

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»

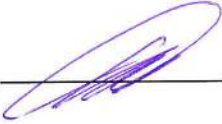
Освітньо-професійна програма: «Автомобільний транспорт»

на тему: «Розробка конструкції і вибір елементів пристрою для
випробувань рульового механізму автомобіля»

Шифр: КРБАТ 25.22117.000. ПЗ

Виконав: студент 3 курсу, група АТс -22-1  Н.О.Бурлик

Керівник

 д.т.н., проф. О.В. Диха

До захисту допускаю:

Зав. кафедри ТАМ  Диха О.В.

2 06 2025 р.

Хмельницький, 2025 р.

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

Освітньо-кваліфікаційний рівень: бакалавр

Галузь знань: 27 «Транспорт»

Спеціальність: 274 «Автомобільний транспорт»

Спеціалізація: «Автомобільний транспорт»

ЗАТВЕРДЖУЮ

Зав.кафедрою ТАМ

Диха О.В.

" 10 "квітня 2025 р.

ЗАВДАННЯ
НА ДИПЛОМНУ РОБОТУ БАКАЛАВРА

Бурлику Назарію Олександровичу

1. Тема проекту:

«Розробка конструкції і вибір елементів пристрою для випробувань рульового механізму автомобіля»

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 рульового управління автомобіля.*
- 2) *Річна програма ремонту деталей.*
- 3) *Результати літературного огляду і патентного пошуку.*

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

1. *Аналіз загальної будови рульового керування автомобіля*
2. *Розробка стенду для циклічних випробувань кермових механізмів автомобілів*
3. *Рекомендації з експлуатації стенду для випробування елементів кермового керування автомобілів*
4. *Техніка безпеки та екологічність стенду для проведення випробування над елементами кермового управління*

5. Консультанти розділів роботи

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

6. Дата видачі завдання: 10 квітня 2025р.

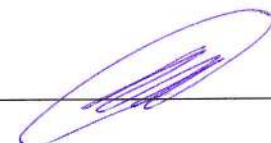
КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

№ з/п	Назва етапів дипломного проекту (роботи)	Строк виконання етапів проекту (роботи)	Примітка
1	Аналіз загальної будови рульового керування автомобіля	1.05.2025	
2	Розробка стенду для циклічних випробувань кермових механізмів автомобілів	15.05.2025	
3	Рекомендації з експлуатації стенду для випробування елементів кермового керування автомобілів	25.05.2025	
4	Техніка безпеки та екологічність стенду для проведення випробування над елементами кермового управління	5.06.2025	
5	Оформлення пояснювальної записки і презентації	10.06.2025	

Студент

 Бурлик Н.О.

Керівник роботи

 Диха О.В.

РЕФЕРАТ

Обсяг пояснювальної записки – 75 сторінок, кількість рисунків – 33, таблиць – 8, додатків – 1, кількість джерел згідно із переліком посилань – 11.

Студент гр. АТс-22-2 Бурлик Н.О.

Тема «Розробка конструкції і вибір елементів пристрою для випробувань рульового механізму автомобіля»

Мета роботи полягає у проектуванні стенду для циклічних випробувань кермового механізму.





Завдання роботи

1. Аналіз існуючих стендів, виявлено їх позитивні та негативні сторони.
2. Розробка технічного завдання та технічну пропозицію на проєктований стенд.
3. Розробка керівництва та особливості експлуатації стенда рульового управління.
4. Визначення шкідливих та небезпечних чинників, що впливають на здоров'я працівників, які експлуатують стенд.

Перелік ключових слів: автомобіль, рульове управління, випробувальний стенд, циклічні випробування

Зміст

Вступ.....	6
1. Аналіз загальної будови рульового керування автомобіля...7	7
1.1. Аналіз загальної будови кермового керування автомобіля...7	7
1.2. Аналіз стендів для випробування кермового керування автомобіля.....	18
1.3. Аналіз стендів для випробування гідравлічних підсилювачів.....	20
1.4. Аналіз стенду фірми ВІА для випробування кермових механізмів.....	25
2. Розробка стенду для циклічних випробувань кермових механізмів автомобілів рейкового типу на відповідність вимогам надійності та довговічності.....	28
2.1. Технічне завдання.....	28
2.2. Технічна пропозиція.....	32
3. Рекомендації з експлуатації стенду для випробування елементів кермового керування автомобілів.....	51
3.1. Стенд та його призначення.....	51
3.2. Загальна характеристика стенду.....	51
3.3. Комплектація стенду.....	52

КРБАТ 25.22117.000. ПЗ				
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата
Розроб.		Бурлик		
Перевір.		Диха		
Н.контр.		Бабак		
Затвер		Диха		
Розробка конструкції і вибір елементів пристрою для випробувань рульового механізму автомобіля				
		Літ.	Аркуш	Аркушів
		4	70	
ХНУ, гр. АТс-22-2				

3.4. Влаштування стенду.....	52
3.5. Вимоги до розташування та монтажу стенду.....	55
3.6. Попередні дії перед роботою стенду.....	55
3.7. Послідовність дій при підготовці стенду до випробувань кермового механізму.....	55

4. Техніка безпеки та екологічність стенду для проведення випробування над елементами кермового управління.....

4.1. Загальний опис та порядок дій при випробуванні стенду.....	57
4.2. Ідентифікація небезпечних та шкідливих виробничих факторів.....	57
4.3. Умови та норми шуму на виробництві.....	58
4.4. Організація зі створення умов праці.....	59

Висновки 61

Література 62

Додатки..... 63

ВСТУП

Актуальність теми кваліфікаційної роботи обумовлена тим, що на даний час особлива увага приділяється безпеці транспортних засобів, на яку впливає система кермового керування автомобілів.

Відповідно до технічних умов виготовлення рульових механізмів, вони повинні піддаватися випробуванням на циклічну довговічність, з подальшою перевіркою параметрів, що характеризують їх технічний стан. У зв'язку з цим виробники технологічного обладнання пропонують лінійку стендів для випробувань і контролю рульових механізмів, що випускаються, під їх різні типи і завдання, що вирішуються в процесі випробувань. При цьому слід зазначити, що не всі стенди забезпечують вимірювання повного переліку необхідних параметрів, а співвідношення ціна-якість, як правило, не прийнятно для вітчизняних виробників агрегатів і деталей автомобілів. Попри це керівники цих компаній розуміють, що виробництво якісної продукції зменшить витрати на ремонт автомобіля та збереже репутацію підприємству, а безпека на дорогах зросте.

Мета роботи полягає у проектуванні стенду для циклічних випробувань кермового механізму.

Завдання роботи

1. Аналіз існуючих стендів, виявлено їх позитивні та негативні сторони.
2. Розробка технічного завдання та технічну пропозицію на проєктований стенд.
3. Розробка керівництва та особливості експлуатації стенда рульового управління.
4. Визначення шкідливих та небезпечних чинників, що впливають на здоров'я працівників, які експлуатують стенд.

					КРБАТ 25.22117.000. ПЗ	Арк.
						6
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

1. Аналіз загальної будови рульового керування автомобіля

1.1 Аналіз загальної будови кермового керування автомобіля

Система рульового керування автомобіля може виглядати просто. Проте система являє собою набір компонентів з різним дизайном, матеріалом і функціями, які об'єднуються, щоб перетворити введення водія в контроль автомобіля.

Цей посібник є технічним оглядом автомобільної системи рульового керування. Він зосереджений на системі, різних типах, функціях, компонентах і відповідних виробничих процесах.



Система рульового керування автомобіля поєднує в собі кілька компонентів, які працюють разом, щоб отримувати дані від водія, який хоче контролювати рух автомобіля. Система робить це, перетворюючи обертальний імпульс від рульового колеса в бічний рух коліс.

Основна функція автомобільної системи рульового керування походить від її назви: зміна напрямку руху автомобіля. Крім зміни напрямку, система рульового керування сприяє стабільності під час поворотів, гарантуючи, що колеса рухаються правильно. Крім того, система рульового управління дає водієві тактильний відгук про дорожні умови. Як результат, це забезпечує кращі враження від водіння.

Компоненти системи рульового керування автомобіля

					КРБАТ 25.22117.000. ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		7

Система рульового керування автомобіля складається з кількох компонентів, які працюють разом. Однак існує багато деталей автомобільного керма залежно від типу системи рульового керування.

- **Кермо:** Кермо є інтерфейсом для введення даних водієм і зазвичай підключається до рульової колонки.

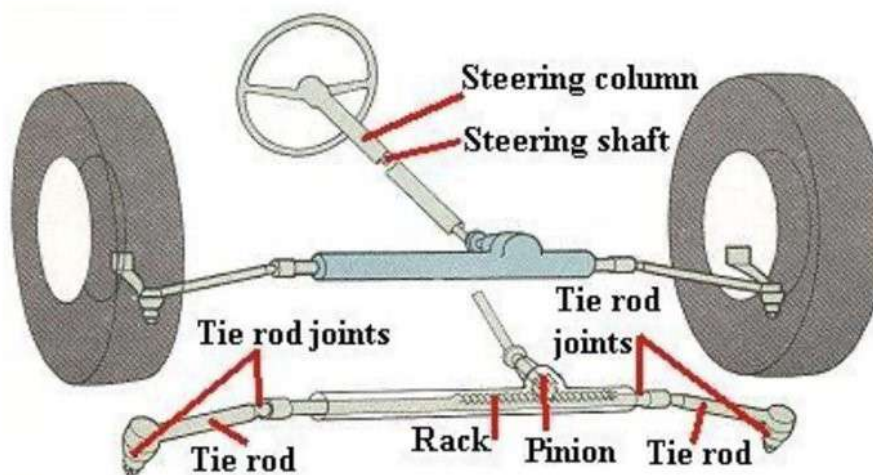
- **Рульова колонка і вал:** він з'єднує рульове колесо з механізмом перемикачів передач і часто має з'єднання, які усувають невідповідність між кермом і колесом.

- **Рульовий механізм:** Механізм передачі перетворює обертовий рух керма в бічний рух, необхідний для повороту автомобільних кермових коліс.

- **Тяги:** вони з'єднують рульовий механізм із поворотними кулаками, функціонують для підтримки вирівнювання коліс і поглинання ударів під час руху.

- **Поворотні кулаки:** Приєднайте колеса до системи підвіски та повертайте їх, коли застосовано кермо, дозволяючи колесам змінювати напрямок.

Перераховані вище компоненти є в усіх системах рульового керування. Проте в деяких типах, таких як система НПС, ми маємо насос гідروпідсилювача керма, який забезпечує гідравлічний тиск для допомоги в кермуванні, і електродвигун у системі ЕПС, який забезпечує підтримку крутного моменту.



					КРБАТ 25.22117.000. ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		8

На фундаментальному рівні система керування автомобілем перетворює обертальний рух (обертання керма) у кутове зміщення коліс. Це досягається за допомогою кількох механізмів залежно від типу системи рульового керування.

На прикладі рейкової системи, яка популярна через її простоту, ефективність і меншу кількість компонентів, у цьому розділі пояснюється механізм рульового керування автомобіля. Рульове колесо автомобіля, яким керує водій, з'єднується з валом і шестернею (шестернею).

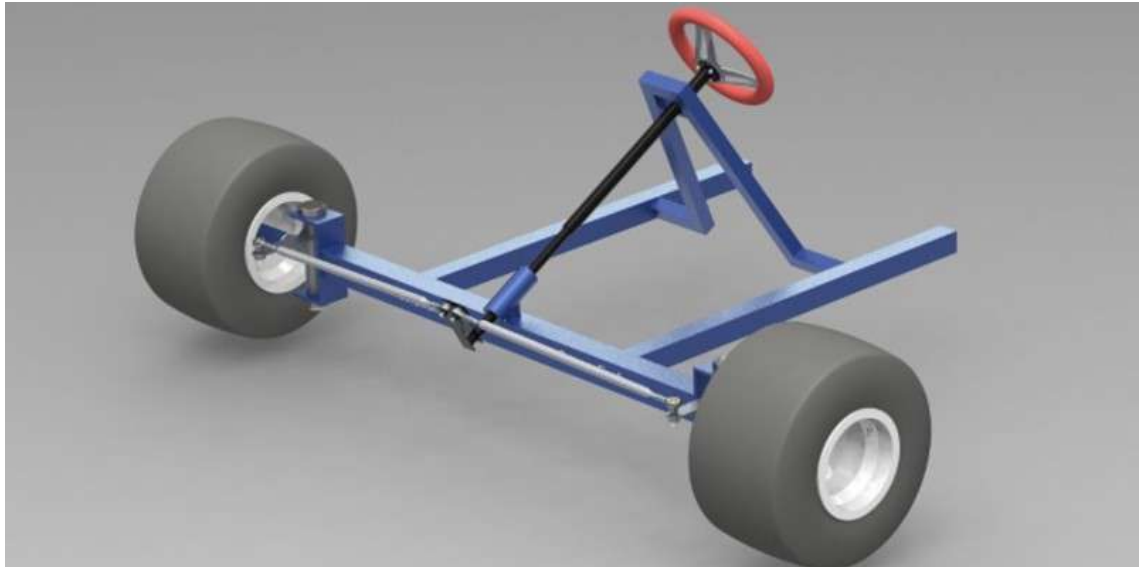
Використовуючи зуби, шестерня безпосередньо контактує з металевим стержнем, який називається зубчастою рейкою (лінійна передача). Коли водій повертає кермо, шестерня обертається, зачіпає зубчасту рейку та переміщує її ліворуч або праворуч відповідно до вказівок водія.

