного двигуна дозволяє скоротити викиди шкідливих речовин та зменшити залежність від викопних палив.

Крім того, важливим аспектом розробки електричного баггі є його відповідність вимогам сталого розвитку. Це включає не тільки енергоефективність у процесі експлуатації, але й використання екологічно чистих матеріалів при виробництві та забезпечення можливості переробки після закінчення терміну служби.

У ході розробки електричного баггі належить провести аналіз існуючих електричних транспортних, технічних рішень, щоб виявити їх сильні та слабкі сторони, визначити вимоги до нової конструкції та оптимізувати проект з урахуванням актуальних екологічних та енергетичних стандартів.

Особлива увага приділяється як створенню ефективного транспортного засобу, а й його відповідності вимогам сталого розвитку. Електричний баггі повинен забезпечувати високу прохідність та маневреність при мінімальному впливі на довкілля, що стає важливим фактором при виборі транспортного засобу у сучасному світі.

Таким чином, обрана тема кваліфікаційної роботи представляється цікавою для розробки, зважаючи на можливість розробки конструкції електричного баггі доступного для широкого кола населення.

					КРБАТ 25.21118.000. ПЗ	Арк.
						7
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Мета роботи: Розробка конструкції електричного баггі, інноваційного транспортного засобу з нульовими викидами та високою енергоефективністю. Забезпечення оптимальної прохідності та маневреності баггі за мінімального впливу на навколишнє середовище.

Завдання роботи

1. Розглянути автомобілі баггі, їх переваги та недоліки.
2. Виконати тягово-динамічний розрахунок автомобіля.
3. Виконати конструкторські розрахунки електричного баггі.
4. Обрати, обґрунтувати технологічний процес складання.
5. Розробити заходи щодо забезпечення безпеки та екологічності об'єкта дипломного проекту.

					КРБАТ 25.21118.000. ПЗ	Арк.
						8
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

1 Огляд конструкцій і особливостей будови легких прохідних автомобілів

Баггі - це легковий автомобіль з відкритим кузовом невеликими колесами, призначений для їзди бездоріжжям. Він має потужний двигун та посилену підвіску, що дозволяє йому долати складні перешкоди та перетинати нерівну місцевість. Баггі часто використовується для катання по піщаних дюнах, бруду, снігу або інших складних умов. Він також популярний серед любителів екстремального водіння та перегонів на бездоріжжі. Він може бути як одномісним, так і двомісним, залежно від моделі та призначення. Він може бути використаний як для розваг та спорту, так і для комерційних цілей, наприклад, у туризмі або експедиціях.

Баггі має свої особливості та характеристики, які роблять його унікальним типом транспортного засобу. Він користується популярністю серед любителів активного відпочинку та пригод, і його виробництво та розвиток продовжуються і до сьогодні.

Перший баггі був створений американськими майстрами в 1950-х роках, використовуючи Volkswagen Beetle як базову модель. Назва buggy походить від англійського слова beetle, що означає жук і було вигадано через його компактні розміри та популярність. З базової моделі Volkswagen Beetle американські майстри зняли крила, прибрали передні двері та замінили кузов на зварену раму. Іноді кузов замінювали на скловолоконний варіант, але у зменшеному розмірі

Volkswagen Beetle був обраний як основа для баггі через свою компактність, доступність і популярність

З часом багато автомобільних ентузіастів замінювали стандартні мотори потужнішими 6-циліндровими двигунами від Chevrolet, іноді з турбонадувом, щоб збільшити потужність до 120-180 к.с. Це дозволило баггі брати участь у гонках та крос-шоу.

Любов до баггі зростала, і вони швидко поширилися з Америки до

					КРБАТ 25.21118.000. ПЗ	Арк.
						9
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Європи. Італійці стали першими в Європі, хто почав виробництво цих машин, а потім баггі стали популярними по всьому світу.

З часом термін баггі став позначати різні моделі мотовсюдиходів з автомобільним сидінням.

Сучасні баггі мають такі переваги: легка та надійна конструкція, простота управління, міцні рама та шасі, висока маневреність, стійкість на різних дорожніх покриттях, високий кліренс, низькі витрати на ремонт та обслуговування, можливість тюнінгу та самостійного ремонту.

Недоліки баггі включають наступне:

- через відкритий кузов і низьку посадку не забезпечується повна безпека для водія та пасажирів;
- регулярно потрібен технічний догляд та обслуговування;
- ці машини не рекомендуються для тривалих чи далеких поїздок через їхню обмежену маневреність та комфорт;
- у разі аварії можливі серйозні травми для водія та пасажирів.

Існує поширена помилка, що баггі - це невеликі позашляховики, проте насправді вони більше нагадують автомобілі, схожі на боліди, що використовуються в гонках Формула-1. Це пов'язано з їхньою конструкцією, що має стійкий центр тяжіння і широку колію передніх та задніх коліс.

Давайте виявимо відмінності між баггі та квадроциклом:

- конструкція та дизайн. Баггі - легкі автомобілі з відкритою рамою, зазвичай з двома або чотирма сидіннями, що мають кермо, аналогічне звичайному автомобілю. Квадроцикл має мотоциклетну посадку;
- управління та маневреність. Баггі управляються за допомогою керма, як звичайні автомобілі, і мають педалі газу та гальма.

Квадроцикли управляються за допомогою керма, як мотоцикли, і мають важелі газу та гальма на кермі. Вони вважаються більш

					КРБАТ 25.21118.000. ПЗ	Арк.
						10
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

маневреними та легкими в управлінні;

- прохідність. Квадроцикли зазвичай мають кращу прохідність через меншу вагу та більший кліренс. Баггі можуть бути більш стабільними на нерівних поверхнях через їх широку колію;
- місткість та комфорт. Баггі часто пропонують більше місця для пасажирів та вантажу, а також більш комфортне сидіння та захист від погоди. Квадроцикли мають менше місця та зазвичай пропонують менший комфорт;
- безпека. Баггі вважаються більш безпечними через нижній центр тяжкості та широку колію, що знижує ризик перевертання;
- ціна та обслуговування. Квадроцикли зазвичай дешевші у придбанні та обслуговуванні;
- призначення. Баггі зазвичай використовуються для розваг та гонок, тоді як квадроцикли можуть використовуватися для різних завдань, включаючи перевезення вантажів або сільське господарство.

Різні типи баггі можна класифікувати так:

- спортивні та спортивно-туристичні моделі. Усі баггі можна віднести до спортивної техніки. Ці моделі користуються підвищеною популярністю, часто використовуються в туристичних програмах для заїздів із азартом та видовищністю;
- гоночні баггі для ралі (рисунок 1): Ці машини конструюються із заднім або повним приводом та призначені для ралі. Вони не розраховані на екстремально складні траси;
- баггі для трофі-рейдів (рисунок 2): Ці моделі мають повний привід та легку конструкцію, що дозволяє їм долати складні бездорожні умови та навіть невеликі водні перешкоди;
- пляжні баггі (рисунок 3): Вони оптимізовані для поїздок піщаними пляжами завдяки повному приводу і легкій рамі, що

					КРБАТ 25.21118.000. ПЗ	Арк.
						11
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

забезпечує прохідність по будь-яких піщаних дюнах;



Рисунок 1 – Гоночні баггі для ралі



Рисунок 2 – Баггі для трофі-рейдів

					КРБАТ 25.21118.000. ПЗ	Арк.
						12
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		



Рисунок 3 – Баггі пляжний

- баггі для тріалу (краулери) (рисунок 4): Ці моделі призначені для спортивних змагань та проходження складних перешкод, а також для поїздок гравійними та гірськими кам'янистими дорогами



Рисунок 4 – Баггі для тріалу

					КРБАТ 25.21118.000. ПЗ	Арк.
						13
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

- кросові моделі баггі (рисунок 5) Вони призначені для перегонів на замкнених трасах різної протяжності та покриття;



Рисунок 5 – Кросові моделі баггі

- військові баггі (рисунок 6): Військові використовує баггі як компактну і високопрохідну техніку для військових операцій на складній місцевості.

SCANMOTO RAPID – це двомісний електробаггі (рисунок 6).



Рисунок 6 – Електробаггі SCANMOTO RAPID

Металева рама, регульована підвіска, чотири швидкості - три для руху

					КРБАТ 25.21118.000. ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		14

вперед і одна для руху назад, глибокий позашляховий протектор шин дозволяють здійснювати поїздки до 30 км на одному заряді акумулятора по пересіченій місцевості. Баггі RAPID оснащений дугами та чотириточковими ремнями безпеки, що дозволяють захистити водія та пасажирів у разі перевертання

Технічні характеристики електричного баггі SCANMOTO RAPID представлені у таблиці 1.

Таблиця 1 - Технічні характеристики баггі

Параметр	Значення
Тип електродвигуна	Вентильний двигун постійного струму
Напруга,	60
Максимальна потужність, Вт	2000
Максимальний момент, що крутить, Н·м	12
Тип батареї	Свинцево-кислотний акумулятор
Місткість, А·ч	20
Час зарядки, год.	8
Тип трансмісії	Одношвидкісна з диференціалом
Тип приводу	Вал
Привід	Задній
Передавальне число	10:1
Підвіска задня	Пружинна
Підвіска передня	Пружинна незалежна
Гальмівна система	Гідравлічні дискові ззаду
Розмір передньої шини	145/70-6
Розмір задньої шини	16/8-7
Габаритні розміри (Д×Ш×В)	1710×1210×1150
Колісна база, мм	1250
Маса транспортного засобу, кг	135
Вантажопідйомність, кг	125

SCANMOTO Rapid II представлений рисунку 7.

Рама електробаггі виготовлена з високоміцної сталі, що забезпечує довговічність та надійність конструкції. Завдяки регульованій підвісці SCANMOTO Rapid II може адаптуватися до різних дорожніх умов і забезпечує комфортну поїздки по пересіченій місцевості. Електробаггі оснащений чотирма швидкостями: трьома

для руху вперед і для руху назад, що дозволяє вибрати оптимальний режим

					КРБАТ 25.21118.000. ПЗ	Арк.
						15
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

руху в залежності від умов.

Максимальна швидкість становить 35 км/год, а дальність ходу одному заряді – до 35 км



Рисунок 7 – Електробаггі SCANMOTO RAPID II
Технічні характеристики електричного баггі SCANMOTO RAPID II

представлені у таблиці 2.

Таблиця 2 - Технічні характеристики електричного

Параметр	Значення
Тип електродвигуна	Вентильний двигун постійного струму
Напруга,	60
Максимальна потужність, Вт	2000
Максимальний момент, що крутить, Н·м	12
Тип батареї	Свинцево-кислотний акумулятор
Місткість, А·ч	20
Час зарядки, год.	8
Тип трансмісії	Одношвидкісна з диференціалом
Тип приводу	Вал
Привід	Задній
Передавальне число	10:1

Продовження таблиці 2

Параметр	Значення
Підвіска задня	Пружинна
Підвіска передня	Пружинна незалежна

Гальмівна система	Гідравлічні дискові ззаду
Розмір передньої шини	145/70-6
Розмір задньої шини	16/8-7
Габаритні розміри (Д×Ш×В)	1710×1115×1225
Колісна база, мм	1250
Маса транспортного засобу, кг	145
Вантажопідйомність, кг	170

Електричні баггі, як і будь-яка інша техніка, мають свої переваги та недоліки.

Переваги електричних баггі:

- екологічна чистота: електричні баггі не забруднюють довкілля викидами шкідливих речовин, оскільки вони використовують паливо і працюють на електриці;
- економічність: зазвичай зарядка акумулятора електричного баггі коштує дешевше, ніж заправка паливом для бензинових баггі;
- тиха робота: електричні баггі працюють практично безшумно, що особливо важливо для використання на території з обмеженнями шуму;
- простота обслуговування: електричні баггі зазвичай менш схильні до поломок і вимагають менше обслуговування в порівнянні з традиційними баггі, що працюють на бензині.

Недоліки електричних баггі:

- обмежена дальність поїздки: акумулятори електричних баггі мають обмежену ємність, через що дальність поїздки на одному заряді може бути обмеженою та потребує часті зарядки;
- тривалий час заряджання: заряджання акумулятора електричного баггі може зайняти більше часу, ніж заправка бензинового баггі, що може вплинути на продуктивність роботи;
- вища вартість: електричні баггі часто мають вищу вартість при купівлі порівняно з бензиновими аналогами.

Незважаючи на деякі недоліки, електричні баггі стають все популярнішими завдяки своїй екологічній ефективності та зручності у

					КРБАТ 25.21118.000. ПЗ	Арк.
						17
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

використанні.

Проектування електричного баггі є актуальною темою для дипломної роботи з кількох причин: екологічна; технологічний прогрес: розробка електричних баггі вимагає застосування сучасних технологій, як у галузі електротехніки, так і у проектуванні легкої та міцної конструкції; економічний зиск; популярність та попит.