Стійка з'єднується з колесами за допомогою стяжок і регулює кут нахилу коліс відносно кузова автомобіля. Коли стійка рухається вліво або вправо, вона штовхає або тягне тягу, що призводить до того, що колесо повертається в потрібному напрямку.

Системи, складніші за рейковий механізм, такі як гідропідсилювач керма або електричний підсилювач керма (EPS), мають додаткові компоненти для забезпечення більш плавної роботи. Вони включають гідравлічні насоси, електродвигуни та датчики.

Використовуючи наведену нижче аналогію, давайте перевіримо наведений нижче сценарій. Уявімо, що водій повертає праворуч. Він обертає кермо за годинниковою стрілкою. Шестерня буде обертатися відповідно, штовхаючи рейкову шестерню вправо. Тяга передасть рух поворотним кулакам, які повертають переднє колесо вправо.

					КРБАТ 25.22117.000. ПЗ	Арк.
						9
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		



Систему рульового керування автомобіля можна класифікувати на основі її робочих механізмів, починаючи від простих ручних і закінчуючи вдосконаленими системами з електропідсилювачем. Нижче наведено типи, які зазвичай використовуються:

Рейка і система рульового управління

Автомобільна система рульового управління з рейковою шестернею має просту, ефективну та компактну конструкцію, яка складається з вала, шестерні, зубчастої рейки та рульової тяги, які об'єднуються, щоб полегшити керування автомобілем.

Рульове колесо автомобіля з'єднується з валом, який обертає шестерню. Шестерня, у свою чергу, зачіпає металевий стрижень, який називається рейкою. При повороті рульового колеса шестерня повертається і входить в зачеплення з рейкою. Потім стійка переміщається вліво або вправо. Стійка також з'єднується з колесом автомобіля за допомогою стяжних тяг, регулюючи кут нахилу колеса відносно кузова автомобіля.

Система зубчастої рейки є найкращою для високопродуктивних транспортних засобів, оскільки вона має мінімальний люфт і точні профілі передач.

Система гідропідсилювача керма

					КРБАТ 25.22117.000. ПЗ	Арк.
						10
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

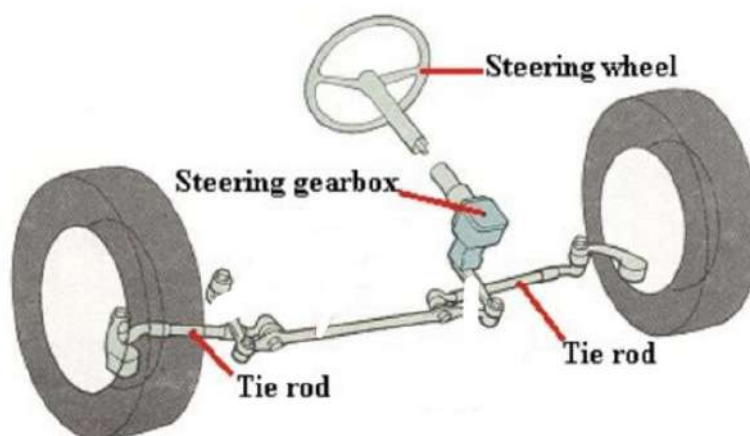
Системи гідропідсилювача керма допомагають гідравлічним або електричним механізмам, зменшуючи зусилля водія. Двома основними типами є гідравлічний підсилювач керма (HPS) і електричний підсилювач керма (EPS).

HPS використовує гідравлічний насос, що приводиться в дію двигуном, забезпечуючи рідину під тиском для допомоги в керуванні. Регулюючий клапан направляє рідину в обидві сторони поршня, прикріпленого до рульової рейки, допомагаючи повертати колеса.

І навпаки, система EPS замінює гідравлічний насос електродвигуном, керованим датчиками та електронним блоком керування (ECU). У результаті електродвигун забезпечує точний крутний момент. Крім того, він адаптується до умов водіння та швидкості.

Система рульового керування автомобіля з кульовою рециркуляцією

Система рульового керування автомобіля з рециркуляцією кульок поширена у великовантажних транспортних засобах, вантажівках і позашляховиках через свою міцність. Він використовує черв'ячну передачу, яка обертається в корпусі, заповненому кульковими підшипниками. Поворот рульового колеса обертає черв'ячну передачу, переміщуючи кульові опори. Ці підшипники зачіпають секторну шестерню, змушуючи важіль пітмена обертати колеса автомобіля.



Виробничі

процеси для компонентів автоматичного рульового керування

Виробничі процеси сильно залежать від компонентів і матеріалу, з якого

					КРБАТ 25.22117.000. ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		11

виготовлена система рульового керування автомобіля. Звичайні виробничі процеси включають обробку з ЧПУ, лиття під тиском і лиття під тиском. Крім того, компоненти піддаються обробці залежно від конструкції та матеріалу. Однак загальна річ, яку слід відзначити, - це потреба в точності незалежно від вибору виробничого процесу.

Обробка з ЧПУ

У виробництві автомобільної системи рульового управління обробка з ЧПК – це процес виробництва та обробки, придатний для кількох компонентів, включаючи рульові механізми, вали та тяги. Процес обробки є високоточним, оскільки верстати з ЧПК запрограмовані на різання цих профілів з допусками в межах мікрометрів.

Поширені методи обробки з ЧПК, які використовуються у виробництві деталей автомобільного рульового керування, це фрезерування та токарна обробка з ЧПК. Обидва процеси можуть досягти точності, необхідної для дотримання необхідних розмірів.

Лиття металу

Металеве лиття та інші методи виготовлення металу підходять для виготовлення металевих компонентів системи рульового керування, таких як заготовки для шестерень, кулаків і корпусів. Лиття під тиском і піщане лиття є найпоширенішими прикладами з такими перевагами, як точність і підтримка масового виробництва.

Завдяки цим методам лиття виготовляються міцні деталі із сумісних матеріалів, таких як чавун і алюмінієвий сплав. Крім того, деталі можна піддавати термічній обробці для поліпшення їх механічних властивостей.

Лиття під тиском

Лиття під тиском схоже на лиття під тиском, але для пластикових компонентів. Він є невід'ємною частиною виробництва автомобільних компонентів рульового керування, таких як корпуси та кришки двигунів. Процес включає введення розплавленого пластику в оброблену на ЧПУ прес-

					КРБАТ 25.22117.000. ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		12

форму з алюмінію або сталі для створення заздалегідь визначених форм.

У процесах лиття під тиском використовуються високоміцні термопласти, їх стійкість до корозії забезпечує оптимальну роботу компонентів рульового управління автомобіля навіть у важких умовах.

Використання термопластів у виробництві деталей рульового управління автомобіля є економічно вигідним. Вони також важливі в системах рульового керування сучасних автомобілів, оскільки вони зменшують шум і вібрацію, покращуючи враження від водіння.

3D друк

3D-друк — це скоріше процес створення прототипів для розробки продуктів автомобільного рульового керування, і він використовується багатьма виробниками автомобілів для перевірки своїх ідей.

Адитивне виробництво є ідеальним варіантом для малосерійного прототипування та виробництва складних компонентів рульового керування. Він пропонує гнучкість у дизайні та може створювати складні геометрії за допомогою традиційних методів, таких як обробка з ЧПК.

Прототипи рульового механізму часто друкуються на 3D-принтері з нейлону або смоли для перевірки придатності та функціонування перед масовим виробництвом. Швидкий оборот дозволяє проводити ітерації дизайну та функціональне тестування без дорогого інструменту.

Звичайні деталі системи рульового керування автомобіля та процес їх виготовлення

Щоб повністю зрозуміти та застосувати виробничий процес у різних аксесуарах, у цьому розділі будуть представлені різні компоненти, їхній склад матеріалу та відповідний виробничий процес.

Кермо

Кермо має металевий сердечник, як правило, сталевий або алюмінієвий, і зовнішнє покриття з поліуретану, шкіри або дерева для комфорту та естетики. Є два процеси виробництва компонентів. Лиття під тиском і кування для

					КРБАТ 25.22117.000. ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		13

металевого сердечника та лиття під тиском для зовнішнього покриття. Крім того, для шкіри або дерева можна розглянути можливість ручного обмотування

Рульова колонка і вал

Рульовий вал виготовляється з високоміцної сталі, часто із загартованою або хромованою поверхнею, а рульова колонка — зі сталі або алюмінію. Процес виготовлення рульового вала - це обробка з ЧПУ (токарна обробка). Крім того, термічна обробка може підвищити довговічність деталі перед механічною обробкою. Для остаточного формування рульової колонки використовуються валкування або екструзія (для алюмінію) і механічна обробка.

Рульовий механізм

Рульовий механізм виготовляється з високоміцної сталі, часто науглеродженної для зносостійкості, з чавунним або алюмінієвим корпусом. Виробничий процес включає обробку з ЧПУ (зубофрезерування або формування) і термічну обробку (цементування). Корпуси часто виготовляють за допомогою лиття під тиском (для алюмінію) або піщаного лиття (для чавуну) з подальшою механічною обробкою.

Тяги

Тяга — це сталевий сплав, який часто покривають цинком або хромом для стійкості до корозії. Кульовий шарнір виготовлений із загартованої сталі та має пластикову або гумову втулку. Виробничі процеси для компонентів включають кування та подальшу механічну обробку для тяги та сталевих кульових шарнірів та лиття під тиском для втулок.

Поворотні кулаки

Поворотні кулаки виготовлені з чавуну (для міцності та довговічності) або кованим алюмінію (для легких застосувань). Процес виготовлення компонента залежить від матеріалу. Для чавунних поворотних кулаків це піщане лиття. З іншого боку, алюмінієві кулаки піддаються ковці для підвищення співвідношення міцності до ваги. Потім обидва процеси проходять точну

					КРБАТ 25.22117.000. ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		14

механічну обробку.

Нижче наведено таблицю з підсумковим описом компонентів автоматичного керма, їхнього складу матеріалів, процесу виробництва та методів обробки.

Система автоматичного керування	матеріал	Виробничий процес
Кермо	Серцевина зі сталі/алюмінію, поліуретан/шкіра/деревина	Лиття під тиском / кування (сердечник), лиття під тиском / обгортання (кришка)
Рульовий вал і колонка	Високоміцна сталь, алюміній	Формування валків, обробка з ЧПУ
Рульовий механізм	Сталь (зуби), чавун/алюміній (корпус)	Зубофрезерування/формування, лиття під тиском/пісок
Тяги	Сталевий сплав, покриття цинк/хром	Кування, Механічна обробка
Поворотні кулаки	Чавун, кований алюміній	Лиття в пісок, кування
Насос гідропідсилювача керма	Литий алюміній/залізо	Лиття під тиском/пісок, Механічна обробка
Електричний двигун (EPS)	Алюміній (корпус), мідь (обмотки)	Лиття під тиском, намотування дроту
Блоки керування та датчики	Кремній (сенсори), друкована плата з	Виготовлення напівпровідників, травлення

	міддю, пластик	друкованих плат
Стійка	Сталевий сплав	Кування, ЧПУ
Idler Arms	Чавун, кована сталь	Кування, лиття в пісок
Pitman Arm	Кована сталь, чавун	Кування, Механічна обробка
Перетягніть/центруйт е посилання	Сталевий сплав	Кування, ЧПУ



Міркування щодо виробництва системи рульового керування автомобіля

Система рульового керування відіграє важливу роль у безпеці та керованості автомобіля. Отже, існує потреба в суворому дотриманні стандартів, щоб кожен компонент відповідав строгим стандартам щодо розмірів, матеріалів і продуктивності.

Перевірка розмірів

Компоненти системи рульового керування, як-от шестерні, тяги та вали, потребують жорстких допусків на розміри для належної посадки та більш плавної роботи. Незначне відхилення від запланованих розмірів може призвести до неадекватного або надмірного зв'язування, що погіршить враження від водіння.

Загальні інструменти вимірювання розмірів включають координатно-вимірювальні машини (СММ), оптичні компаратори та лазерне сканування. Ці інструменти забезпечують точні вимірювання складних геометрій кожної

					КРБАТ 25.22117.000. ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		16

частини, щоб вони узгоджувалися з її проектними специфікаціями. Наприклад, ви можете перевірити профіль і відстань між кожним зубом шестерні в рейковій системі за допомогою інструментів СММ.

Тестування матеріалу

Матеріали, які використовуються для виготовлення компонента рульового керування, повинні мати необхідні властивості. Вони залежать від компонентів із шестернями, для яких потрібні матеріали з високою міцністю на розрив, твердістю та зносостійкістю. Щоб переконатися в цьому, необхідні випробування матеріалу.

Тестування матеріалів може бути руйнівним і неруйнівним, причому загальними випробуваннями є випробування на розтяг, випробування на твердість і металургійний аналіз. Такі випробування, як випробування на розтяг, можуть перевірити здатність компонента витримувати навантаження, що виникають під час експлуатації автомобіля. Крім того, випробування на твердість гарантують, що поверхня компонента має необхідну зносостійкість і стійкість до ударів.

Випробування на втому

Система рульового управління автомобіля піддається постійним навантаженням. Отже, вони мають бути міцними, щоб оптимально працювати протягом усього терміну служби автомобіля. Щоб переконатися в цьому, необхідні випробування на втому, тобто багаторазове застосування навантажень до компонентів для імітації реальних умов і визначення потенційних точок відмови.

Випробування на втому можна застосовувати для оцінки зносу компонента. Крім того, він може виявити такі проблеми, як руйнування ізоляції, що з часом призводить до виходу з ладу компонентів.

Функціональне тестування

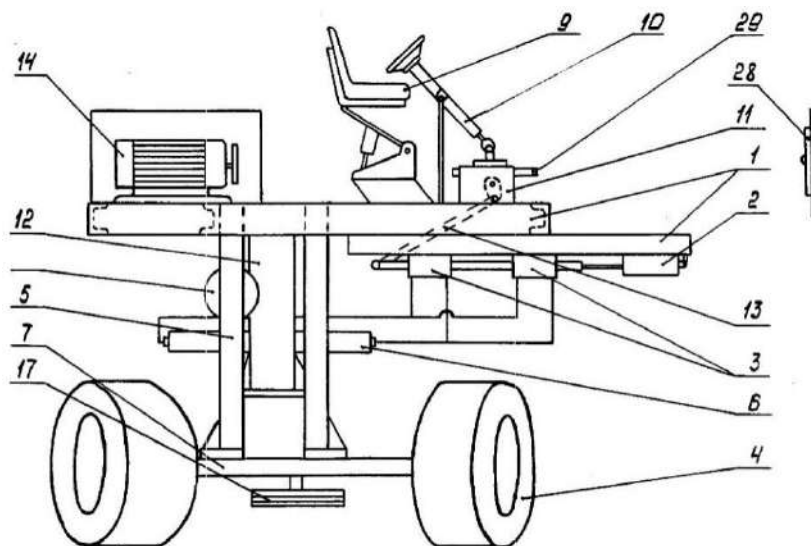
Перед тим, як система рульового керування буде схвалена для виробництва, вона проходить функціональні випробування для імітації її

					КРБАТ 25.22117.000. ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		17

роботи в транспортному засобі. Це тестування зазвичай включає вимірювання зусилля на кермі, моделювання дороги та оцінку шуму, вібрації та жорсткості (NVH).

1.2 Аналіз стендів для випробування кермового керування автомобіля

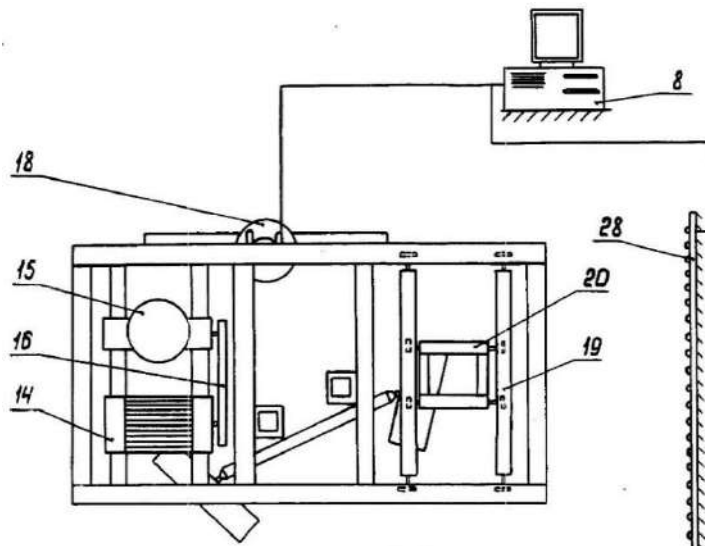
В результаті патентного пошуку проведено аналіз патенту RU 2105964 С1. Схема стенду, розробленого автором патенту, представлена на малюнках 1.1, 1.2.



1 – рама, зварної конструкції, 2 – силовий циліндр, 5 – опори, 7 – міст, 4 – шини, 17 – баластний навантажувач моста (вертикального навантаження, 6 – гідроциліндри, 12 – поворот з тенту та осі, 9 – сидіння водія, 10 – рульова тяга, 1 – рульова тяга, 3 – гідроциліндри, 21 розподільник, 2 – силовий циліндр, 8 – електровимірювальна апаратура, 27 – датчики тиску рідини, 29 – пристрій, який відстежує кут повороту стенду; 22 – гідроаккумулятор; 26 – запірний клапан; 23 – обмежувальні клапани тиску рідини; 24,25 – дросельні клапани.

Рисунок 1.1 – Стенд для випробування кермового керування (вид зверху)

					КРБАТ 25.22117.000. ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		18



18 – поворотний механізм, 19,20 – рухомі візки з фіксаторами положення, 15 – гідронасос, 16 – клинопасова передача, 14 – електродвигун, 28 – пристрій, що задає кут повороту стенда, 8 – електровимірювальна апаратура

Рисунок 1.2 – Стенд для випробувань кермового механізму (вид збоку)

Принцип роботи цього стенду полягає в наступному:

Рама, що спирається через опору на міст з шинами регульованого тиску і баластним навантажувачем моста вертикальним навантаженням, а через поворотний механізм на вісь гідроциліндрів повороту стенда, рульову колонку, пов'язану з рульовим механізмом, який через поздовжню тягу пов'язаний з електроциліндром єм водія, встановленого на візках зі стопорами на раму стенда, електровимірювальну апаратуру, електрично пов'язану з датчиками тиску рідини, пристрій, що задає кут повороту стенду і пристрій, що відстежує [14].

У ході аналізу патенту було виявлено, що конструкція стенду має недоліки. Виявили невідповідність даних щодо зміни кута повороту кермового колеса до реального, так як присутній гармонійний задатчик кута повороту кермового валу, не можуть зробити дослідження

					КРБАТ 25.22117.000. ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		19

психофізіологічних витрат водія при керуванні автомобіля, неможливо перевірити зміну кінематичної характеристики кермового керування в широких межах.

1.3 Аналіз стендів для випробування гідравлічних підсилювачів

Стенд для випробування гідропідсилювачів рульового управління (ГУР), (сертифікат відповідності: № С-RU.АЯ 46В43659), представлений на рисунку 1.3.



Рисунок 1.3 – Стенд для випробування ГУР

Він призначений для випробувань ГУР та їх насосів. Стенд працює разом із блоком діагностики. Гідропідсилювач встановлюється на стенд за допомогою спеціального кронштейна та з'єднується шлангами з гідронасосом. Він створює імітацію силового впливу на гідропідсилювач з боку керованих коліс при всьому робочому діапазоні частоти обертання приводу валу гідронасосу.

					КРБАТ 25.22117.000. ПЗ	Арк.
						20
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Нижчепредставлений перелік параметрів, що зчитуються з датчиків:

- люфт та зусилля повороту рульового колеса;
- тиск;
- витрата та температура робочої рідини, що підводиться до гідропідсилювача;
- також витрата робочої рідини на виході з гідропідсилювача;
- частота обертання валу приводу насоса гідропідсилювача

Основні технічні характеристики стенду наведено у таблиці 1.1

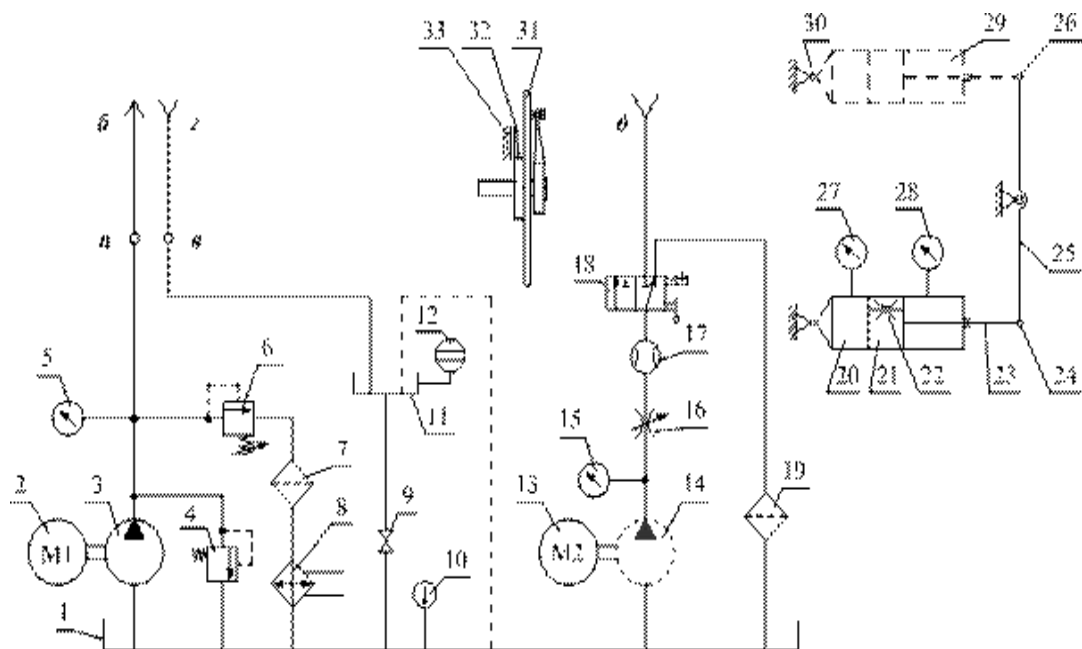
Таблиця 1.1 - Технічні характеристики стенду для випробування ГУР

Найменування показників, одиниці виміру	Значення
Потужність приводу гідронасосу ГУР, кВт	5,5
Напруга електроживлення стенду	380 В, 50 Гц
Габаритні розміри, мм	1600×800×1500
Маса стенду (без заправки робочою рідиною), кг	Не більше 200
Об'єм заправки робочою рідиною, л	200
Термін служби, років	Не менше 5

Стенд для випробування гідропідсилювачів рульового керування (рисунок 1.4, 1.6) гідравлічна принципова схема якого зображена на рисунку 1.5 містить дві підсистеми, об'єднані загальним гідробаком 1, а саме підсистему для випробування гідророзподільника, гідроциліндра і регулятора витрати а).



Рисунок 1.4 – Стенд для випробування гідропідсилювачів кермового керування



1-підсистема з гідробаком, 2 - електродвигун, 3 - привід насоса стенду, 4 - запобіжний клапан, 5 - манометр, 6 - переливний клапан для регулювання тиску в напірній гідролінії, 7 - фільтр, 8 - теплообмінник, 9 - вентиль, 1 - 1 сосу гідропідсилювача, 15 - манометр, 16 - регульований дросель, 17 - витратомір, 18 - перемикач насоса з гідробака стенду на бак гідропідсилювача, 19 - фільтр, 20 - циліндр-навантажувач, 21 - поршень циліндра, 22 - гідродросель, 22 - гідродросель шарнір, 27, 28 – манометри, 29 – циліндр, 30 – опора, 31 – динамометричне колесо, 32 – кут повороту, 33 – шкала

Рисунок 1.5 – Гідравлічна принципова схема стенду

					КРБАТ 25.22117.000. ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		22

Підсистема для випробування розподільника, циліндра або регулятора витрати містить електродвигун 2 для приводу 3 насоса стенда; запобіжний клапан 4; манометр 5; рукав високого тиску або, з допомогою якого випробовуються розподільник, циліндр, регулятор витрати підключаються до напірної гідролінії; рукав низького тиску вг, за допомогою якого компоненти, що випробовуються, підключаються до пристрою для вимірювання витрати, що складається з мірного бака 11 з покажчиком рівня 12; переливний клапан 6 для регулювання тиску напірної гідролінії; фільтр 7; теплообмінник 8; вентиль 9; термометр 10.