Таким чином, вибір теми проектування електричного баггі для дипломної роботи дозволить не лише розширити знання в галузі транспортної індустрії та екологічної безпеки, а й зробити внесок у розвиток сучасних технологій та вирішення актуальних проблем навколишнього середовища.

Висновки у розділі.

У розділі розглянуто переваги та недоліки автомобілів баггі, напрямки розвитку цього типу транспортних засобів, існуючі види баггі, окремо розглянуто електричні баггі з детальними технічними характеристиками.

2 Тягово-динамічний розрахунок автомобіля

Тягово-динамічний розрахунок – це методологія розрахунку параметрів руху транспортного засобу, яка враховує вплив тягових зусиль, сил опору та інших динамічних чинників його руху.

Цей розрахунок проводиться визначення необхідної потужності

	двигуна, вибору оптимальної передачі, розрахунку тягових характеристик та	Арк.		
	КРБАТ 25.21118.000. ПЗ	18		
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата

інших параметрів, які впливають ефективність роботи транспортного засобу. Тягово-динамічний розрахунок проводиться як розробки нових моделей транспортних засобів, так оптимізації роботи вже існуючих. Він дозволяє врахувати всі фактори, що впливають на рух транспортного засобу, та провести аналіз його ефективності та продуктивності.

Для вибору комплектуючих тягової системи баггі на електричній енергії, з метою забезпечення достатньої динаміки та безпеки, виконаємо тягово-динамічний розрахунок даного електромобіля

За базові параметри електромобіля приймаємо дані електромобіля Squad Mobility .

Базові параметри електромобіля наведено у таблиці 3.

Таблиця 3 - Базові параметри електромобіля Squad Mobility .

Параметр	Значення
Тип автомобіля	задньопривідний легковий автомобіль
Колісна формула	4×2
Кількість осіб	2
Габаритні розміри (Д×Ш×В), мм	1715×965×2005
Споряджена маса, кг	400
Розмір шин	175/65R 13
Коефіцієнт опору повітря, α_x	0,3
Коефіцієнт опору коченню f_0	0,013
Коефіцієнт, що залежить від ухилу дороги, α_{max}	0,25
Максимальна швидкість, V_{max} , км/ГОД	50
Максимальна частота обертання валу електродвигуна, ω_{max} , с ⁻¹	398
ККД трансмісії, η_{tr}	0,65

Визначаємо повну масу автомобіля за формулою:

$$M_a = M_0 + (M_q \cdot n) + M_6 \cdot n, \quad (1)$$

- споряджена маса автомобіля, приймаємо 400 кг;
- маса людини приймаємо 80 кг;
- маса вантажу на одну особу, 10 кг;

n - Кількість людей в електромобілі

					КРБАТ 25.21118.000. ПЗ	Арк.
						19
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

$$M_a = 400 + (80 \cdot 2) + (10 \cdot 2) = 580 \text{ кг.}$$

Визначаємо статичний радіус колеса за формулою:

$$r_{\text{ст}} = 0,5 \cdot d + \lambda_z \cdot H, \quad (2)$$

де d - Посадковий діаметр, приймаємо 0,256 м;

λ_z - Коефіцієнт вертикальної деформації шин, що залежить від специфіки використовуваних шин, що приймають 0,92;

H - Висота профілю шини, приймаємо 0,114 м .

$$r_{\text{ст}} = 0,5 \cdot 0,256 + 0,92 \cdot 0,114 = 0,233 \text{ м.}$$

$$r_{\text{ст}} \approx r_d \approx r_k = 0,233 \text{ м.}$$

Визначаємо коефіцієнт обтічності за формулою:

$$k = \frac{C_x \cdot \rho}{2} \quad (3)$$

де ρ – густина повітря, приймаємо 1,293 кг/м³.

$$k = \frac{0,3 \cdot 1,293}{2} = 0,194.$$

Визначаємо лобову формулою:

площу автомобіля за

$$F = 0,8 \cdot B_r \cdot H_r \quad (4)$$

$$F = 0,8 \cdot 0,965 \cdot 2,005 = 1,55 \text{ м}^2$$

Визначаємо коефіцієнт опору коченню за формулою:

$$f = f_0 \cdot \left(1 + \frac{V^2}{25000} \right) \quad (5)$$

$$f = 0,013 \cdot \left(1 + \frac{25^2}{25000} \right) = 0,0131.$$

					КРБАТ 25.21118.000. ПЗ	Арк.
						20
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Визначаємо зовнішню швидкісну характеристику необхідного електродвигуна.

Спочатку визначаємо потужність електродвигуна при найвищій швидкості електромобіля з урахуванням ККД трансмісії за формулою балансу потужності:

$$N_V = \frac{1}{\eta_{mp}} \cdot \left(G_a \cdot \psi_V \cdot V_{max} + \frac{C_x}{2} \cdot \rho \cdot F \cdot V_{max}^3 \right), \quad (6)$$

де G_a – повна вага автомобіля;

ψ_V – коефіцієнт опору дороги при максимальній швидкості автомобіля. Для легких автомобілів коефіцієнт опору дороги приймають рівним коефіцієнту кочення за максимальної швидкості і дорівнює 0,0131

$$\cdot (580 \cdot 9,81 \cdot 0,0131 \cdot 13,89 \cdot 0,15 \cdot 1,544 \cdot 13,893) = 2830,5 \text{ Вт.}$$

На підставі отриманої потужності електродвигуна за найвищої швидкості електромобіля з урахуванням ККД трансмісії можна підібрати електричний двигун.

Найбільш поширеним електричним двигуном, що використовується на невеликих електромобілях, є безколекторний, безщітковий електродвигун постійного струму (BLDC) моделі Denzel DA90-4.1, з максимальною потужністю 3 кВт

На рисунку 8 представлено характеристики електричного двигуна Denzel DA90-4.1.

					КРБАТ 25.21118.000. ПЗ	Арк.
						21
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

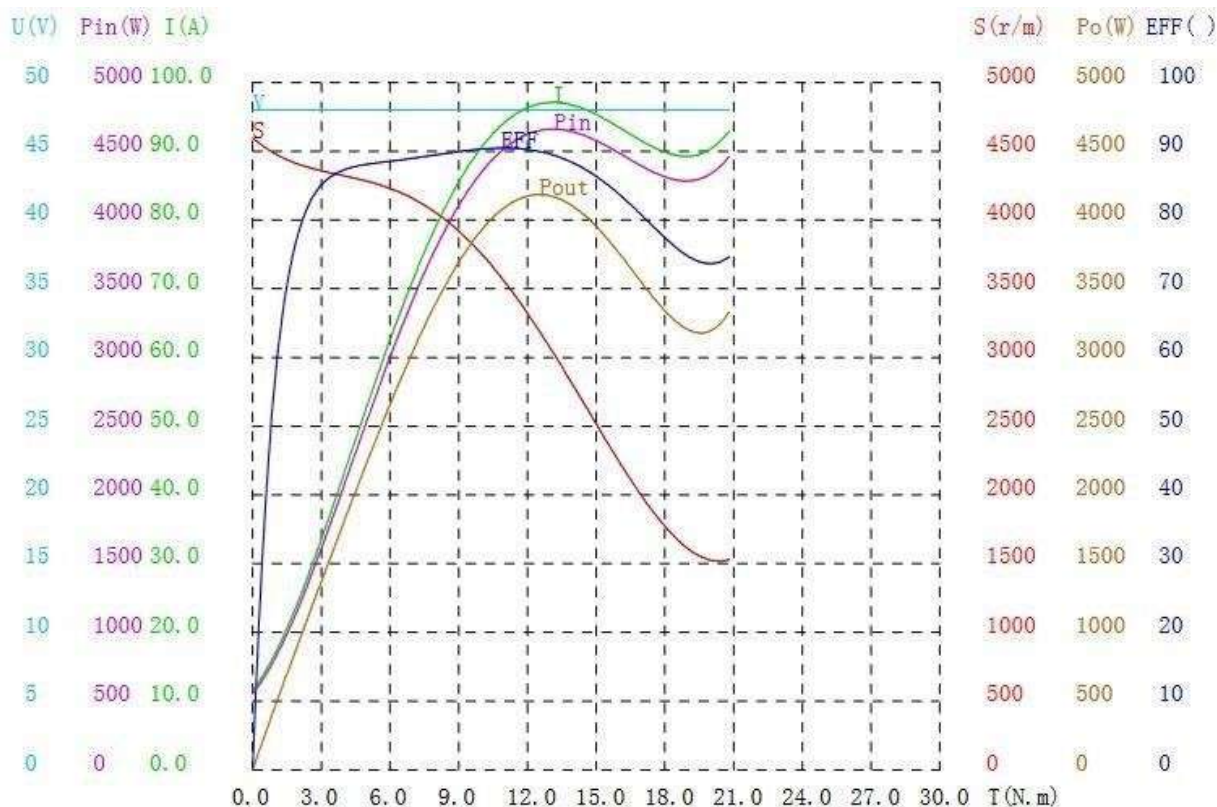


Рисунок 8 – Характеристика електричного двигуна Denzel DA90-4.1

Визначаємо передатне число головної передачі за такою формулою:

$$U_0 = \frac{r_k}{U_k} \cdot \frac{\omega_{\max}}{V_{\max}}, \quad (7)$$

де V_{\max} – максимальна кутова швидкість валу електродвигуна.

U_k - передатне число коробки передач, так як в розроблюваному електромобілі не буде коробки передач передатне число дорівнює 1

$$U_0 = \frac{0,233}{1} \cdot \frac{398}{13,89} = 6,67.$$

Для того щоб уникнути буксування провідних коліс тягова сила повинна бути меншою за силу зчеплення коліс з дорогою відповідно до формули:

$$U_1 \leq \frac{G_{cy} \cdot \phi \cdot r_k}{M_{max} \cdot \eta_{mp} \cdot U_0}, \quad (8)$$

де ϕ – зчіпна вага автомобіля, визначається за формулою:

$$G_{cy} = \lambda_k \cdot \Gamma_{\text{вд}}, \quad (9)$$

де λ_k – коефіцієнт зчеплення шин провідних коліс із дорожнім покриттям, що дорівнює 0,8 для сухого асфальтобетонного покриття в хорошому стані

$$G_{cy} = 9,81 \cdot 0,8 \cdot 348 = 2731,1 \text{ Н},$$

$$U_1 \leq \frac{2731,1 \cdot 0,8 \cdot 0,233}{21 \cdot 0,65 \cdot 6,67} \leq 5,59.$$

Виконуємо аналіз тягової динаміки.

Визначаємо силу тяги на провідних колесах, залежно від швидкості електромобіля за формулою:

$$P_T = \frac{U_k \cdot U_0 \cdot M_e \cdot \eta_{mp}}{r_k}. \quad (10)$$

Визначаємо силу опору повітря за формулою:

$$P_B = \frac{1}{2} \cdot C_x \cdot \rho \cdot F \cdot V^2. \quad (11)$$

Визначаємо силу опору коченню автомобіля за формулою:

$$P_D = \Gamma_a \cdot \psi. \quad (12)$$

Визначаємо сумарну силу опору руху автомобіля за формулою:

$$P_{\Sigma} = P_B + P_D \gg [4]. \quad (13)$$

Зводимо результати розрахунків у таблиці 4 та 5.

Визначаємо динамічний фактор за формулою:

$$D = \frac{P_T - P_B}{G_a} \quad (14)$$

Таблиця 4 - Результати розрахунку

n. про/хв		Тягова сила на провідних колесах. Н			Сила опору. Н			Дрк.
					P_B	P_D	P_{Σ}	
КРБАТ 25.21118.000. ПЗ								23
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата				

1519	390.75	1.70	41.05	43.75
1000	316.31	6.77	47.68	54.46
1500	179.11	15.16	48.37	63.63
3000	141.89	17.10	49.51	76.61
3500	104.68	41.37	51.13	93.50
4000	163.74	60.97	53.11	114.18
4500	13.03	83.03	55.74	138.77

Таблиця 5 - Залежність опору повітря від швидкості електромобіля

Швидкість, м/с	$P_{\text{в}}$, Н
3.11	1.70
6.13	6.77
9.35	15.16
11.46	17.10
15.58	41.37
18.69	60.97
11.81	83.03
14.91	108.40

Результати розрахунків зводимо до таблиці 6.

Таблиця 6 - Залежність коефіцієнта опору коченню і динамічного фактора від швидкості обертання електродвигуна

Частота обертання колінчастого валу, об/хв	Динамічний фактор	Коефіцієнт опору
1519	0.1951	0.013
1000	0.1937	0.013
1500	0.1914	0.014
3000	0.1881	0.014
3500	0.184	0.015
4000	0.1984	0.015
4500	0.1963	0.016

Виконуємо аналіз динаміки розгону.