Підсистема для випробування гідропідсилювача в зборі або насоса гідропідсилювача з регулятором витрати (або без регулятора витрати) містить електродвигуна для приводу насоса гідропідсилювача 14, манометр 15, регульований дросель 16, витратомір 17, перемикач насоса 18 з гідробака стенду на бак бак.

Для створення навантаження на штоку циліндра гідропідсилювача застосований імітатор навантаження, який включає додатковий навантаження незалежно від ходу штока циліндра гідропідсилювача. Манометри 27 та 28 встановлені на панелі стенду. Всі інші пристрої (циліндр 29 гідропідсилювача та розподільник підсилювача, двоплечий важіль 25 і циліндр-навантажуються на одному кронштейні. Циліндр 29 кріпиться до опори 30 і шарніра 26 важеля 25.

Навантаження на штоку циліндра гідропідсилювача створюється шляхом дроселювання рідини в циліндрі-навантажувачі. Діаметри поршня і штока і хід штока 20 циліндра рівні відповідним параметрам циліндра гідропідсилювача 29, що дозволяє забезпечити рівність витрат через дросель 22 при спрацьовуванні гідропідсилювача в обидві сторони (при повороті як вліво, так і вправо). Гідродросель 22 має бути підібраний таким чином, щоб опір повороту тиску був близький до того, який може долати гідропідсилювач.

					КРБАТ 25.22117.000. ПЗ	Арк.
						23
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		



Рисунок 1.6 – Імітатор навантаження

Таблиця 1.2 – Технічні характеристики

Найменування показників, одиниці виміру	Значення
Тип стенду	Стационарний
Привід насоса стенду	Електродвигун
Потужність, кВт	4,0
Електродвигун	AIP100L4
Частота обертання, мін-1	1410
Привід насоса гідропідсилювача	Електродвигун
Потужність, кВт	5,5
Частота обертання, мін-1	1500
Подача насоса стенду, л/хв.	12,5
Максимальний робочий тиск у напірній лінії насоса стенда, МПа	9
Діапазон вимірювання температури, °С	0...100
Момент, Нм на рульовому колесі	До 25
Момент, Н·м на сошці	До 5100
Точність вимірювань витрати тиску	±5%
Габаритні розміри, мм	1500×950×1450
Маса (без робочої рідини), кг	350

1.4 Аналіз стенду фірми ВІА для випробування кермових механізмів

Для випробувань кермового механізму рейкового типу у 2018 році фірмою ВІА розроблено стенд (рисунок 1.7).



Рисунок 1.7 – Стенд для випробування кермового механізму рейкового типу вихідного контролю

Він призначений для випробувань рульових механізмів рейкового типу та вихідного контролю якості готових виробів для виключення невідповідності вихідних параметрів заданим технічним показникам, що висуваються до виробу.

Основні технічні параметри та їх значення стенду фірми ВІА наведено у таблиці 1.3.

Таблиця 1.3 - Технічні параметри та характеристики

Найменування	Діапазон значень	Допустимі похибки
Повний вимірюваний хід зубчастої рейки, мм	Не менше 200	$\pm 0,05$
Повний вимірюваний хід валу шестерні, ° (обороти)	Не менше 3600 (10)	$\pm 0,5^\circ$
Момент сили обертання валу шестерні, Нм	Не більше ± 10	$\pm 0,05$
Частота обертання валу шестерні, мін-1	Від 1 до 30	± 2

Також компанія розробила 3-х та 5-ти канальні стенди для динамічного випробування рульових систем на довговічність, і перевірку їх характеристик надамо дані про технічні показники випробувального стенду в таблиці 1.4.

Для того щоб проводити випробування кермового механізму з імітацією бокового навантаження з боку коліс, вони пропонують стенд із гідравлічним приводом. Характеристики якого наведені нижче:

- Різкий поворот рульового колеса: прискорення до $15000^\circ / \text{с}$ з силою опору на рейці, що дорівнює 6 000 Н.;
- Поведінка коліс після відпускання кермового колеса: аналіз роботи кермової колонки після відпускання керма;
- "Визначення частотної характеристики (прямої або зворотної): вимірювання реакції системи під дією вібрації (зусилля/переміщення)";
- "Аналіз температурних відмов силової електроніки" [13].

Таблиця 1.4 – Технічні показники динамічного випробувального стенду

Найменування показника	Значення
Крутний момент на рульовому колесі	До ± 150 Нм
Максимальне навантаження на рульову рейку	15 кН з кожного боку
Максимальна частота	50 Гц

Також можна проводити випробування кермової колонки для визначення характеристик. У ньому використовують електричний привід, який здійснює імітацію дії кермового колеса, аналіз роботи кермової колонки, приклад якої наведено в таблиці 1.5. Для цього на виході встановлюють кілька вимірювальних модулів, щоб визначити такі параметри як:

- крутильна жорсткість, за допомогою докладання моменту, що крутить, до рульової рейки;
- "Момент сил тертя (з навантаженням або без неї)";
- ефективність кінематичних дефектів у вигляді. порівняння швидкостей на вході та виході [13].

Таблиця 1.5 - Аналіз роботи кермової колонки

Найменування показника	Значення
Крутний момент на рульовому колесі	До ± 50 Нм
Швидкість обертання кермового колеса	мін. 0,1 об/хв
Реактивний момент, що крутить	До 20 Н \times м

Є можливість проводити випробування на втому та витривалість рульової колонки, при цьому потрібно задати кут нахилу та відрегулювати висоту рульової колонки, дані представили в таблиці 1.6. Для того щоб розвинути момент, що крутить, до 150 Н \times м (при статиці) і досягти частоти 10 Гц (при динаміці) два крутильних гідропроводи встановлюються з рульового і рейкового кінців колонки. Крім цього, для імітації періодичного навантаження з частотою 10 Гц є додатковий лінійний привід з боку кермової рейки.

Таблиця 1.6 - Характеристики втоми кермової колонки

Найменування	Значення
Статичний момент, що крутить	150 Н \times м
Частота при динамічному випробуванні	10 Гц
Лінійне коливання кермової рейки	± 25 мм

2 Розробка стенду для циклічних випробувань кермових механізмів автомобілів рейкового типу на відповідність вимогам надійності та довговічності

2.1 Технічне завдання

У процесі експлуатації, деталі рульових механізмів автомобілів зазнають циклічних навантажень, серед яких осьово-спрямовані на розтягування або стиснення рульових тяг, їх кутове переміщення в результаті повороту коліс і наїзду на перешкоду і т.д., які призводять до зношування деталей, пов'язаних між собою.

Випробування мають забезпечити імітацію реальних умов експлуатації:

- обертання кермового колеса з різними кутовими швидкостями у двох напрямках;
- навантаження рульового механізму;

Крім того, необхідно, щоб стенд мав:

- рамну конструкцію, з можливістю встановлення на ній випробуваних об'єктів, забезпечуючи тим самим потоковий-конвеєрний процес атестаційних випробувань;
- жорстку конструкцію рами для безпеки проведення випробувань;
- максимальне значення осьового навантаження, що задається на кожну тягу РМ, 5 кН;
- хід рейки РМ у діапазоні від 100 до 250 мм;
- можливість завдання граничного значення моменту опору обертанню шестерні в діапазоні від 1 до 100 Нм;
- можливість завдання осьового навантаження кожної тяги;
- здатність вимірювати кількість оборотів (до 10) шестерні РМ від

					КРБАТ 25.22117.000. ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		28

- вкрай лівого до крайнього правого становища;
- допустимі похибки фіксованих величин, що не перевищують значень, які представлені в таблиці 2.1;
 - обмеження максимального моменту, що крутить, 100 Н·м;
 - встановлення кермового механізму з тягами у зборі як на автомобілі;
 - можливість випробування для праворульних РМ щоб підвищити рентабельність устаткування;
 - наявність трансформованого оснащення для кріплення РМ різних габаритів та конфігурацій згідно з таблицею 2.2;
 - вконструкції стенду уніфіковані, відомі та нормалізовані вузли та комплектуючі;
 - стандартні кріпильні вироби та металопродукт;
 - можливість використання 3-х фазного струму;
 - наявність заземлення;
 - наявність магнітного пускача, який виключив би мимовільний пуск двигуна при короткочасному відключенні напруги від мережі;
 - мінімальні вібрації та шуми в допустимих межах, здатність відповідати всім вимогам виробничої безпеки;
 - забарвлення рухомих частин у помаранчевий колір, інші частини - в сірий;
 - мастильні матеріали, що випускаються серійно, не потребують використання спеціальних інструментів під час виконання мастильних робіт;
 - можливість у процесі експлуатації щомісячного обслуговування та перевірки обладнання;
 - зовнішній вигляд, який відповідає всім заданим вимогам та технічним параметрам.

					КРБАТ 25.22117.000. ПЗ	Арк.
						29
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

У проектуваному стенді повинні бути відсутні гострі кути, кромки, задирки і поверхонь з нерівностями, що становлять небезпеку травмування працюючих.

Обладнання розміщуватимемося в лабораторії – закриті приміщення.

Таблиця 2.1 - Значення похибок

Параметри похибок	Значення
Абсолютна похибка вимірювання поточного положення рейки РМ, мм	$\pm 0,5$
Дискретність завдання граничних параметрів крутного моменту, Н*м	1
Дискретність завдання частоти обертання шестерні РМ, хв-1	0,1

Параметри похибок	Значення
Абсолютна похибка підтримки швидкості обертання шестерні РМ, про/хв	$\pm 0,1$
Дискретність завдання осьового навантаження, Н	1
Абсолютна похибка підтримки осьового навантаження у статиці, не більше, Н	± 50
Абсолютна похибка вимірювання кута повороту шестерні РМ, не більше град	± 1
Визначення фактичного передавального відношення РМ із відносною похибкою, не більше, %	$\pm 0,5$
Абсолютна похибка вимірювання моменту опору обертання на валу шестерні РМ, Н	± 1
Абсолютна похибка вимірювання зусилля навантаження рульових тяг, Н	± 50

Таблиця 2.2 - Монтажні, приєднувальні параметри, РМ

Найменування параметра	Позначення	Діапазон
Відстань між центрами внутрішніх шарнірів, мм	A	Від 500 до 800
Положення упору рейки	У	Від 150 до 250
Положення лівої опори, мм	З	Від 100 до 200
Міжосьова відстань по опор, мм	D	Від 200 до 400
Довжина кермової тяги, мм	E	Від 250 до 500
Хід рейки ліворуч/праворуч, мм	h	Від 50 до 125

Продовження таблиці 2.2

Найменування параметра	Позначення	Діапазон
Число оборотів валу шестерні (від упору до упору)	n	До 10
Передавальне відношення, мм/про	i	Від 10 до 80
Кут картера, град (відносно осі рейки)	α	± 45
Виліт валу шестерні, мм	L	Від 150 до 400
	L1	Від 100 до 300
Параметри розташування кріплень РМ до підрамника (Див. ескіз картера РМ)	E (кут у град)	Від 0 до 45
	Ж (мм)	Від 20 до 100
	I (мм)	Від 0 до 100
	До (мм)	Від 0 до 100

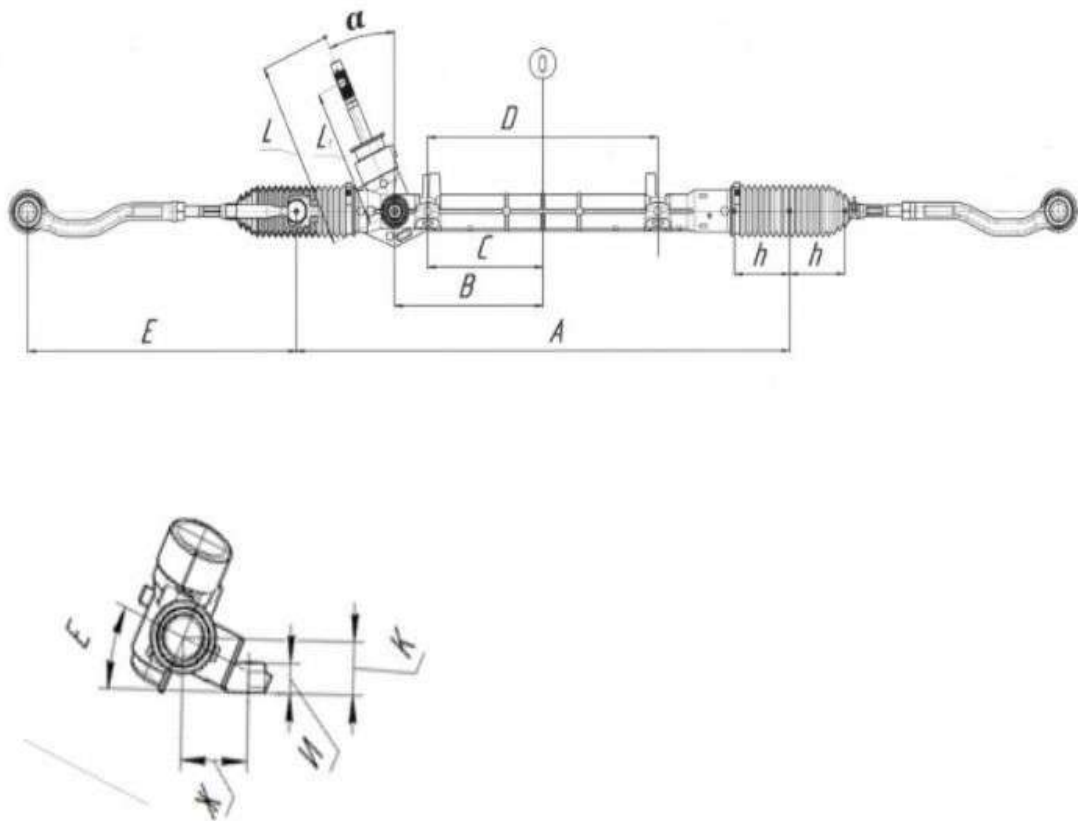


Рисунок 2.1 – Рульовий механізм та позначення параметрів

2.2 Технічна пропозиція

Відповідно до технічного завдання пропонується проектування стенду розбити на 4 частини:

- проектування приводу;
- проектування елементів кріплення РМ;
- проектування основний конструкція стенду
- проектування навантажувального пристрою.

Для імітації обертання рульового колеса потрібно двигун, який би забезпечив необхідний крутний момент і необхідну кількість обертів на хвилину. Для цього можна вибрати гідромотор, але недоліком даного приводу є його габарити, необхідність у гідростанції, складності в позиціонуванні щодо РМ, забруднення робочого місця через наявність робочої рідини у вигляді масла. Тому вирішено відмовитись від цього

					КРБАТ 25.22117.000. ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		32

приводу. Також для приводу можна використовувати електродвигун, з їх широкого асортименту вирішено використовувати безщітковий електродвигун постійного струму (BLDC) з охолодженням повітря, представлений на рисунку 2.2 і 2.3. Тому що такий тип двигуна має меншу вагу, ніж інші види електродвигунів з такою ж потужністю. Крім цього, виробник даного двигуна прописує, що момент, що крутить, на низьких оборотах набагато вище, ніж у асинхронних моторів. Також двигун має вищим показником ККД. Обслуговування BLDC-електродвигунів відбувається набагато рідше, що дає перевагу. При виборі двигуна необхідно було визначитися з його технічними характеристиками, а саме момент, що крутить, повинен бути 100 Н, відповідно до ТЗ. Так як крутний момент даного двигуна досягав 100 Н при 1550 об/хв, а з урахуванням технічного завдання необхідну кількість обертів в діапазоні від 10 до 30 об/хв. Отже, вирішено використовувати двигун з меншою потужністю спільно з редуктором, який нам надасть можливість досягати необхідних оборотів і значення моменту, що крутить.

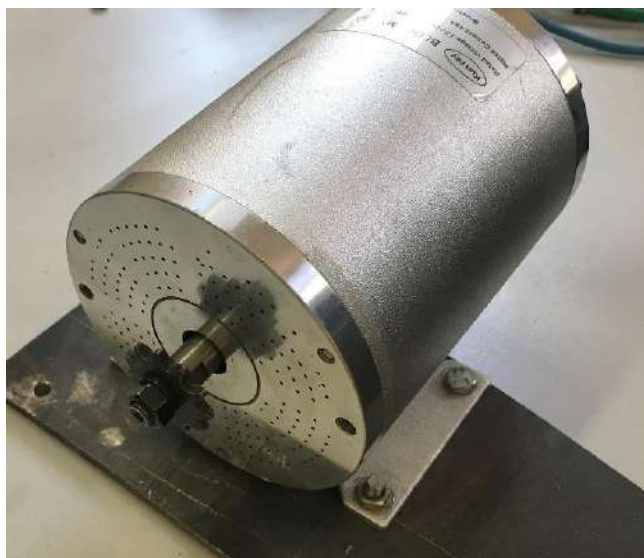


Рисунок 2.2 - Двигун BLDC

					КРБАТ 25.22117.000. ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		33

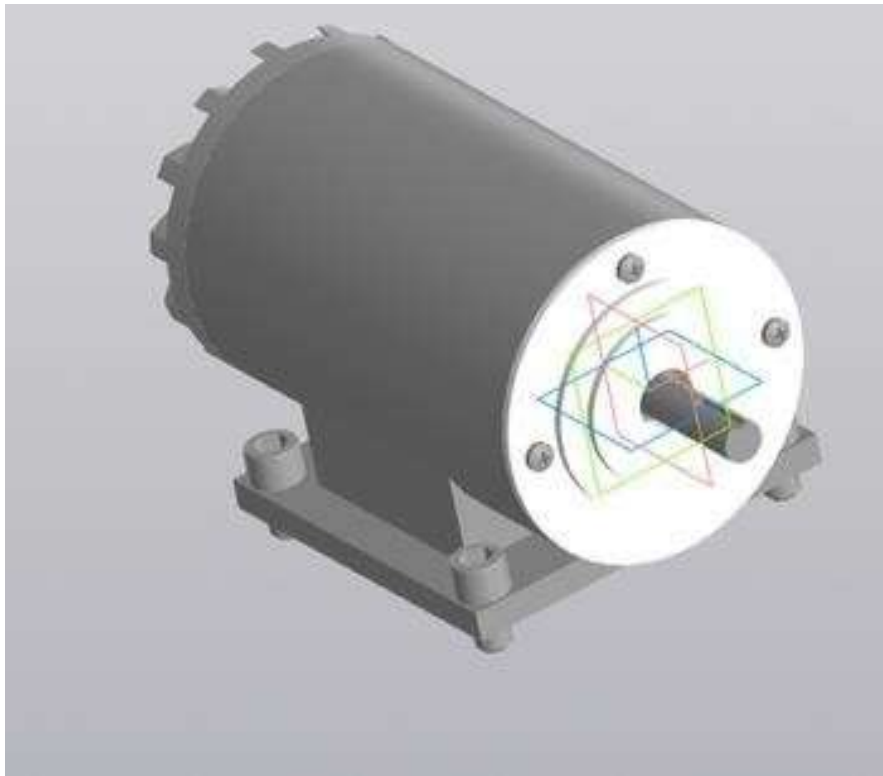


Рисунок 2.3 – Двигун, зображення у 3D

З основних пріоритетних параметрів при виборі редуктора були невелика вага та компактні габаритні розміри. Тому вибір зроблено в користь співвісного двоступінчастого планетарного редуктора в алюмінієвому корпусі, з передавальним ставленням $1:49,76$, який відповідає всім вище викладеним вимогам, в ньому також міститься синтетичне масло на весь час його терміну служби, тому не вимагає обслуговування. Комплектація редуктора як на рисунку 2.4 тільки без урахування вхідного фланця. У нашому випадку використовуємо вхідний вал замість фланця.

					КРБАТ 25.22117.000. ПЗ	Арк.
						34
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

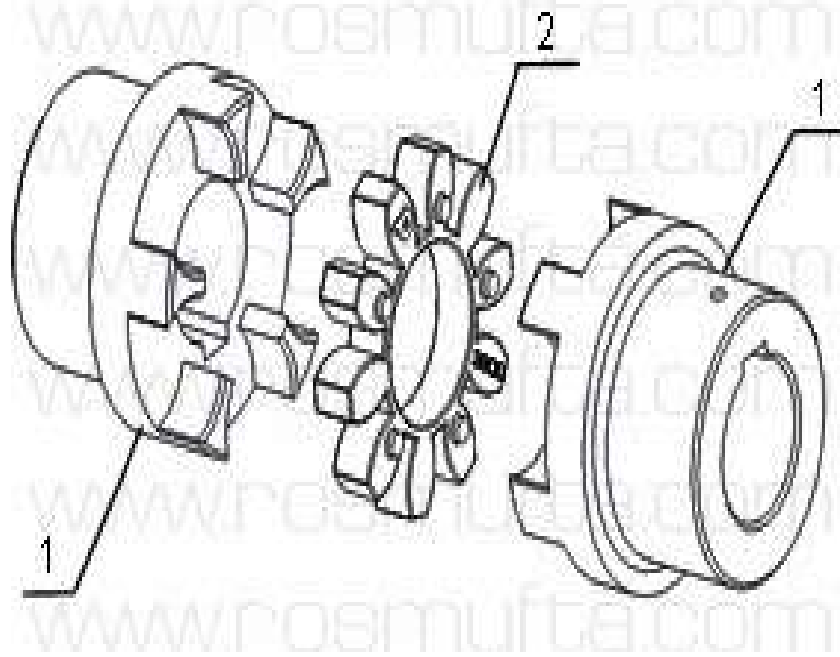


Рисунок 2.4 – Редуктор

Для з'єднання робочої пари двигун і редуктор, а також всіх наступних валів приводу пропонується використовувати кулачкову муфту, яка представлена на малюнках 2.5, 2.6, з можливістю розточування напівмуфти під потрібний діаметр зі шпоночним пазом, спираючись на ГОСТ 10748-79. З'єднання шпонкові із призматичними високими шпонками. Розміри шпонок та перерізів пазів [25].

Для цієї муфти необхідно забезпечити співвісність валів. Центр осі валу двигуна знаходиться на висоті (65 мм) від поверхні кріплення двигуна до площини кріплення всіх елементів приводу. Тому будемо вибудовувати центр осей під відстань 65 мм, за допомогою проміжної пластини, які будемо розміщувати під всі елементи приводу.

					КРБАТ 25.22117.000. ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		35



1 – напівмуфта, 2 – зубчастий вінець
 Рисунок 2.5 – Муфта кулачкова

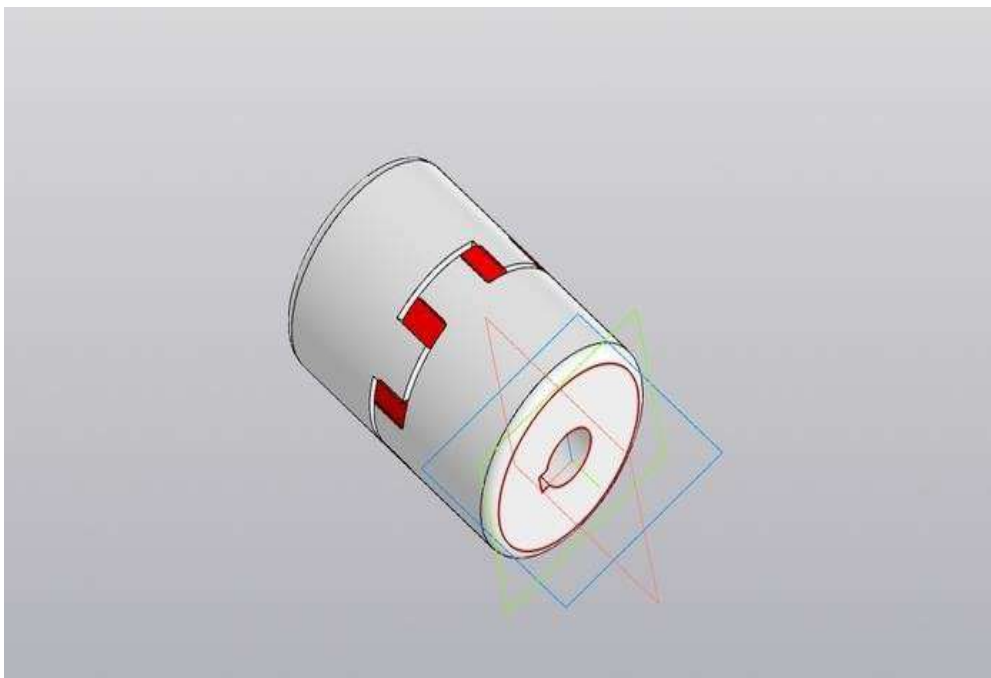


Рисунок 2.6 – Муфта кулачкова, зображення 3D

					КРБАТ 25.22117.000. ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		36

Розглянемо переваги кулачкової муфти:

- найбільший плюс цієї муфти вважається, що вона здатна передавати великі крутні моменти, при цьому має компактність, невелику вагу;
- особливість її конструкції, яка дозволяє забезпечувати роботу її несучих елементів на стиск. Це дозволяє збільшувати допустимі навантаження під час експлуатації на вузол загалом;
- наявність демпферного елемента дозволяє знизити динамічні навантаження, обертальні коливання, у своїй збільшувати стабільність роботи всіх використовуваних агрегатів;
- простота конструкції та легке обслуговування.