Прискорення під час розгону розраховують при русі електромобіля горизонтальною дорогою гарної якості з твердим покриттям при максимальному використанні потужності електродвигуна.

Визначаємо прискорення за формулою:

$$J = \frac{(D - f) \cdot g}{\delta_{\text{вп}}}, \quad (15)$$

$$\delta_{\text{вп}} = 1 + \frac{(I_M \cdot \eta_{\text{мп}} \cdot U_{\text{мп}} + I_k) \cdot g}{G_a \cdot r_k^2}, \quad (16)$$

де

I_M - момент інерції деталей двигуна, що обертаються;

					Арк.
					24
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	

I_k - Сумарний момент інерції провідних коліс

В випадку якщо точне значення моментів невідомо, то δ_{ep}

δ

визначають за формулою:

$$\delta_{ep} = 1 + (\delta_1 + \delta_2 \cdot U_k^2) \quad (17)$$

де δ_1 – коефіцієнт обліку обертових мас коліс;

δ_2 - Коефіцієнт обліку обертових мас електродвигуна. Вибір значення коефіцієнтів перебувати у діапазоні від 0,03 до 0,05

Результати розрахунків зводимо до таблиці 7.

Таблиця 7 – Залежність прискорень та зворотних прискорень від частоти обертання електродвигуна

Частота обертання колінчастого валу. об/хв	Прискорення передачі. м/с ²	Величина. зворотна прискорення передачі. с ² /м
1519	1.5455	0.647
1000	1.5311	0.6517
1500	1.5097	0.6614
3000	1.4784	0.6764
3500	1.4381	0.6954
4000	1.5549	0.6431
4500	1.5199	0.6536

Шлях і час розгону визначаємо за формулою (18) за допомогою графоаналітичного способу, тобто інтегрування замінюється сумою величин.

$$\Delta t = \int_{V_1}^{V_2} \frac{1}{j} \cdot dV \approx \left(\frac{1}{j_{cp}} \right)^2 \cdot (V_2 - V_1) \Delta t \quad (18)$$

Результати розрахунків наведено у таблиці 8.

Таблиця 8 - Результати розрахунку

V . м/с	0	3.11	6.13	9.35	11.46	15.58	18.69	11.81	14.91
$1/j_{cp}$	0	0.647	0.653	0.661	0.676	0.695	0.643	0.654	0.684
t . с	0	1.76	3.54	5.34	7.19	9.08	10.83	11.61	14.48

Висновки у розділі.

Тягово-динамічний розрахунок автомобіля баггі проводився для визначення його характеристик при русі за різними типами доріг та умовами

експлуатації. Враховувалася				маса автомобіля, потужність двигуна, коефіцієнт				Арк.
				КРБАТ 25.21118.000. ПЗ				25
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата				

опору коченню, аеродинамічний опір та інші параметри.

На основі проведеного розрахунку були побудовані графіки, що відображають залежність прискорення автомобіля, його швидкості та витрати палива від часу або відстані (креслення представлені у графічній частині роботи на аркуші А1). Ці графіки дозволили оцінити динаміку руху баггі та оптимізувати його роботу у різних умовах.

3 Розробка конструкції електричного баггі

Конструкторська розробка - це процес створення нового продукту або пристрою, починаючи з ідеї до готового прототипу. У цей процес включено проектування, тестування, моделювання, аналіз, вибір матеріалів та компонентів, а також створення документації та специфікацій.

Конструкторська технологія може бути застосована в різних галузях, таких як машинобудування, електроніка, медицина, авіація та інші. Вона вимагає ретельного планування, узгодження вимог із замовником, постановки завдань та контролю за виконанням робіт.

Важливими етапами конструкторської розробки є дослідження та аналіз ринку, визначення потреб користувачів, створення концепції продукту, проектування, створення прототипу, тестування та внесення коригувань. Конструкторська розробка є ключовим етапом у процесі створення нових продуктів та відіграє важливу роль в інноваційному розвитку компаній.

3.1 Технічне завдання на розробку конструкції електричного баггі

					КРБАТ 25.21118.000. ПЗ	Арк.
						26
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Конструкція електричного баггі повинна включати кілька основних компонентів:

- шасі – це основна рама та каркас, на якому збираються всі інші елементи баггі;
- електрична система: електродвигун, батареї, контролери та інші пристрої, що забезпечують пересування електричного баггі;
- підвіска: система амортизації, що дозволяє адаптувати баггі до нерівної місцевості та забезпечити комфортну поїздки;
- колеса: шини та обіддя, що відповідають за пересування та стійкість баггі;
- кузов та салон: сидіння, кермо та інші елементи, що забезпечують комфорт та безпеку для пасажирів;
- електрична система зарядки: зарядне пристрій і відповідне обладнання для заряджання батареї баггі.

Всі ці компоненти взаємодіють між собою, забезпечуючи працездатність та ефективність електричного баггі як засобу пересування.

Баггі призначений для пересування по нерівній або піщаній місцевості завдяки своїй спеціальній конструкції, яка забезпечує хорошу прохідність і маневреність. Ці транспортні засоби часто використовуються для розважальних цілей на пляжах, пустельних районах, гірських схилах або в інших місцях, де звичайні автомобілі можуть мати труднощі. У зв'язку з їх унікальними характеристиками баггі також часто використовуються у спортивних заходах, гонках або для прокату туристам.

Можливість експорту до зарубіжних країн не передбачена. Розробка ведеться відповідно до завдання виконання ВКР, виданим кафедрою Проектування та експлуатація автомобілів.

За виконання конструкторської розробки особливу увагу слід звернути на такі джерела інформації: інтернет-форуми, журнали, методичні посібники та іншу технічну літературу.

Найменування та умовне позначення теми розробки не має.

					КРБАТ 25.21118.000. ПЗ	Арк.
						27
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Баггі повинен містити несучу систему у вигляді рами із закріпленою на ній електродвигуном, пристроєм для передачі механічної потужності на колеса, підвіску, кермо, гальмівну систему, а також зовнішні елементи розміщення водія, набір акумуляторних батарей, контролери.

До конструкції електричного баггі висуваються такі вимоги:

- повинна бути міцною та надійною, здатною витримувати навантаження та вібрації при русі по нерівній місцевості;
- повинна забезпечувати ефективне пересування піщаною або нерівною місцевістю, з гарною прохідністю та стійкістю
- повинна забезпечувати безпеку для водія, включаючи стійкість, ергономіку та відповідність нормам безпеки;
- повинна відповідати вимогам правил експлуатації та бути безпечним під час експлуатації у різних погодних умовах;
- конструкція рами повинна мати достатню жорсткість і міцність;
- для оснащення транспортного засобу повинні максимально використовуватися механічні вузли, електричні та електронні елементи, агрегати та окремі елементи автомобільної промисловості, що відповідають сучасним вимогам;
- транспортний засіб має бути виконаний з електричним приводом на задні колеса;
- дизайн транспортного засобу має бути сучасним, мати гарний та естетичний вигляд;
- посадка та висадка водія має бути максимально зручною;
- повинна мати високу енергоефективність, забезпечуючи достатню дальність ходу на одній зарядці батареї;
- в процесі експлуатації пристрій не повинен вимагати частих профілактичних робіт та особливого догляду. При проведенні технічного обслуговування необхідно використовувати лише експлуатаційні матеріали, що випускаються серійно, не потребують використання спеціальних інструментів.

					КРБАТ 25.21118.000. ПЗ	Арк.
						28
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

- розробку конструкції виконати в універсальній системі автоматизованого проектування.

Виходячи з конструктивних міркувань та представлених на ринку пропозицій, орієнтовно приймаємо такі технічні показники:

- габаритні розміри (ДхШхВ), не більше м 2,8 х 1,7 х 1,6;
- тип приводу електричний;
- потужність двигуна, щонайменше кВт 2;
- Запас ходу, щонайменше км 30;
- вантажопідйомність, не менше кг 50;
- маса, не більше кг 200.

Використовувати транспортний засіб повинні люди, які пройшли спеціальний інструктаж з техніки безпеки та вивчили правила експлуатації.

Складові частини конструкції повинні легко піддаватися збиранню-розбиранню при заміні деталей або транспортуванні.

Транспортування здійснюється у розібраному вигляді, всі частини транспортного засобу мають бути упаковані у дерев'яні ящики, що маркуються відповідним чином. Зберігати пристрій у зібраному або розібраному вигляді у сухому приміщенні.

3.2 Технічне пропозиція на розробку конструкції електричного баггі

Відповідно до технічного завдання необхідно розробити конструкцію електричного баггі.

Конструктивно електричний баггі є чотириколісний задньопривідний транспортний засіб з рамною конструкцією, оснащений одним електродвигуном, ланцюговою передачею, рульовою системою, гальмівною системою, системою живлення, що складається з контролера і акумуляторної батареї.

Електричний баггі на електричній тязі повинен мати такі технічні показники:

Габаритні розміри, не більше мм

					КРБАТ 25.21118.000. ПЗ	Арк.
						29
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

-

довжина... 2900;

-

ширина... 1800;

-

висота ... 1500.

Тип

приводу електричний.

Кількість двигунів, прим. не більше ніж 1.

Потужність двигуна, Вт.....не менше
2000.

Запас ходу, км.....не менше
30.

Вантажопідйомність, кг. неменше
50.

Маса, кг..... трохи більше 140

Проведений пошук аналогів показав, що представлені на ринку електричні баггі мають досить високу вартість і недоступні для широкого кола користувачів, а також показав, що жодна з них не відповідає повною мірою встановленим у ТЗ вимогам, що зумовлює необхідність розробки нової конструкції.

Технічним завданням рекомендовано звернути увагу на джерела інформації.

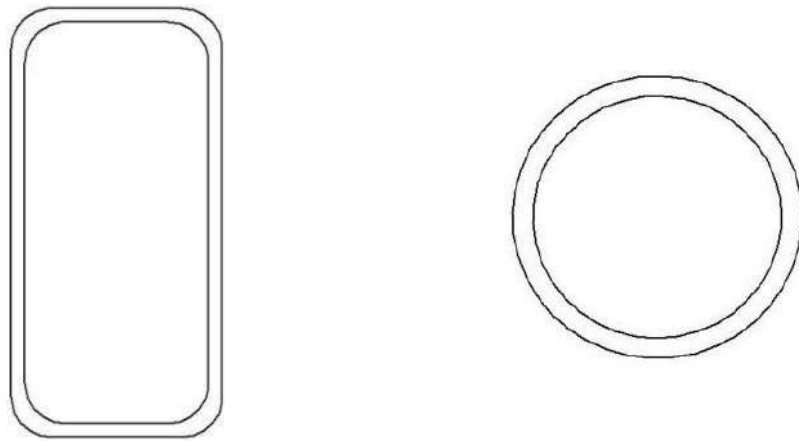
Основними частинами електричного баггі є: рама, каркас безпеки, кермо, підвіска, гальмівна система, електродвигун, колеса, акумуляторні батареї, контролер.

Спочатку необхідно визначити конструкцію рами та каркасу безпеки, оскільки вони повинні забезпечувати необхідну міцність, жорсткість та безпеку конструкції.

Рама може бути виготовлена з прямокутного (рисунок 9 а) або круглого

					КРБАТ 25.21118.000. ПЗ	Арк.
						30
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

профілю (рисунок 9 б).



а) б)

Рисунок 9 – Види профілю

З урахуванням принципів опору матеріалів, найкращими щодо стійкості до вигину є круглі труби. За мінімальної витрати матеріалу вони забезпечують

максимальну жорсткість конструкції, при цьому легко піддаються вигину, що дозволяє створювати вироби з криволінійними формами.

Недоліками профільної прямокутної труби є:

- прямокутні труби можуть бути менш стійкими до тиску або вигину;
- висока собівартість – труба важить на 30% більше за аналогічну круглу, а коштує приблизно на 35% дорожче;
- наявність зварного шва. Труби квадратного (прямокутного) перерізу виробляються лише за звареною технологією. По одній із сторін йде зварний шов на всю довжину труби. Труба починає активно кородувати, причому фарбування практично не запобігає виникненню корозії по зварному шву.

На підставі зазначеного приймаємо раму із профілів круглого перерізу

					КРБАТ 25.21118.000. ПЗ	Арк.
						31
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

(рисунок 10).

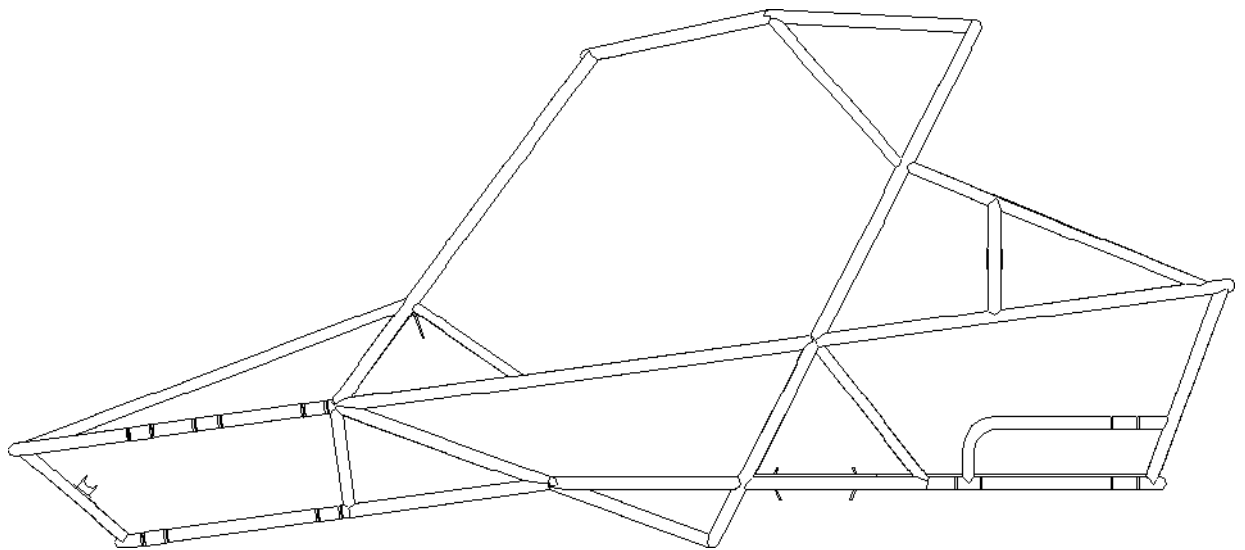


Рисунок 10 – Конструкція рами з каркасом безпеки

При виборі електродвигуна потужністю для електричного баггі необхідно враховувати кілька ключових факторів:

- потужність: Вибраний електродвигун повинен забезпечувати достатню потужність для ефективного руху баггі за різними типами поверхонь та під навантаженням;
- ефективність: Електродвигун має бути ефективним з погляду споживання енергії, щоб максимізувати дальність поїздки на одному заряді;
- розмір та вага: Важливо вибрати компактний та легкий електродвигун, щоб мінімізувати вагу баггі та забезпечити зручність монтажу;
- надійність: Висока надійність електродвигуна знизить ймовірність поломок та забезпечить довгий термін служби баггі.;
- керування: Електродвигун повинен підтримувати необхідні функції керування, такі як регулювання швидкості та зворотного зв'язку;
- сумісність із батареєю: Важливо, щоб електродвигун був сумісний з типом батареї і забезпечував оптимальну роботу у вибраній

					КРБАТ 25.21118.000. ПЗ	Арк.
						32
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

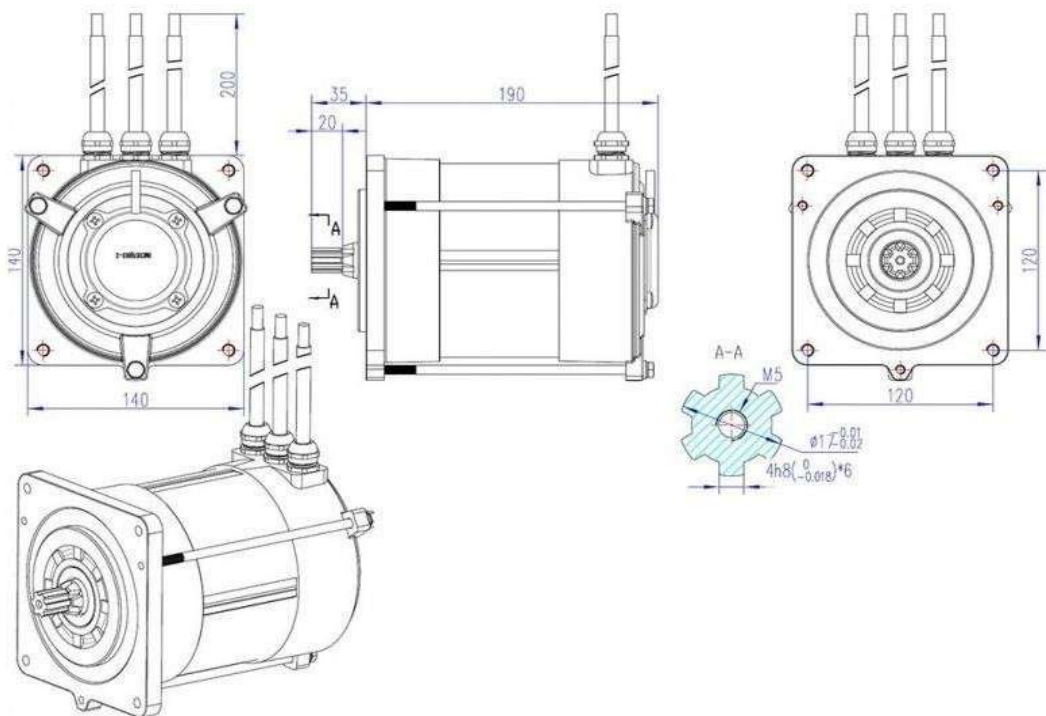
конфігурації.

Після вивчення ринку доступних двигунів для баггі було вирішено використовувати електродвигун потужністю до 2 кВт Denzel DA90-4.1 (малюнки 11, 12). Технічні характеристики представлені у таблиці 9.

Швидкісна характеристика представлена рисунку 13.



Рисунок 11 – Електродвигун Denzel DA90-4.1



					КРБАТ 25.21118.000. ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		33

Рисунок 12 – Габаритні розміри електродвигуна Denzel DA90-4.1

Таблиця 9 - Технічні характеристики електродвигуна

Параметр	Значення
Тип двигуна	асинхронний електричний
Номінальна потужність, Вт	3000 при 2500 об/хв
Пікова потужність, Вт	9400
Частота обертання максимальна, об/хв	6700
Максимальний тривалий струм, А	95
Піковий струм, А	340
Номінальна напруга,	74
Крутний момент зі старту, Нм	80
Максимальний момент, що крутить, Н·м	76
Тип охолодження	повітряний
Діаметр двигуна, мм	115
Ширина фланця, мм	130
Довжина двигуна без осі, мм	180
Маса, кг	10

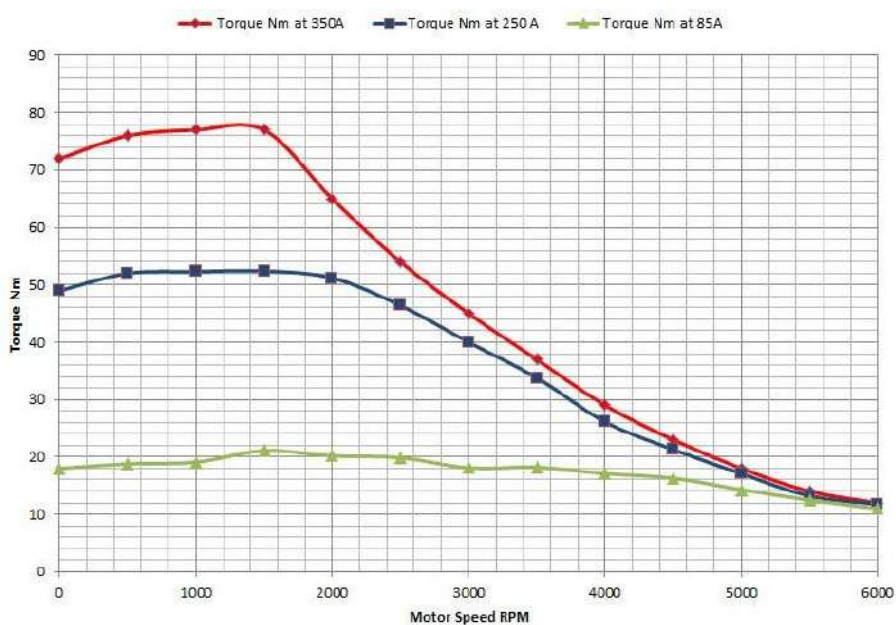


Рисунок 13 – Швидкісна характеристика електродвигуна Denzel DA90-4.1

Переваги: немає магнітів, немає магнітного опору, підвищення ефективності в усьому діапазоні навантажень, великий момент, що крутить (з нуля – 35 Н·м), піковий крутний момент 70 Н·м, велика потужність – пікова потужність 9,0 кВт (на валу).

Вибрана ланцюгова передача (рисунок 14) дозволяє забезпечити передатне число, що дорівнює 4

					КРБАТ 25.21118.000. ПЗ	Арк.
						34
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

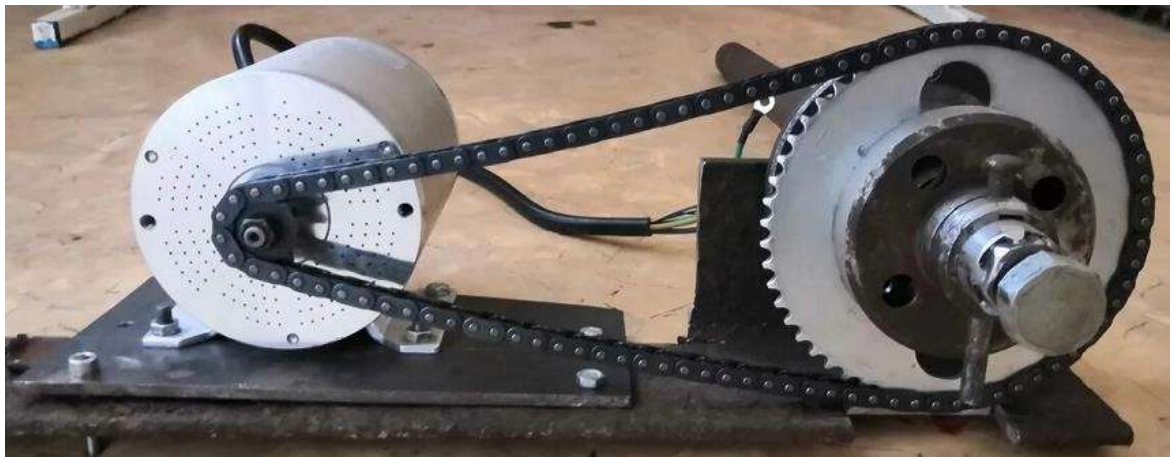


Рисунок 14 – Ланцюгова передача

Контролер створює магнітне поле, що обертається, в обмотці статора, отримуючи зворотний зв'язок про положення ротора або по датчиках Холла, або по проти-ЕРС (при керуванні двигунами без датчиків). Також, контролер забезпечує керування двигуном: дозволяє регулювати швидкість обертання електродвигуна, забезпечує гальмування двигуном (рекуперація). Контролер працює за принципом понижуючого перетворювача, і завдяки цьому фазний струм, що протікає по обмотках електродвигуна, може значно перевищувати батарейний струм, що протікає від батареї до контролера .

Аналіз ринку контролерів показав, що в нашому випадку підійде контролер DECO 165 (рисунок 15) з наступними технічними характеристиками, представленими в таблиці 10.



Рисунок 15 – Контролер DECO 165

КРБАТ 25.21118.000. ПЗ

					Арк.
					35
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	

Таблиця 10 - Технічні характеристики контролера DECO 165

Параметр	Значення
Номінальна потужність. кВт	1.8
Максимальна потужність. кВт	5.5
Напруга батарейна.	48-80
Напруга контролера.	від 30 до 96
Габаритні розміри (Д×Ш×В). мм	193.5×125.5×52
Маса. кг	1.5

Для оснащення електричного баггі також знадобляться: індикатор напруги акумулятора; адаптер постійного струму 10А; перемикач режимів Sport/Eco; перемикач напрямку (Forward/N/Reverse); ручка газу; кабельний комплект

Виконуємо вибір батарейі.

Електричний акумулятор - це хімічне джерело струму, особливість якого полягає в оборотності внутрішніх хімічних процесів, що забезпечує його багаторазове циклічне використання (через заряд-розряд) .

Існуючі різновиди акумуляторних батарей. Літій-іонні акумулятори (Li-ion).

Позитивні якості: висока енергетична щільність, що дозволяє збільшити дальність ходу електромобіля; відносно низька вага та компактність; тривалий термін служби (близько 10 років); низький рівень саморозряду; швидкий зарядний час.

Недоліки: - Висока вартість; чутливість до високих температур, що може знизити ефективність та термін служби акумулятора; необхідність використання складних систем управління зарядом та температурою для забезпечення безпеки.