*Model TM 313
Torque Transducer*

Рисунок 2.7 - Датчик крутного моменту

Для точного вимірювання моменту, що крутить, і кутів повороту валу, необхідні датчики. Вибір зроблений на користь датчика крутного моменту

					КРБАТ 25.22117.000. ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		37

серії TRB-10K (діапазон $10 \text{ кгс}\times\text{м}$, $98.07 \text{ Н}\times\text{м}$), з допустимим навантаженням 120%), який також здатний вимірювати кути повороту валу та їх швидкості. Він представлений на рисунках 2.7 та 2.8.

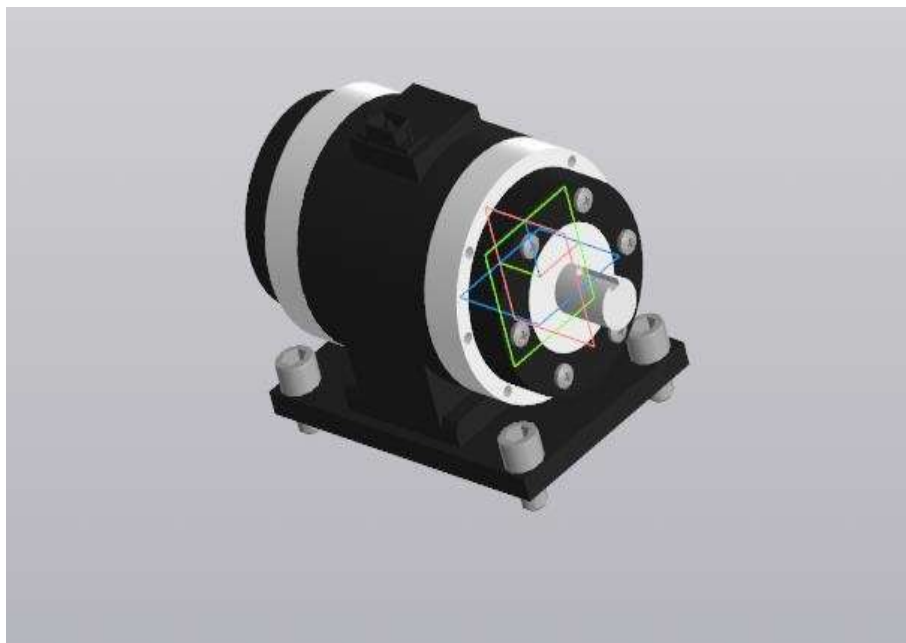


Рисунок 2.8 – Датчик моменту, що крутить, зображення 3D модель

Після того, як встановили датчик крутного моменту, пропонується встановити підшипниковий вузол від рульової колонки зображений на рисунку 2.9, щоб виключити радіальні навантаження на валу. Даний підшипниковий вузол ми взяли від кермової колонки, яка представлена на рисунку 2.10.

					КРБАТ 25.22117.000. ПЗ	Арк.
						38
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

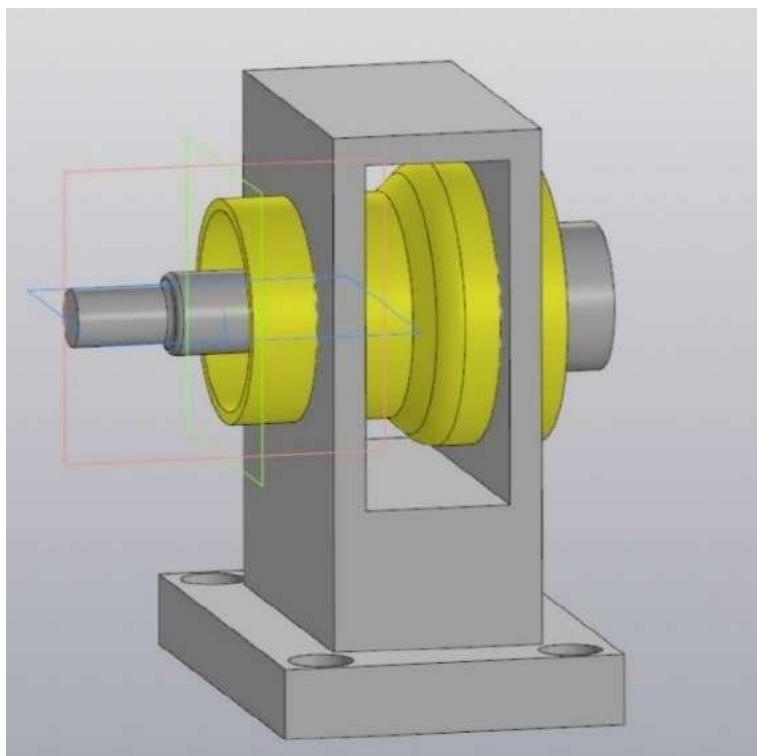


Рисунок 2.9 – Підшипниковий вузол від кермової колонки, зображення в 3D



Рисунок 2.10 – Рульова колонка, вихідний варіант

					КРБАТ 25.22117.000. ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		39

Вильоти валу шестерні кермового механізму існують різних розмірів, тому для зручності пропоную використовувати карданний вал. Він дозволить відрегулювати довжину, щоб працювати з усіма видами РМ. Карданний вал, що використовується, представлений на рисунку 2.11, 2.12.



рисунок 2.11 – Карданний вал

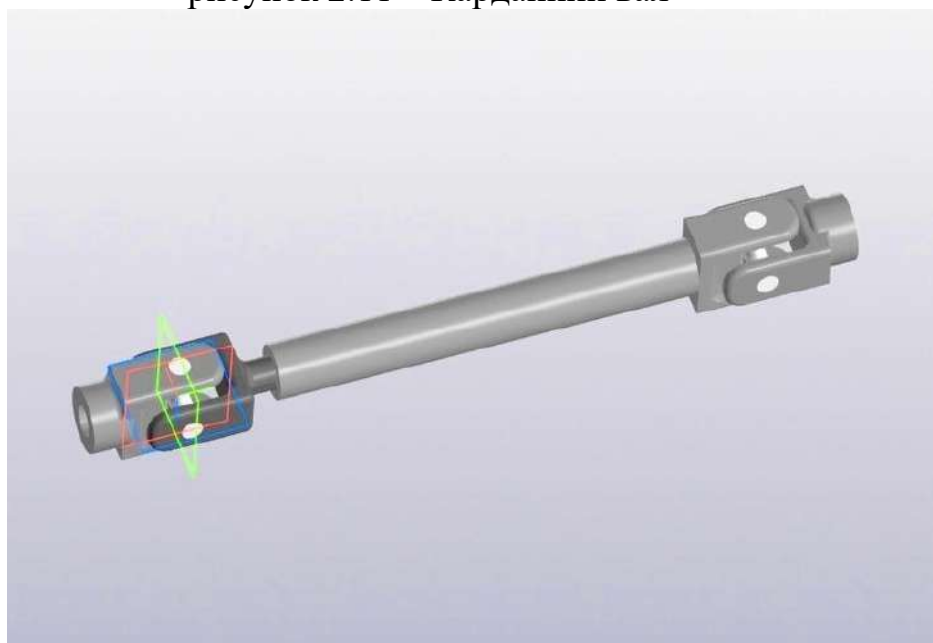


Рисунок 2.12 – Карданний вал

					КРБАТ 25.22117.000. ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		40

Всі компоненти приводу кріпляться до металевого листа (товщиною 10мм, довжиною 1300мм, шириною 150 мм) за допомогою болтового з'єднання. Ця площа, зображена на рисунку 2.12, матиме дві бічні пластини з отворами під болт, для кріплення до кронштейна.

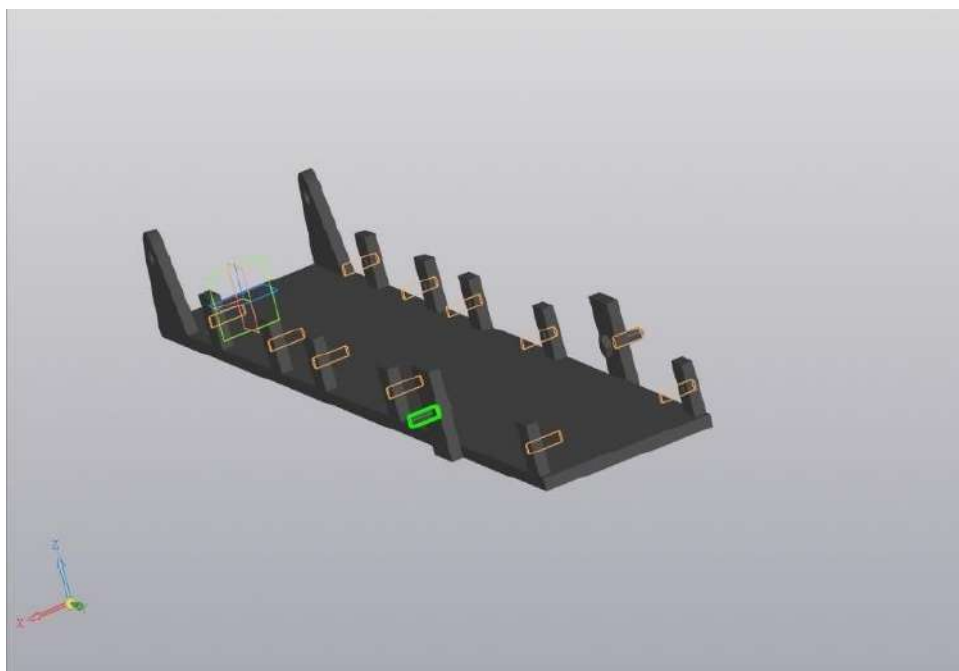


Рисунок 2.12 – Площина для приводу

Також для збільшення жорсткості під листом прикріпимо швелер 160×50 з товщиною стінок 5 мм, довжина якого дорівнює відстані від кронштейна до редуктора. На рисунку 2.13 показаний загальний вигляд верхньої конструкції приводу. По периметру листа розмістимо місця кріплення кожуха приводу. На рисунку 2.14 зображено конструкцію приводу з кожухом.