Літій-полімерні акумулятори (Li-Po).

Позитивні якості: більш висока енергетична щільність порівняно з Li-ion; тонкий та гнучкий дизайн, що дозволяє створювати акумулятори різних форм та розмірів; щодо низький рівень саморозряду.

Недоліки: висока вартість; чутливість до перегріву та перезаряду, що

потребує складних систем управління; менший термін служби порівняно з Li-ion

КРБАТ 25.21118.000. ПЗ

					Арк.
					36
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	

іон.

Нікель-метал-гібридні акумулятори (NiMH).

Переваги: нижча вартість порівняно з літій-іонними акумуляторами; більш безпечні та стабільні при високих температурах; Хороша енергетична щільність.

Недоліки: більша вага та більший розмір порівняно з літій-іонними акумуляторами; менший термін служби; тривалий час зарядки та високий рівень саморозряду.

Рідинний акумулятор (Flow Battery).

Позитивні якості: швидкий час зарядки; можливість масштабування та модульності; щодо низька вартість.

Недоліки: низька енергетична густина, що знижує дальність ходу електромобіля; більшу вагу та розмір у порівнянні з іншими типами акумуляторів, складність в обслуговуванні та інфраструктурі.

Твердотільні акумулятори (Solid-state batteries).

Недоліки: - Висока вартість; технологія перебуває в ранньому етапі розробки та широко доступна для комерційного використання.

Беручи до уваги переваги та недоліки акумуляторних батарей, вибираємо літєву батарею ємністю 4320 Вт·год (4,3 кВт·г) (рисунок 16).



Рисунок 16 – Акумуляторна батарея

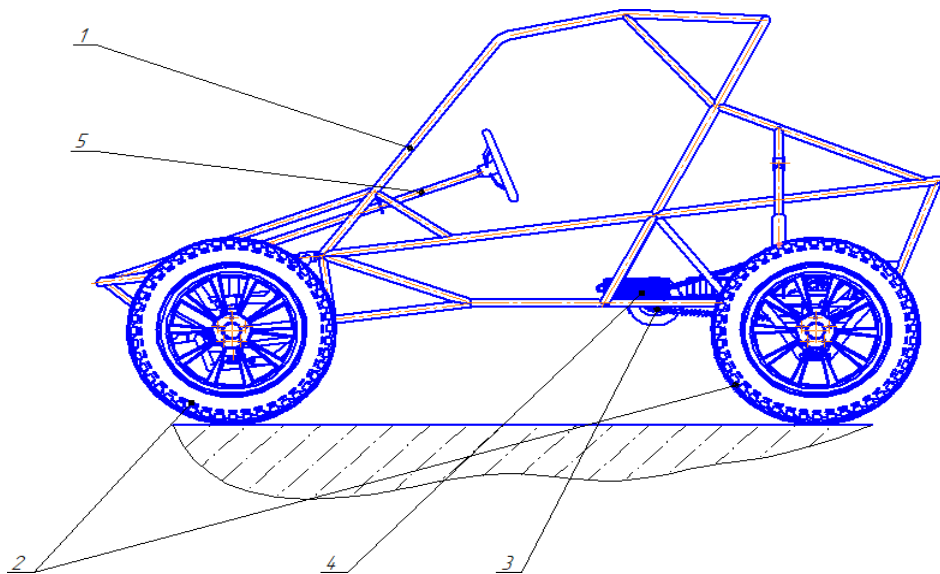
					КРБАТ 25.21118.000. ПЗ	Арк.
						37
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Акумулятор виготовлений із електромобільних осередків нового покоління. Підходить для використання в просторовій рамі електровелосипеда, а також заміні шести свинцевих акумуляторів в електроскутері, електроквадроциклі або іншій техніці з робочою напругою 72.

Рекомендовано використовувати разом із моторами номінальною потужністю до 3 кВт. Даний тип батареї є економічно вигіднішим порівняно зі збірками із 18650 осередків. Розмір: 330 220 150 мм, вага 18 кг.

BMS (Battery management system) – електронна плата, що запобігає пошкодженню елементів у результаті перезаряду або перерозряду, а також балансує заряд елементів між собою.

Після вибору всіх елементів конструкції баггі на електричній тязі складаємо схему компоновання розміщення елементів конструкції (рисунок 17).



1 – рама із дугами безпеки; 2-колеса; 3 – електродвигун із приводом; 4 – контролер із батареями; 5 – кермо

Рисунок 17 – Загальне компоновання електричного баггі на електричній тязі

3.3 Конструкторські розрахунки приводу баггі

Вихідні дані для розрахунку потужності електродвигуна баггі на					Арк.
КРБАТ 25.21118.000. ПЗ					38
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	

електричній тязі представлені таблиці 11.

Таблиця 11 – Параметри для розрахунку потужності електропривода

Параметр	Значення
Споряджена маса баггі на електричній тязі. кг	150
Маса батареї. кг	18
Маса електродвигуна потужністю 3000 Вт.	21
Маса двох контролерів. кг	3
Додаткова вага. кг	3
Загальна маса із заокругленням. кг	194
Маса водія. кг	80
Додаткова корисна вага (вантаж)	50
Повна розрахункова маса. кг	324
Коефіцієнт аеродинамічного опору (C_x)	0.342
Площа поперечного перерізу автомобіля (S). м ²	1.59
Коефіцієнт сили тертя для асфальту ($F_{тр}$)	0.018
Швидкість автомобіля (V). км/год	30
Кут нахилу дороги (α). °	0
Щільність повітря (ρ_v). кг/м ³	1.225

Потужність, необхідна руху баггі на електричній тязі визначається виразом:

$$N = \frac{W \cdot v}{\eta \cdot 0,736} \quad (19)$$

де W - Повна витрата енергії на подолання опору руху, кВт·ч/т·км;

v - швидкість електромобіля, км/год;

η - ККД трансмісії

$$N = \gamma \cdot \Phi_{TPx} \cdot \mu \cdot \zeta + X \cdot \Sigma \cdot \zeta^2 + \gamma \cdot \mu \cdot \sigma \cdot v \alpha, \quad (20)$$

$$N = 9,8 \cdot 0,018 \cdot 324 \cdot 30 + 0,342 \cdot 1,59 \cdot 30^2 + 9,8 \cdot 324 \cdot \sin 0 = 1092 \text{ Вт.}$$

Розраховані значення потужності залежно від кута підйому за заданої швидкості руху 40 км/год зводимо в таблицю 12.

Таблиця 12 - Залежність потужності, необхідної для руху баггі із заданою швидкістю від кута підйому

					КРБАТ 25.21118.000. ПЗ	Арк.
						39
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Нахил. град	Нахил. %	Потужність. кВт
0	0.0	1.1
1	3.5	1.3
4	7.0	1.5
6	10.5	1.7
8	14.1	1.9
10	17.6	1.1
11	11.3	1.3
14	14.9	1.4
16	18.7	1.6
18	31.5	1.8
10	36.4	3.0
11	40.4	3.1
14	44.5	3.3
16	48.8	3.4
18	53.1	3.6
30	57.7	3.7

Необхідно врахувати ККД вузлів транспортного засобу: електродвигуна – 0,81, трансмісії – 0,76, контролера із втратами на проводах та контакторах – 0,94

Підсумковий ККД з урахуванням кінематики:

$$\eta = 0,81 \cdot 0,76 \cdot 0,94 = 0,58$$

Визначаємо необхідну потужність електродвигуна.

$$N_{II} = \frac{N}{\eta} \tag{21}$$

$$N_{II} = \frac{1092}{0,58} = 1867 \text{ Вт.}$$

Приймаємо для приводу електродвигун потужністю не менше 3кВт.

З запропонованих виробниками електродвигунів і доступних на ринку найбільше краще підходять електродвигуни компанії Denzel DA90-4.1 потужністю 3000 Вт.

Виконаємо вибір напруги батареї.

При розрахунку батареї виходимо з того, що баггі на електричній тязі буде використовуватися для різних поїздок пересіченою місцевістю, з нерівностями рельєфу. За середньої швидкості 40 км/годину і дальності ходу

					КРБАТ 25.21118.000. ПЗ	Арк.
						40
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

80 км необхідний час ходу 2 години чистого часу.

При середньому струмі споживання електродвигуна 20 ампер розрахуємо ємність акумулятора:

$$C_p = 2 \cdot 20 = 40 \text{ А/ч.}$$

З пропонованого ряду представлених батарей оберемо для використання у проекті найближчу відповідну батарею ємністю 45 А·год. З урахуванням переваг та недоліків конструкцій батарей, вивчивши представлені на ринку батареї, приймаємо літієву батарею ємністю 4230 Вт · год .

Висновки по розділу.

У розділі було розроблено технічні завдання та пропозицію, а також проведено конструкторські розрахунки транспортного засобу.

Загалом розроблена конструкція баггі на електричній тязі є успішним проектом, який повністю відповідає поставленим перед ним завданням.

4 Технологічний процес збирання конструкції баггі

У процесі збирання автомобілів та тракторів відбувається об'єднання деталей у певній послідовності для створення вузлів, механізмів або готового

					КРБАТ 25.21118.000. ПЗ	Арк.
						41
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

транспортного засобу відповідно до встановлених технічних вимог. Цей процес може здійснюватися як на заводі, де виробляються деталі, так і на спеціалізованому складальному підприємстві. В даний час в автотракторобудуванні переважає перший спосіб організації виробництва.

Складальні роботи вимагають більше витрат праці порівняно з ливарними, зварювальними та іншими видами робіт. Однак механізація процесу збирання може суттєво знизити трудомісткість і є важливим резервом для покращення виробництва. В автотракторобудуванні часто використовується масове та великосерійне виробництво, що сприяє механізації та автоматизації складальних процесів.

Незважаючи на те, що трудомісткість в інших цехах знижується швидше, ніж у складальних, значення складальних робіт залишається значним, близько 25% від загальної трудомісткості.

4.1 Обґрунтування вибору технологічного процесу

При виборі технологічного процесу складання необхідно враховувати такі фактори:

- вимоги до якості продукції: необхідно вибрати технологію, яка забезпечить високу якість збирання виробів та мінімізує можливість дефектів;
- терміни виробництва: вибір технології має забезпечити виконання замовлень у задані терміни та забезпечити ефективність процесу складання;
- собівартість виробництва: необхідно вибрати технологію, яка дозволить знизити витрати на виробництво та підвищити прибутковість підприємства;
- обсяг виробництва: технологія має бути масштабованою та здатною забезпечити виробництво великої кількості виробів;
- технічні можливості обладнання: необхідно враховувати наявність

необхідного обладнання та його технічні характеристики під час

КРБАТ 25.21118.000. ПЗ

Арк.

42

Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	

вибору технології збирання.

Виходячи з перерахованих вище факторів, вибір технологічного процесу складання повинен бути обґрунтований і заснований на комплексному аналізі всіх аспектів виробництва.

Таким чином, при виборі технологічного процесу необхідно враховувати всі перераховані вище фактори, щоб забезпечити оптимальне виробництво продукції.

Крім того, розміри виробу також впливають на вибір технологічного процесу. Виробництво великих виробів може вимагати застосування кранів та іншої важкої техніки, тоді як для дрібних виробів можуть застосовуватись автоматизовані лінії збирання.

У випадку зі складанням електричного баггі, ймовірно, попит буде невеликий, тому раціонально організувати складання за принципом дрібносерійного виробництва.

При дрібносерійному виробництві використовується стаціонарне непоточне складання з поділом процесу на вузлове та загальне складання. Роботи виконуються бригадами робітників, що спеціалізуються у відповідних галузях складання.

Розрахуємо такт випуску за такою формулою:

$$T_d = \frac{F_d \cdot 60 \cdot m}{N}, \quad (22)$$

де F_d - дійсний річний фонд робочого часу складального

обладнання в одну зміну, приймається рівним 2070 год. для стаціонарного складання на необладнаному устаткуванні;

m - кількість змін, що приймається рівним 1;

N - Річний обсяг випуску, приймається рівним 100 шт .

$$T_d = \frac{2070 \cdot 60 \cdot 1}{100} = 1242 \text{ год.}$$

Наступним етапом створюємо план технологічного процесу складання, який включає графічне зображення послідовності операцій, необхідних для виробництва кінцевого продукту.

					КРБАТ 25.21118.000. ПЗ	Арк.
						43
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

План визначає порядок виконання всіх етапів виробництва, починаючи з отримання вихідних матеріалів і закінчуючи готовим виробом. Важливі компоненти цього плану включають отримання матеріалів, підготовчі операції (наприклад, розмітка, нарізка, обробка), складання виробу з деталей, остаточну обробку (включаючи шліфування, полірування, фарбування), контроль якості (перевірку відповідності вимогам) та упаковку та зберігання готового продукту.