					КРБАТ 25.22117.000. ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		41

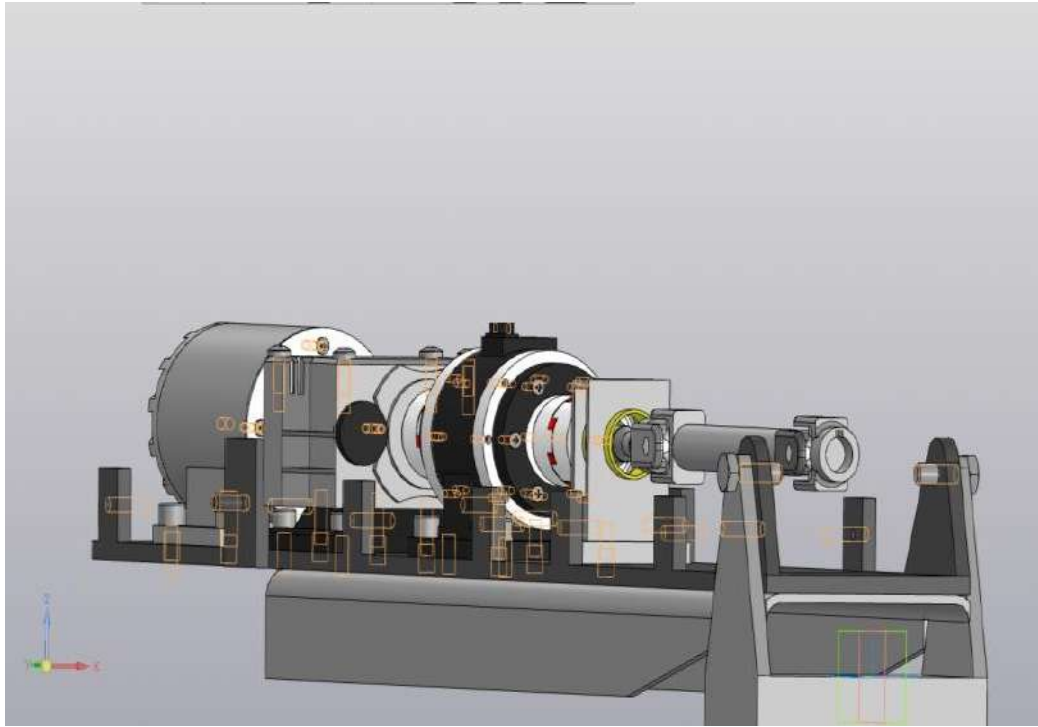


Рисунок 2.13 – Конструкція приводу

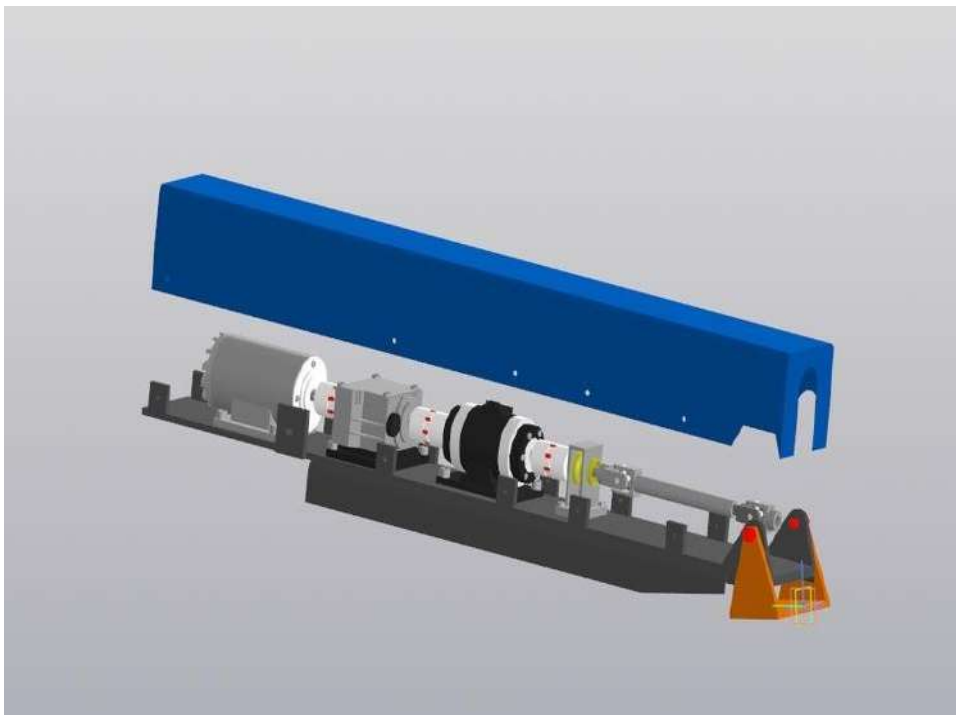


Рисунок 2.14 – Конструкція приводу, з кожухом
Для забезпечення можливості випробування РМ різних габаритів та конфігурації в конструкції стенду, рекомендую використовувати кронштейн,

					КРБАТ 25.22117.000. ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		42

що забезпечує переміщення приводу вздовж осі станда, зміна його розташування щодо валу шестерні як горизонтальному, так і вертикальному. На рисунку 2.15 представляю цей кронштейн.

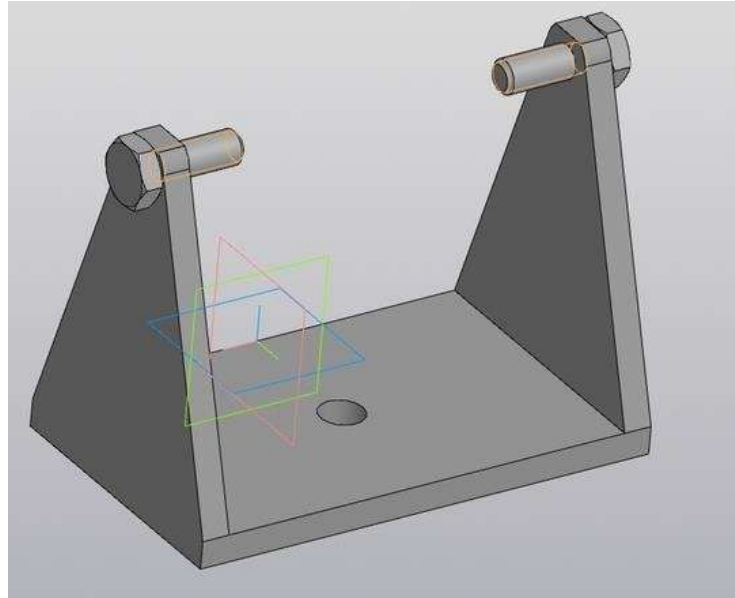


Рисунок 2.15 - Кронштейн

При піднятій поверхні приводу пропоную використовувати важіль-упор, представлений на рисунку 2.16, який упирається на нижню дублюючу поверхню приводу, надаю його на рисунку 2.17.

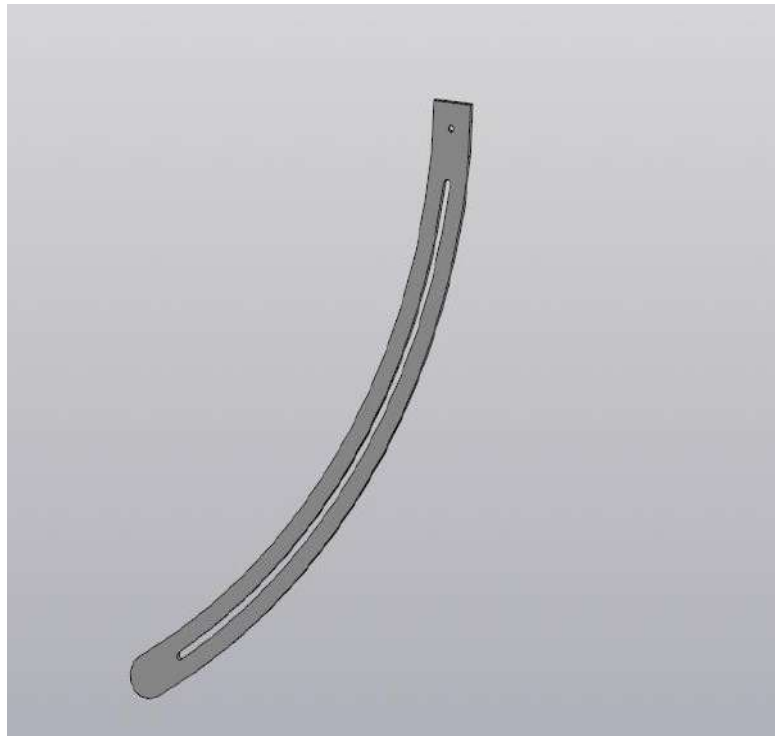


Рисунок 2.16 – Важіль-упор

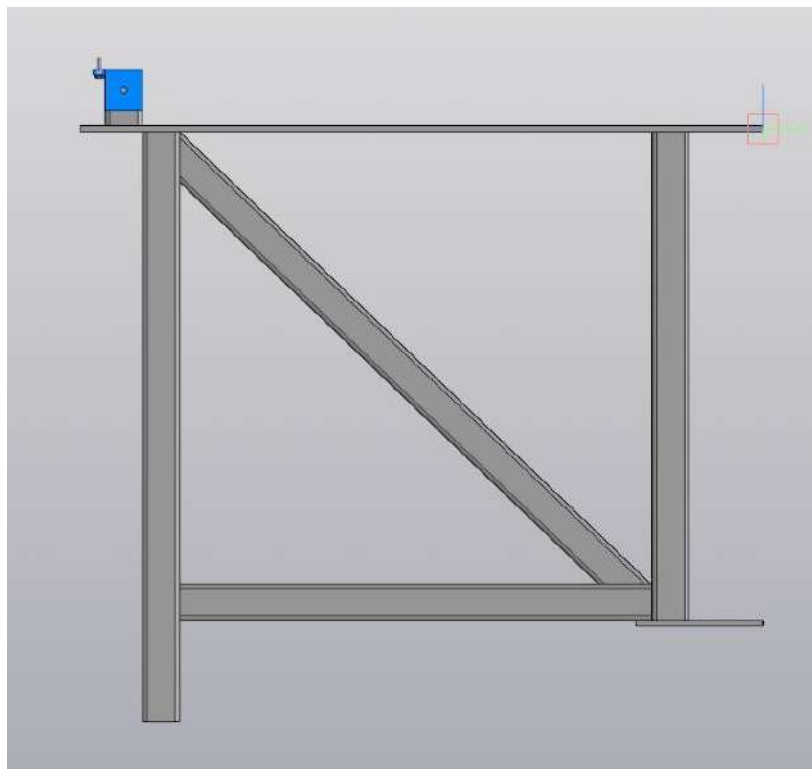


Рисунок 2.17 – Нижня дублююча поверхня приводу

					КРБАТ 25.22117.000. ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		44

У тому випадку, коли площина приводу знаходиться в горизонтальному положенні, її можна зафіксувати двома болтами до стаціонарного упору для того щоб збільшити жорсткість конструкції, який зобразили на рисунку 2.18. Також даний упор має два отвори з двох сторін, який фіксуватиме важіль-упор.

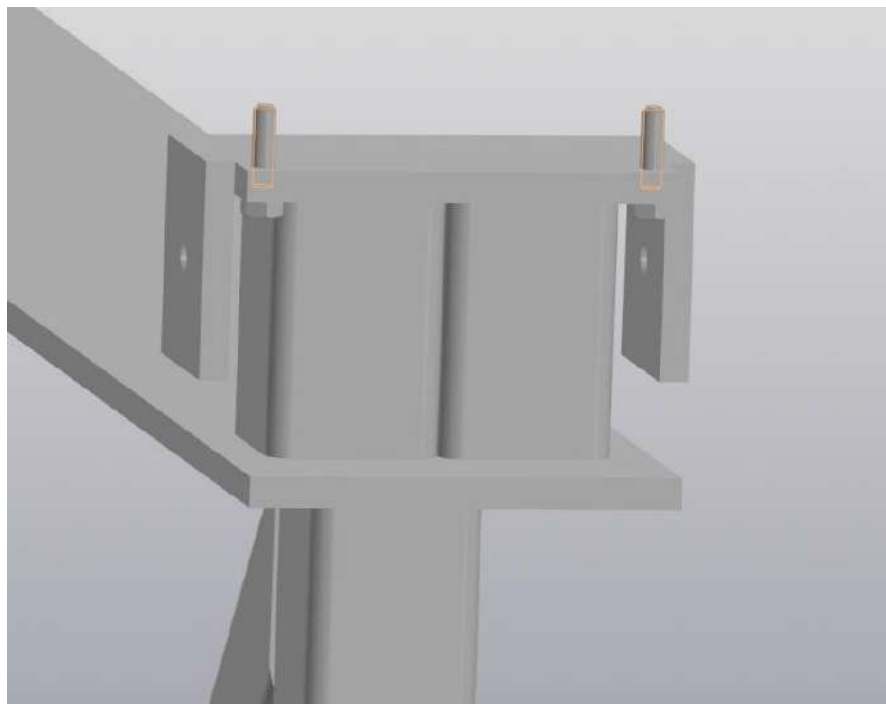


Рисунок 2.18 – Упор для площини приводу

Висота робочої поверхні стенду для зручності виконання робіт становить 1000 мм. На рисунку 2.19 представлено плиту, яка виконує роль поверхні столу. Вона кріпиться до рами і виготовлена з листа сталі товщиною 40 мм розміром 1200×500мм, призначена для переміщення, фіксації кронштейна приводу та елементів кріплення рульового механізму. Плита має три прорізи шириною 16 мм по всій довжині.