Перелік складальних робіт вузлового та загального складання електричного баггі представлений у таблиці 13.

Таблиця 13 - Список складальних робіт вузловий і загальної складання електричного баггі

Операції, що входять до складу основних та допоміжних переходів	Час виконання операції, хв.
Встановити раму електричного баггі на складальний майданчик	1
Підготувати рульове керування в зборі для електричного баггі до установці	1,5
Взяти необхідні для кріплення рульового управління металовироби: болт М12×1,5ДСТУ 7798-70, шайбу 12ДСТУ 11371-78, гайку М12×1,5 ГОСТ 5915-70	0,5
Закріпити рульове керування у зборі для електричного баггі на рамі електричного баггі	10
Підготувати передні колеса з кулаками у зборі	1
Закріпити передні колеса з кулаками у зборі для електричного баггі на рамі електричного баггі	6
Підготувати амортизатори передньої підвіски до встановлення	1
Закріпити амортизатори передньої підвіски на посадочних місцях рамі електричного баггі	3
Підготувати електродвигун Denzel DA90-4.1 для електричного баггі до встановлення	0,5
Взяти необхідні для кріплення електродвигуна Denzel DA90-4.1 металовироби: болт М12×1,5ДСТУ 7798-70, шайбу 12ДСТУ 11371-78, гайку М12×1,5ДСТУ 5915-70	0,5
Закріпити електродвигун Denzel DA90-4.1 для електричного баггі на посадковому місці на рамі	2
Взяти зірочку приводу ланцюга	0,2
Взяти шпонку	0,1

Продовження таблиці 13

Операції, що входять до складу основних та допоміжних переходів	Час виконання операції, хв.
Очистити вал електродвигуна Denzel DA90-4.1 від бруду та жиру, щоб забезпечити гарне зчеплення із шпонкою	0,3
Помістити шпонку на вал електродвигуна Denzel DA90-4.1 так, щоб вона щільно прилягала до нього	0,2
Одягти зірочку на вал електродвигуна Denzel DA90-4.1	0,2
Підготувати акумуляторну батарею до встановлення	0,5
Оглянути акумулятор на наявність тріщин або ушкоджень	1
Закріпити акумулятор на посадковому місці на рамі за допомогою засувок	1
Підготувати контролер до встановлення	0,5
Закріпити контролер на посадковому місці на рамі за допомогою засувок	1
Підготувати вузол педалей до встановлення	1
Взяти необхідні для кріплення вузла педалей металовироби: болт М12×1,5ДСТУ 7798-70, шайбу 12ДСТУ 11371-78, гайку М12×1,5 ГОСТ 5915-70	0,5
Закріпити вузол педалей на рамі електричного баггі	3
Взяти джгут проводів, сполучні клеми для з'єднання електричних частин баггі	0,5
Оглянути джгут проводів на наявність тріщин або пошкоджень	2
Прокласти джгут проводів по рамі електричного баггі.	20
Виконати з'єднання електричних елементів баггі	30
Підготувати амортизатори задньої підвіски до установки	1
Взяти необхідні для кріплення амортизаторів задньої підвіски металовироби: болт М12×1,5ДСТУ 7798-70, шайбу 12ДСТУ 11371-78, гайку М12×1,5ДСТУ 5915-70	0,5
Закріпити амортизатори задньої підвіски на посадочних місцях рамі електричного баггі	6
Підготувати привід задніх коліс з валами, зірочкою та гальмівним механізмом до встановлення	2

Продовження таблиці 13

Операції, що входять до складу основних та допоміжних переходів	Час виконання операції, хв.
Взяти необхідні для кріплення приводу задніх коліс з валами, зірочкою та гальмівним механізмом металовиробу: болт М12×1,5ДСТУ 7798-70, шайбу 12ДСТУ 11371-78, гайку М12×1,5ДСТУ 5915-70, болт М14×60×1,5ДСТУ 7798-70	0,5
Закріпити на посадкових місцях привод задніх колеса з валами, зірочкою та гальмівним механізмом на рамі електричного баггі	5
Взяти задні колеса	1
Встановити задні колеса на посадкові маточини	3
Взяти приводний ланцюг	0,5
Оглянути приводний ланцюг на наявність тріщин або пошкоджень, рівність та цілісність зварних швів, корозію та іржу, правильність встановлення та кріплення компонентів, відповідність розмірів та геометрії заданим стандартам	1,5
Встановити приводний ланцюг на зірочку електродвигуна та шестерню приводу задніх коліс	2
Взяти автомобільне сидіння	1
Оглянути автомобільне сидіння на наявність пошкоджень та дефектів	1
Взяти необхідні для кріплення автомобільного сидіння металовироби: болт М12×1,5ДСТУ 7798-70, шайбу 12ДСТУ 11371-78, гайку М12×1,5ДСТУ 5915-70	0,5
Закріпити автомобільне сидіння на посадковому місці на рамі	3
Перевірити якість виконаних операцій, виконати регулювання та змащення при необхідності та випробування електричного баггі	120
Усунути виявлені зауваження під час випробування	80
Разом:	336,8

4.2 Розробка технологічного процесу складання

Для складання технологічного процесу необхідно: визначити порядок виконання технологічних операцій, вказати використовувані пристрої та час, необхідний для виконання кожної операції

Дані зводимо до таблиці 4.

Таблиця 14 - Технологічний процес збирання електричного баггі

Номер операції	Операція	Позиція	Детальний опис змісту операції	Устаткування, інструмент, пристосування	Час операцій, хв.
005	Складальна	1	Підняти раму електричного баггі за допомогою електричної талі TOR ланцюгова ТЕЦП ННВД02-02Т 2,0 т 6 м 380В	TOR ланцюгова ТЕЦП ННВД02-02Т 2,0 т 6 м 380В, набір необхідного інструменту для виконання складання: набір інструменту універсальний 1/4, 1/2 DR S04H524179S Jonnesway, слюсарний молоток, виправлення, викрутка	136,8
		2	Встановити раму електричного баггі на збірну майданчик		
		3	Оглянути раму електричного баггі на наявність тріщин або пошкоджень, рівність та цілісність зварних швів, корозію та іржу, правильність установки та кріплення компонентів, відповідність розмірів та геометрії рами заданим стандартам		

					КРБАТ 25.21118.000. ПЗ	Арк.
						47
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Продовження таблиці 14

Номер операції	Операція	Позиція	Детальний опис змісту операції	Обладнання, інструмент, пристосування	Час операцій, хв.
		4	Підготувати рульове керування в зборі для електричного баггі до установці		
		5	Оглянути рульове керування в зборі для електричного баггі на наявність тріщин або пошкоджень, рівність та цілісність зварних швів, корозію та іржу, правильність встановлення та кріплення компонентів, відповідність розмірів та геометрії заданим стандартам		
		6	Взяти необхідні для кріплення рульового керування металовиробом: болт М12×1,5ДСТУ 7798-70, шайбу 12ДСТУ 11371-78, гайку М12×1,5ДСТУ 5915-70		
		7	Закріпити кермо в зборі для електричного баггі на рамі електричного баггі		
		8	Підготувати передні колеса з кулаками в зборі		
		9	Оглянути передні колеса з кулаками в зборі для електричного баггі на наявність тріщин або пошкоджень, рівність та цілісність зварних швів, корозію та іржу, правильність встановлення та кріплення		

					КРБАТ 25.21118.000. ПЗ	Арк.
						48
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Продовження таблиці 14

Номер операції	Операція	Позиція	Детальний опис змісту операції	Обладнання, інструмент, пристрій	Сумарний час операцій, хв.
			компонентів, відповідність розмірів та геометрії заданим стандартам		
		10	Закріпити передні колеса з кулаками у зборі для електричного баггі на рамі електричного баггі		
		11	Підготувати амортизатори передньої підвіски до установці		
		12	Оглянути амортизатори передньої підвіски на наявність тріщин або пошкоджень, рівність та цілісність зварних швів, корозію та іржу, правильність встановлення та кріплення компонентів, відповідність розмірів та геометрії заданим стандартам		
		13	Взяти необхідні для кріплення амортизаторів передньої підвіски металовиробу: болт М12×1,5 ДСТУ 7798-70, шайбу 12 ДСТУ 11371-78, гайку М12×1,5 ДСТУ 5915-70		

		14	Закріпити амортизатори передньо і підвіски на посадочних місцях на рамі електричного баггі.	
--	--	----	---	--

Продовження таблиці 14

Номер операції	Операція	Позиція	Детальний опис змісту операції	Обладнання, інструмент, пристосування	Час операцій, хв.
		15	Підготувати електродвигун Denzel DA90-4.1 для електричного баггі до установці		
		16	Оглянути електродвигун Denzel DA90-4.1 для електричного баггі на наявність тріщин або пошкоджень, рівність та цілісність зварних швів, корозію та іржу, правильність встановлення та кріплення компонентів, відповідність розмірів та геометрії заданим стандартам		
		17	Взяти необхідні для кріплення електродвигуна Denzel DA90-4.1 металовироби: болт M12×1,5 ДСТУ 7798-70, шайбу 12 ДСТУ 11371-78, гайку M12×1,5 ДСТУ 5915-70		
		18	Закріпити електродвигун Denzel DA90-4.1 для електричного баггі на посадковому місці на рамі		
		19	Взяти зірочку приводу ланцюга		

										Арк.
										50
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	КРБАТ 25.21118.000. ПЗ					

		29	Оглянути контролер на наявність тріщин або пошкоджень	
		30	Закріпити контролер на посадковому місці на рамі за допомогою засувок	
		31	Підготувати вузол педалей до встановлення	

Продовження таблиці 14

Номер операції	Операція	Позиція	Детальний опис змісту операції	Обладнання, інструмент, пристрій	Сумарний час операцій, хв.
		32	Оглянути вузол педалей на наявність тріщин або пошкоджень, рівність та цілісність зварних швів, корозію та іржу, правильність встановлення та кріплення компонентів, відповідність розмірів та геометрії заданим стандартам		
		33	Взяти необхідні для кріплення вузла педалей металовироби: болт М12×1,5ДСТУ 7798-70, шайбу 12ДСТУ 11371-78, гайку М12×1,5ДСТУ 5915-70		
		34	Закріпити вузол педалей на рамі електричного баггі		
		35	Взяти джгут проводів, сполучні клеми для з'єднання електричних частин баггі		
		36	Оглянути джгут проводів на наявність тріщин або ушкоджень		

		37	Прокласти джгут проводів по рамі електричного баггі		
		38	Виконати з'єднання електричних елементів баггі		
		39	Підготувати амортизатори задньої підвіски до встановлення		

Продовження таблиці 14

Номер операції	Операція	Позиція	Детальний опис змісту операції	Обладнання, інструмент, пристрій	Сумарний час операцій, хв.
		40	Оглянути амортизатори задньої підвіски на наявність тріщин або пошкоджень, рівність та цілісність зварних швів, корозію та іржу, правильність встановлення та кріплення компонентів, відповідність розмірів та геометрії заданим стандартам		
		41	Взяти необхідні для кріплення амортизаторів задньої підвіски металовиробу: болт М12×1,5ДСТУ 7798-70, шайбу 12ДСТУ 11371-78, гайку М12×1,5ДСТУ 5915-70		
		42	Закріпити амортизатори задньої підвіски на посадочних місцях на електричній рамі баггі		

		43	Підготувати привід задніх коліс з валами, зірочкою та гальмівним механізмом до встановлення	
		44	Оглянути привід задніх коліс з валами, зірочкою та гальмівним механізмом на наявність тріщин або пошкоджень, рівність та цілісність зварних швів, корозію та іржу, правильність	

Продовження таблиці 14

Номер операції	Операція	Позиція	Детальний опис змісту операції	Устаткування, інструмент, пристосування	Час операцій, хв.
			установки та кріплення компонентів, відповідність розмірів та геометрії заданим стандартам		
		45	Взяти необхідні для кріплення приводу задніх коліс з валами, зірочкою та гальмівним механізмом металовиробу: болт М12×1,5ДСТУ 7798-70, шайбу 12ДСТУ 11371-78, гайку М12×1,5ДСТУ5915-70, болт М14×60×1,5ДСТУ 7798-70		
		46	Закріпити на посадкових місцях привод задніх колеса з валами, зірочкою та гальмівним механізмом на рамі електричного баггі		
		47	Взяти задні колеса		
		48	Встановити задні колеса на посадочні ступиці		
		49	Взяти приводний ланцюг		

					КРБАТ 25.21118.000. ПЗ	Арк.
						54
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

		50	Оглянути приводний ланцюг на наявність тріщин або пошкоджень, рівність та цілісність зварних швів, корозію, іржу, правильність встановлення та кріплення компонентів, відповідність розмірів та геометрії заданим стандартам	
		51	Встановити приводний ланцюг на зірочку електродвигуна та шестерню приводу задніх коліс	
		52	Взяти автомобільне сидіння	

Продовження таблиці 14

Номер операції	Операція	Позиція	Детальний опис змісту операції	Обладнання, інструмент, пристосування	Час операцій, хв.
		53	Оглянути автомобільне сидіння на наявність пошкоджень та дефектів		
		54	Взяти необхідні для кріплення автомобільного сидіння металовироби: болт М12×1,5ДСТУ 7798-70, шайбу 12ДСТУ 11371-78, гайку М12×1,5ДСТУ 5915-70		
		55	Закріпити автомобільне сидіння на посадковому місці на рамі		
010	Регульовальна	1	Перевірити якість виконаних операцій, виконати регулювання та мастило за необхідності та випробування електричного баггі	Мультиметр, набір інструментів	200

		2	Усунути виявлені зауваження під час випробування	
--	--	---	--	--

Для складання електричного баггі був обраний наступний технологічний процес: підготовка комплектуючих та інструментів: перевірка наявності всіх необхідних деталей та інструментів для складання, складання шасі (рами, установка підвіски, коліс та інших основних елементів), установка електроніки (електродвигуна, контролера, батареї, складання кузова та інших установок).

					КРБАТ 25.21118.000. ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		56

5 Виробнича та екологічна безпека розробки

Виробнича та екологічна безпека відіграють ключову роль при розробці та реалізації будь-якого дипломного проекту.

Нижче наведено основні заходи, які можуть бути застосовані для забезпечення безпеки виробництва та навколишнього середовища в рамках дипломного проекту:

- використання безпечного обладнання та технологій: необхідно переконатися, що всі матеріали, обладнання та технології, що використовуються в проекті, відповідають безпечним стандартам та вимогам;
- навчання персоналу: всі учасники проекту мають бути навчені правилам безпечної праці та екологічної відповідальності;
- дотримання законів та нормативів: необхідно стежити за тим, щоб усі дії в рамках проекту відповідали законодавству у галузі охорони праці та охорони навколишнього середовища;
- вибір екологічно безпечних матеріалів: при проектуванні та виготовленні продукції необхідно віддавати перевагу матеріалам, які менше шкодять довкіллю;
- відповідальна утилізація відходів: необхідно правильно керувати відходами, щоб мінімізувати їх вплив на довкілля.

В даний час проявляється все більший інтерес до людських ресурсів, і умови роботи на виробництві стали сприятливішими та забезпечують високі стандарти з охорони праці. У перспективі добробут працівників стає джерелом стабільності, процвітання та підвищення продуктивності.

Згідно зі статистикою, витрати на професійні ризики та нещасні випадки на робочому місці у різних країнах коливаються від 2,6% до 3,8% від валового національного продукту.

Витрати на професійні ризики та нещасні випадки на робочому місці

					КРБАТ 25.21118.000. ПЗ	Арк.
						57
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

можуть включати такі витрати:

- медичні витрати на лікування працівників, які постраждали внаслідок нещасного випадку на робочому місці;
- компенсації та виплати постраждалим працівникам, включаючи відшкодування втрати заробітку та компенсацію за тимчасову непрацездатність;
- витрати на профілактику та навчання працівників щодо запобігання нещасним випадкам та професійним ризикам.
- юридичні витрати на розслідування та врегулювання випадків нещасних випадків на робочому місці;
- Витрати страхування відповідальності роботодавця за нещасні випадки робочому місці.

Ефективне управління професійними ризиками та безпекою на робочому місці може допомогти знизити витрати на нещасні випадки та підвищити продуктивність та рівень задоволеності працівників.

5.1 Опис технологічного процесу складання

Для того, щоб вивчити технологічний процес складання електричного баггі, включаючи його конструктивні особливості та організаційно-технічні аспекти, потрібно підготувати технологічний паспорт (таблиця 15).

Технологічний паспорт обов'язковий багатьом видів продукції, особливо технічно складних чи які підлягають обов'язковому сертифікаційному контролю. Він допомагає спростити процес технічного управління та забезпечити безпечне використання та обслуговування продукції.

Таблиця 15 – Технологічний паспорт технологічного процесу збирання

					КРБАТ 25.21118.000. ПЗ	Арк.
						58
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Технологічний процес	Технологічна операція, вид виконуваних робіт	Посада співробітника	Обладнання, технічний пристрій, пристосування	Матеріали, речовини
Складання електричного баггі	1 Встановлення рами на складальному майданчику. 2 Встановлення кермового керування. 3 Встановлення передньої підвіски з колесами. 4 Встановлення електричних компонентів. 5 Встановлення задньої підвіски. 6 Встановлення приводу. 7 Встановлення задніх коліс. 8 Регулювання та випробування електричного баггі	Слюсар із ремонту автомобілів четвертого розряду, слюсар із ремонту автомобілів п'ятого розряду	TOR ланцюгова ТЕЦП ННВД02-02Т 2,0 т 6 м 380В, набір необхідного інструменту для виконання складання: набір інструменту універсальний 1/4, 1/2DR S04H524179S Jonnesway, слюсарний молоток, виправлення, викрутка	Солідолс, графітне мастило, рукавички

5.2 Ідентифікація професійних ризиків

Важливо ідентифікувати професійні ризики для забезпечення безпеки та здоров'я працівників та забезпечення нормального функціонування організації.

Для цього необхідно провести наступні кроки:

- ідентифікація небезпек: визначення всіх потенційних та реальних небезпек, які можуть бути причиною професійних ризиків. Це може включати фізичні, хімічні, біологічні, психологічні та ергономічні небезпеки;
- оцінка ризику: визначення ймовірності виникнення негативних подій, пов'язаних з небезпеками, та їх потенційних наслідків на

					КРБАТ 25.21118.000. ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		59

здоров'я та безпеку працівників;

- управління ризиками: розробка та впровадження заходів щодо зменшення та контролю ризиків, включаючи навчання співробітників, використання персональних захисних засобів, технічні покращення, проведення аудитів тощо;
- моніторинг та аналіз: регулярне проведення аналізу професійних ризиків, оцінка ефективності вжитих заходів з управління ризиками та коригування стратегії за необхідності.

Ідентифікація професійних ризиків дозволить організації ефективно керувати ними, мінімізувати потенційні загрози для здоров'я та безпеки працівників та забезпечити безперебійне функціонування

Таблиця 16 містить результати ідентифікації професійних ризиків збирання електричного баггі.

Таблиця 16 – Результати ідентифікації професійних ризиків

Операція	ОіВПФ	Джерело виникнення ОіВПФ
1 Встановлення рами на складальній майданчику. 2 Встановлення кермового керування. 3 Встановлення передньої підвіски з колесами.	гострі кромки, задирки та шорсткість на поверхнях деталей автомобіля	Елементи конструкції робітника обладнання
4 Встановлення електричних компонентів. 5 Встановлення задньої підвіски.	Запиленість та загазованість повітря	Пил, що піднімається від інструменту, ніг,

Продовження таблиці 16

Операція	ОіВПФ	Джерело виникнення ОіВПФ
6 Встановлення приводу. 7 Встановлення задніх коліс. 8 Регулювання та випробування електричного баггі	Машини та механізми, що рухаються, рухомі частини обладнання	Електроінструмент
	Можливість ураження електричним струмом	Електроінструмент
	Відсутність чи нестача природного світла	Недостатня кількість вікон, світлових колодязів у приміщенні, де виробляється технологічний процес
	Динамічні навантаження. Статичні, пов'язані з робочою позою	Одноманітно повторювані технологічні операції. Операції потребують підвищеної уваги та точності
	Напруга зорових аналізаторів	
Монотонність праці, зухвала монотонію		

5.3 Методи та засоби зниження професійних ризиків

Фактори, протидіючі виробничому ризику і підвищують безпеку праці:

- досконала організація охорони праці;
- високий професійний рівень персоналу підприємства, відповідність професійних якостей виконуваним трудовим обов'язкам;
- висока дисциплінованість, відповідальність, відповідність особистісних, психофізіологічних, ідеологічних якостей характеру виконуваних робіт;
- відповідність умов праці нормативним вимогам;

					КРБАТ 25.21118.000. ПЗ	Арк.
						61
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

- відповідність технічних засобів (машини, механізми, обладнання, оснащення, інструмент та інше), інженерних споруд та ЗІЗ вимог безпеки.

Для глибшого розуміння робочих процесів та прийняття обґрунтованих рішень необхідно проводити навчання персоналу. Правильне планування робочих завдань сприяє зниженню ризиків та зменшує ймовірність виникнення проблем у робочій сфері.

Використання захисного екіпірування та обладнання, особливо у певних професіях, є обов'язковим для зниження ризиків. Наприклад, використання шоломів та захисних окулярів на будівельних майданчиках.

Регулярні перевірки обладнання та проведення технічного обслуговування допомагають виявити та усунути потенційні проблеми до їх виникнення.

Для вирішення виявлених проблем слід використовувати методи та засоби, що відповідають нормативним вимогам, а також вживати заходів, спрямованих на зниження професійних ризиків, як зазначено у відповідній таблиці 17.

Таблиця 17 – Заходи щодо зниження професійних ризиків

Професійний ризик	Заходи для зменшення професійних ризиків	Засоби індивідуального захисту
Рухаючі машини та механізми, рухомі частини обладнання	Організаційно-технічні заходи: – інструктажі з охорони праці; – утримання технічних пристроїв у належному стані	Спецодяг, відповідний виконуваній роботі (спецвзуття, спецодяг, засоби захисту органів дихання, зору, слуху)
Гострі кромки, задирки та шорсткість на поверхнях робітника обладнання	Виконання на регулярній основі планово-попереджувального обслуговування. Експлуатація технологічного обладнання у суворій відповідності до інструкції.	Спецодяг, відповідний виконуваній роботі (спецвзуття, спецодяг, засоби захисту органів дихання, зору, слуху)

Продовження таблиці 17

Професійний ризик	Заходи для зменшення професійних ризиків	Засоби індивідуального захисту
	<p>Санітарно-гігієнічні заходи:</p> <ul style="list-style-type: none"> – забезпечення працівника ЗІЗ, змиваючими та знезаражуючими засобами; запобіжні пристрої для запобігання перевантаженню обладнання; – знаки безпеки, кольори, розмітка згідно зДСТУ 12.4.026-2015 	
Підвищений рівень шуму	<ul style="list-style-type: none"> – проведення аудіометричного дослідження працівників, які працюють в умовах підвищеного шуму, для раннього виявлення проблем зі слухом; – навчання співробітників правильним методам захисту від шуму, включаючи використання навушників або берушів. – регулярна перевірка та обслуговування обладнання, щоб запобігти його надмірному шуму; – організація періодичних перерв для відпочинку від галасливого оточення та можливість працювати в тиші; – проведення навчальних програм з управління стресом та релаксації для співробітників, які працюють в умовах підвищеного шуму; – впровадження технологій зниження шуму на виробництві, таких як звукопоглинаючі матеріали чи звукопоглинаючі екрани. 	Захисні протишумні навушники, беруші протишумні
Можливість ураження електричним струмом	<ul style="list-style-type: none"> - навчання співробітників правилам безпеки при роботі з електрикою. Включає в себе навчання про тому, як правильно поводитися 	Індивідуальні захисні та екрануючі комплекти для захисту від електричних полів

Продовження таблиці 17

Професійний ризик	Заходи для зменшення професійних ризиків	Засоби індивідуального захисту
	з електричними приладами, як уникати контакту з оголеними проводами та як правильно використовувати засоби захисту;	

					КРБАТ 25.21118.000. ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		64

- проведення регулярних інструктажів та тренувань щодо безпечної роботи з електрикою. Це допоможе співробітникам освіжити знання та навички, а також дозволить їм дізнатися про останні зміни у правилах безпеки;
- встановлення спеціального обладнання та засобів захисту на робочих місцях. Це можуть бути ізоляційні матеріали, запобіжники, заземлювальні пристрої та інші засоби, які допоможуть запобігти ураженню електричним струмом;
- проведення регулярної перевірки електрообладнання та проводів щодо пошкоджень та зносу. Це дозволить виявити потенційно небезпечні ситуації та запобігти аваріям;
- організація системи контролю над дотриманням правил безпеки під час роботи з електрикою. Це може включати проведення аудитів, перевірок та інспекцій, а також покарання за порушення правил;
- проведення регулярних медичних оглядів працівників, які працюють із електрикою. Це дозволить виявити можливі захворювання чи стани, які можуть збільшити ризик ураження електричним струмом;

Продовження таблиці 17

Професійний ризик	Заходи для зменшення професійних ризиків	Засоби індивідуального захисту
-------------------	--	--------------------------------

	<ul style="list-style-type: none"> – створення системи екстреної допомоги та навчання співробітників надання першої допомоги при ураженні електричним струмом. Це допоможе швидко та ефективно реагувати на аварійні ситуації та мінімізувати можливі наслідки. 	
Відсутність чи нестача природного світла	<ul style="list-style-type: none"> – організація робочих місць в такий спосіб, щоб максимально використовувати природне висвітлення. Розміщення робочих столів та робочих зон біля вікон або поблизу них; – встановлення спеціальних світлопрозорих перегородок або стін, які дозволяють природного світла проникати всередину приміщення. 	-
Напруга зорових аналізаторів. Статичні навантаження, пов'язані з робочою позою	<p>Оздоровчо-профілактичні заходи:</p> <ul style="list-style-type: none"> – медичні огляди (попередній (при вступі на роботу) та періодичні (протягом трудової діяльності) та інших медичних оглядів); – правильне обладнання робочих місць, забезпечення технологічної та організаційної оснащеності засобами комплексної та малої механізації; – обладнання та предмети, що використовуються в роботі, повинні бути зручно і раціонально розташовані на столі 	-
Монотонність праці	<ul style="list-style-type: none"> – навчання та розвиток співробітників: організація тренінгів, семінарів, курсів підвищення кваліфікації допоможуть працівникам розвивати свої навички та вміння, що зроби 	-

Продовження таблиці 17

					КРБАТ 25.21118.000. ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		66

Професійний ризик	Заходи для зменшення професійних ризиків	Засоби індивідуального захисту
	<p>їхню роботу більш цікавою та різноманітною;</p> <ul style="list-style-type: none"> – ротація робочих місць: періодична зміна робочих обов'язків та робочих місць допоможе працівникам уникнути монотонності та рутини, а також набути нового досвіду та знання. – впровадження нових технологій та методів роботи: використання сучасних технологій та інструментів допоможе співробітникам виконувати свою роботу більш ефективно та цікаво; – організація командних проєктів та завдань: робота в команді над загальним проєктом чи завданням сприяє різноманітності та дає можливість спілкування та взаємодії з колегами; – проведення корпоративних заходів та заходів щодо team building: організація різних заходів, таких як виїзні тренінги, корпоративні вечірки, спортивні змагання тощо, допоможе працівникам розслабитися, відпочити та налагодити стосунки з колегами; – підтримка та стимулювання саморозвитку: компанія може надавати співробітникам доступ до літератури, курсів та тренінгів з саморозвитку та особистісного зростання, що допоможе їм розширити свої горизонти та уникнути монотонності в роботі. 	

5.4 Забезпечення пожежної безпеки технічного об'єкту

План пожежної безпеки – документ, в якому викладаються всі аспекти процедур запобігання пожежі, процедури евакуації та політики реагування на пожежу. Він включає плани дій у надзвичайних

					КРБАТ 25.21118.000. ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		67

ситуаціях та процедури реагування на надзвичайні ситуації, яких необхідно дотримуватись у разі пожежі.

План пожежної безпеки містить рекомендації, які дозволяють всім на робочому місці знати, що робити, щоб звести до мінімуму збитки, заподіяні пожежею. Це важливий документ, необхідний для будь-якої будівлі, що містить важливу інформацію про те, як боротися із пожежею.

Проводимо аналіз потенційних джерел пожеж та визначаємо небезпечні фактори, здатні їх викликати (таблиця 18).

Таблиця 18 – Ідентифікація класів та небезпечних факторів пожежі

Ділянка	Устаткування	Клас пожежі	Небезпечні фактори пожежі	Супутні прояви факторів пожежі
Ділянка складання	Технологічне обладнання, застосовується на ділянці збирання	У	Полум'я та іскри, підвищена температура навколишнього середовища, підвищена концентрація токсичних продуктів горіння та термічного розкладання	Осколки, що утворюються в процесі пожежі, частини зруйнованих будівельних будівель, інженерних споруд, обладнання, технологічних установок

Розробка планів дій щодо дотримання вимог пожежної безпеки є необхідною процедурою, щоб забезпечити безпеку людей та майна у разі виникнення пожежі

У таких планах мають бути визначені конкретні кроки та процедури, які необхідно виконати у разі пожежі, а також відповідальні особи та їхні обов'язки.

Плани дій повинні включати такі заходи, як евакуація людей, використання пожежогасіння, виклик пожежної служби, навчання персоналу та проведення навчальних тренувань. Крім того, важливо регулярно перевіряти та оновлювати плани дій, щоб вони були актуальними

та ефективними.

Дотримання вимог пожежної безпеки та розробка відповідних планів дій допоможуть запобігти виникненню пожеж, а у разі їх виникнення мінімізувати збитки та забезпечити безпеку всіх присутніх.

Розробляємо плани дотримання вимог пожежної безпеки при складанні електричного баггі Заносимо заходи до таблиці 19.

Таблиця 19 – Перелік заходів щодо пожежної безпеки під час збирання електричного баггі

Заходи щодо запобігання пожежної небезпеки	Висувні вимоги до забезпечення пожежної безпеки
Наявність сертифіката відповідності продукції вимогам пожежної безпеки	Все обладнання, що купується, повинно в обов'язковому порядку мати сертифікат якості та відповідності
Навчання правилам та заходам пожежної безпеки	Проведення навчання, а також різних видів інструктажів з тематики пожежної безпеки під розпис
Проведення технічного обслуговування, планово-попереджувальних ремонтів, модернізації та реконструкції обладнання	Виконання профілактики обладнання відповідно до затвердженого графіка робіт. Призначення наказом керівника особи, відповідальної за виконання даних робіт
Наявність знаків пожежної безпеки та знаків безпеки з охорони праці заДСТУ	Знаки пожежної безпеки та знаки безпеки з охорони праці
Раціональне розташування виробничого обладнання без створення перешкод для евакуації та використання засобів пожежогасіння	Евакуаційні шляхи в межах приміщення мають забезпечувати безпечну, своєчасну та безперешкодну евакуацію людей
Забезпечення справності, проведення своєчасного обслуговування та ремонту джерел зовнішнього та внутрішнього протипожежного водопостачання	Не допускається використання несправних засобів пожежогасіння і засобів зі строком, що минув. дії
Розробка плану евакуації під час пожежі відповідно до вимог	Наявність чинного плану евакуації при пожежі, своєчасне розміщення планів евакуації у доступних для огляди місцях
Розміщення інформаційного стенду по пожежній безпеці	Наявність засобів наочної агітації з забезпечення пожежної безпеки

Всі роботодавці також мають:

					КРБАТ 25.21118.000. ПЗ	Арк.
						69
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

- контролювати накопичення легкозаймистих та горючих відходів, щоб вони не сприяли виникненню пожежної ситуації, та включати санітарні процедури до плану протипожежного захисту інформувати співробітників про небезпеку матеріалів та процесів, на які вони наражаються;
- переглянути з кожним новим співробітником ті частини плану протипожежного захисту, які працівник повинен знати, щоб захиститись у разі виникнення надзвичайної ситуації;
- регулярно та належним чином обслуговувати обладнання або системи, встановлені на тепловиділяльному обладнанні, щоб запобігти випадковому займанню горючих матеріалів.

5.5 Забезпечення екологічної безпеки технологічного процесу, що розглядається.

Екологічна безпека, що часто використовується як синонім захисту навколишнього середовища, відноситься до практики захисту світу природи та її ресурсів від шкоди, деградації чи забруднення. Вона охоплює різні аспекти людської діяльності, що впливають на довкілля, та спрямована на пом'якшення цих наслідків для благополуччя нинішнього та майбутніх поколінь.

Необхідність екологічної безпеки неможливо переоцінити, оскільки вона має вирішальне значення для збереження екосистем, здоров'я живих організмів та стійкості планети. Більше того, вона відіграє ключову роль у забезпеченні доступності природних ресурсів у довгостроковій перспективі.

Використання стійких практик передбачає скорочення відходів, збереження ресурсів та мінімізацію вуглецевого сліду. Підприємства та приватні особи можуть застосовувати стійкі методи, щоб зменшити свій вплив на довкілля.

					КРБАТ 25.21118.000. ПЗ	Арк.
						70
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Підтримка чистоти повітря має важливе значення для екологічної безпеки. Зусилля щодо контролю забруднення повітря включають стандарти викидів, просування чистих джерел енергії та скорочення промислових викидів.

Вода – обмежений ресурс і її збереження має вирішальне значення для екологічної безпеки. Впровадження методів водозбереження будинку, сільському господарстві та промисловості може допомогти зберегти цей дорогоцінний ресурс.

Скорочення відходів та переробка матеріалів є ефективними способами підвищення екологічної безпеки. Ці методи зменшують навантаження на звалища та зменшують потребу у сировині.

Біорізноманіття має важливе значення для збалансованої екосистеми. Зусилля зі збереження включають захист зникаючих видів, збереження природного довкілля та сприяння сталому землекористуванню.

Підвищення енергоефективності має життєво важливе значення для скорочення викидів парникових газів. Перехід на відновлювані джерела енергії та впровадження енергоефективних технологій – кроки до екологічної безпеки.

Транспорт робить значний внесок у забруднення навколишнього середовища. Варіанти екологічно чистого транспорту, такі як електромобілі та громадський транспорт, можуть знизити вплив транспорту на довкілля.

Багато підприємств зараз переходять на корпоративну соціальну відповідальність, усвідомлюючи свою відповідальність перед довкіллям, тим самим скорочуючи викиди та просуваючи стійкі методи роботи.

Приватні особи можуть зробити свій внесок у екологічну безпеку. Прості дії, такі як скорочення споживання води та енергії, підтримка екологічно чистих продуктів та участь у громадських заходах з прибирання – все це сприяє чистішій планеті.

Майбутнє екологічної безпеки – за інноваціями та колективними

					КРБАТ 25.21118.000. ПЗ	Арк.
						71
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

зусиллями. Досягнення в галузі технологій та зростаюче усвідомлення екологічних проблем обіцяють зробити світ зеленішим та безпечнішим.

Виконуємо ідентифікацію негативних (шкідливих, небезпечних) екологічних факторів та зведемо їх до таблиці 20.

Таблиця 20 - Ідентифікація негативних (шкідливих, небезпечних) екологічних факторів

Технологічний процес	Антропогенний вплив на довкілля:		
	атмосферу	гідросферу	літосферу
Збіркаелектричного баггі	Дрібнодисперснап ил у повітряному середовищі, випаровування мастильно-охолоджуючої рідини з поверхні нових деталей.	Олія	Спецодягприйшла в непридатність, тверді побутові / комунальні відходи комунальне сміття), металевий брухт, стружка

Висновки у розділі.

У розділі роботи розглянуті всі етапи складання, матеріали та обладнання, а також заходи щодо забезпечення безпеки праці та охорони навколишнього середовища.

Також у розділі представлені всі необхідні вимоги до персоналу, що працює на виробництві, та інструкції з безпечного виконання всіх операцій.

Висновок

У ході виконання роботи було розроблено електричний баггі, призначений для руху бездоріжжям, було вивчено основні принципи роботи електричних транспортних засобів, а також проведено аналіз існуючих моделей баггі.

У ході виконання кваліфікаційної роботи:

1. Виконано тягово-динамічний розрахунок автомобіля баггі;
2. Складено технічні завдання та пропозицію на розробку конструкції, виконано конструкторські розрахунки;
3. Здійснено підбір електричних компонентів баггі, такі як двигун, контролер, система керування, акумуляторні батареї та інші необхідні елементи для повноцінного функціонування транспортного засобу.
4. Обрано організаційну форму, визначено трудомісткість, складено технологічний процес складання;
5. Розглянуто питання щодо забезпечення безпеки, екологічності проекту;

					КРБАТ 25.21118.000. ПЗ	Арк.
						73
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Список використаної літератури та джерел

- 1 Garrett TK Motor Vehicle / TK Garrett, K. Newton, W. Steeds. 13th ed. - Oxford: Butterworth-Heinemann, 2014. - 1214 p.
- 2 Jazar NR Vehicle Dynamics: Theory and Application. - New York: Springer, 2008. - 1015 p.
- 3 Mikell, P. Fundamentals of Modern Manufacturing: Materials, Processes, and Systems / P. Mikell. – John Wiley & Sons, 2010. – p. 1024.
- 4 Rabiner R. Theory i Application of Digital Signal Processing / R. Rabiner, B. Gold. -New York, Prentice-Hall, Inc. Englewood Cliffs, 1975.
- 5 Wong, JY Theory of ground vehicles .-2nd ed., New York, 2013. - 435p.
- 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., Ребедаило В. М. Рухомий склад автомобільного транспорту: робочі процеси та елементи розрахунку: навчальний посібник. – Вінниця: ВНТУ, 2009.

					КРБАТ 25.21118.000. ПЗ	Арк.
						74
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		