					КРБАТ 25.22117.000. ПЗ	Арк.
						45
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

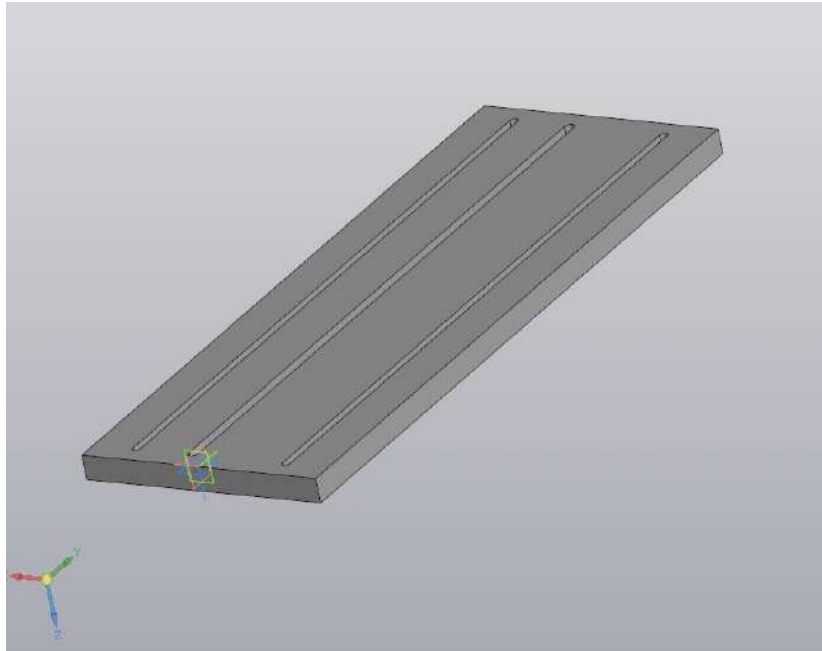


Рисунок 2.19 – Поверхня стенду



Рисунок 2.20 – Металева профільна труба

Рама стенду сконструйована за допомогою зварювання з профільної металевої труби, приклад якої зображений на рисунку 2.20 (габаритний розмір рами дорівнює плиті поверхні стенду, а сам розмір труби 60×60 мм з

					КРБАТ 25.22117.000. ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		46

товщиною стінки 5 мм). Даний вид металопрокату обраний з урахуванням того, що він вважається одним із доступних і забезпечує гідну жорсткість конструкції.

Використовуються оснастки для кріплення РМ, які мають можливість пересуватися робочою поверхнею столу, приклад якої показаний на рисунку 2.21

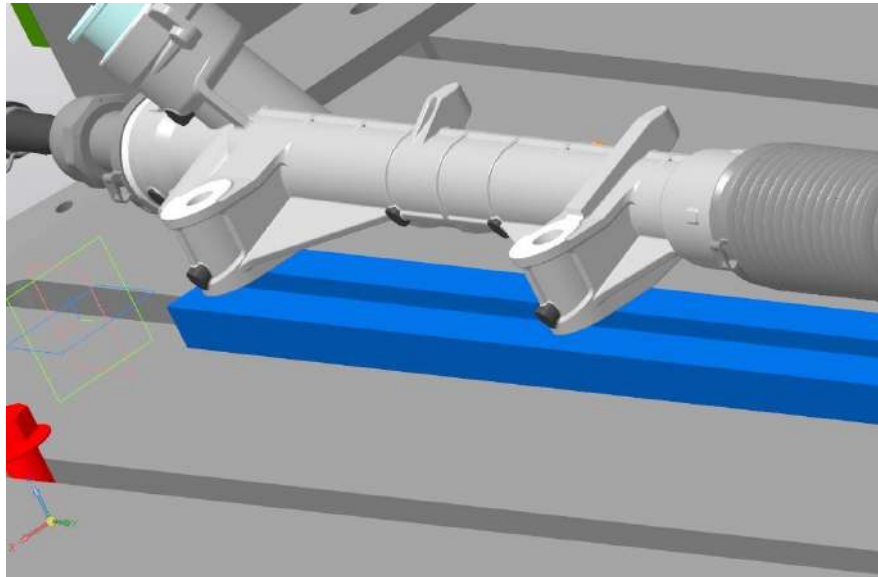


Рисунок 2.21 – Оснащення для кріплення РМ

Для навантаження рульового механізму пропоную використовувати аксіально-поршневий гідромотор (рисунок 2.22) на валу якого встановлений шків для кріплення двох тросів, вони з'єднані з поворотними важелями.

					КРБАТ 25.22117.000. ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		47

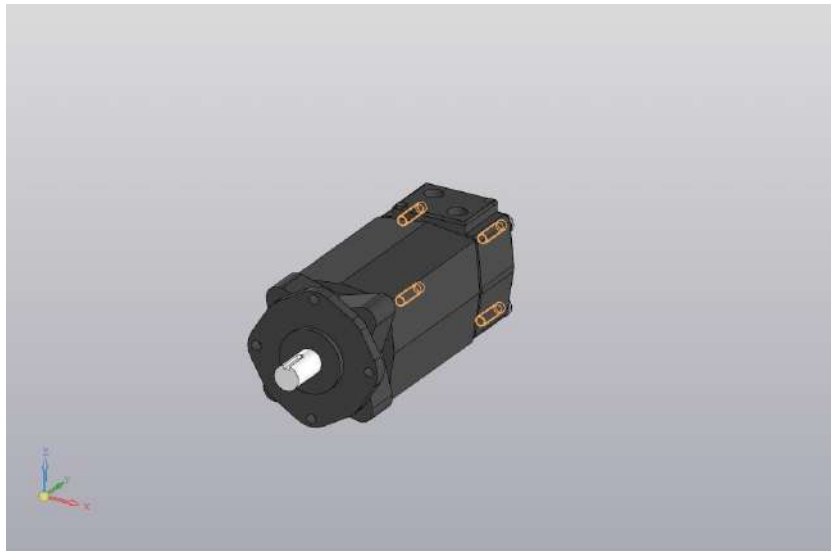


Рисунок 2.22 – Гідромотор

Для того щоб проводити контроль навантаження використовуємо тензодатчик балкового типу, який жорстко кріпиться до поворотного важеля. Даний тензодатчик зображено рисунку 2.23.



Рисунок 2.23 – Тензодатчик

Вал, на який кріпитися поворотний важіль варто зафіксувати за допомогою самовстановлюваних підшипників. Сам вал має діаметр 35 мм,

					КРБАТ 25.22117.000. ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		48

але з двох кінців має посадочні місця під діаметр 30мм (відповідно до внутрішнього діаметра підшипника). Вал, встановлюється під кутами 10 градусів поперечного та 3 градуси поздовжнього, що відповідає куту осі повороту колеса більшості автомобілів. Підшипник зображено малюнки 2.24, 2.25.



Рисунок 2.24 – Підшипник

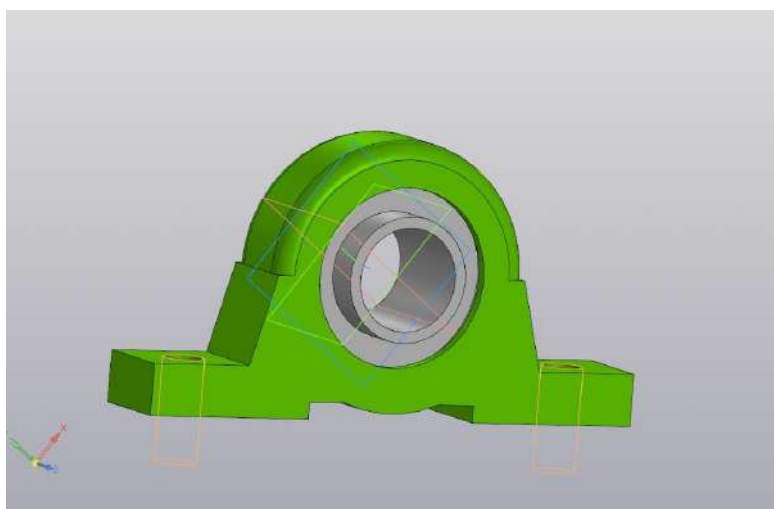


Рисунок 2.25 – Підшипник, зображений у 3D моделі

					КРБАТ 25.22117.000. ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		49

Для можливості випробування РМ різних габаритів верхнє кріплення самовстановлюваного підшипника необхідно зробити переміщається, а нижнє кріпитися через проставки болтами.

Щоб розрахувати передатне відношення, знадобиться датчик лінійного переміщення, який фіксуватиме дистанцію, пройдену рейкою за 1 оборот валу шестерні.

					КРБАТ 25.22117.000. ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		50

3 Рекомендації з експлуатації стенду для випробування елементів кермового керування автомобілів

3.1 Стенд та його призначення

Стенд необхідний для імітування обертання рульового колеса та перевірки рульового механізму на довговічність, надійність та міцність.

Передбачається, що стенд буде розташований у лабораторії усередині будівлі.

3.2 Загальна характеристика стенду

Характеристику стенду подаємо у вигляді таблиці 3.1 з основними параметрами

Таблиця 3.1 - Загальна характеристика

Характеристика	Значення
Тип стенду	Стационарний
Габаритні розміри стенду, мм	T-подібний, 1200×500+1300×150
Висота, мм	1000
Максимальна висота конструкції при вугіллі підйому приводу в 45 градусів	1919
Напруга,	380

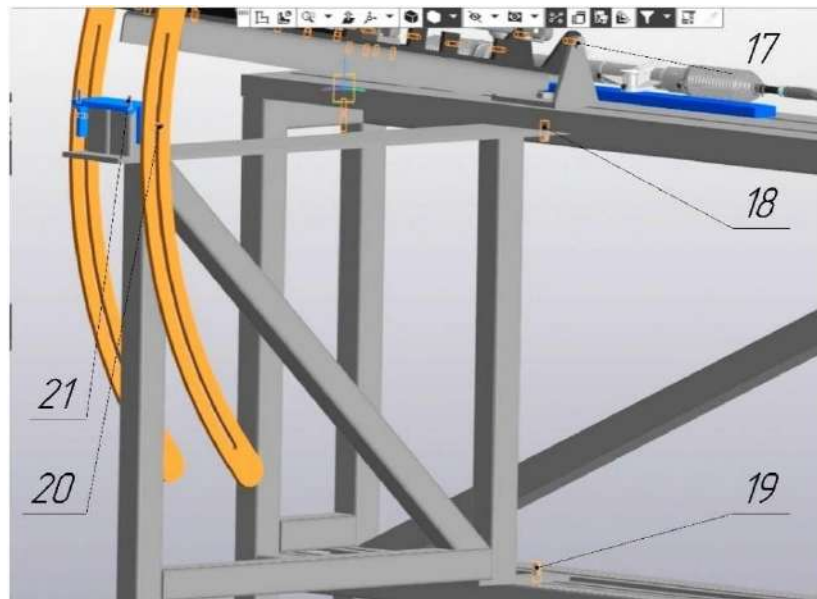
3.3 Комплектація стенду

Таблиця 3.2 – Склад, що входить у комплект стенду

Найменування	Кількість, шт
Рама	1
Рухома конструкція для переміщення (зі зміною кута) приводу	1
Конструкція навантаження РМ	1
Найменування	Кількість, шт
Електродвигун	1
Редуктор	1
Муфта	3
Датчик крутного моменту	1
Підшипниковий вузол від кермової колонки, зі стійкою	1
Карданний вал	1
Гідромотор	1
Датчик сили (тензодатчик)	2
Оснащення для кріплення РМ до стенду	1
Посібник з експлуатації	1
Датчик лінійного переміщення	1
Електронний кутомір	1

3.4 Влаштування стенду

На рисунку 3.1 зображено стенд у комплектації для випробувань РМ складається з таких елементів конструкції, до яких належать: 1. Привід; 2. Дублююча конструкція приводу; 3. Рама; 4. Майданчик для випробувань; 5. Механізм навантаження. Також рисунку 3.2 і 3.3 зображено пристрій стенда.



17 – Болт кріплення/вісь обертання площини приводу; 18 – болт кріплення/обертання кронштейна; 18-19 – болти кріплення/вісь обертання дублюючої конструкції приводу; 20 - болт кріплення важеля-упора приводу; 21 – болт кріплення дублюючої конструкції до площини приводу при горизонтальному її знаходженні

Рисунок 3.3 – Місця розташування основних болтів

Стенд є рамою 13 з металопрокату. До рами приєднаний пересувний привід та дублююча конструкція приводу. До складу приводу входить: двигун 1, муфти 2, редуктор 3, датчик крутного моменту 4, підшипний 10, кронштейн 7 та кожух 8.

Для можливості переміщення приводу потрібно послабити болти 18 і 19, а для можливості надання кута приводу необхідно послабити 2 болти під номером 17 і перевірити від'єднання болтів 21. А коли приводу заданий потрібний кут потрібно затягнути болти 20 на дублюючій конструкції приводу 14 в упорі 15, які додадуть жорсткість конструкції за допомогою упору важеля 16.

					КРБАТ 25.22117.000. ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		54

3.5 Вимоги до розташування та монтажу стенду

За вимогами ТЗ, стенд для випробувань РМ повинен розташовуватися в лабораторії, щоб проводити сертифікаційні випробування. Для безпеки в експлуатації необхідно надати рівну поверхню для встановлення стенду. Місце встановлення визначає особу, яка набуває стенду, залежно від наявних площ.

Потрібно провести заземлення технічного обладнання. Як правило, заземлюючий провід повинен мати переріз не менше 10 мм².

3.6 Попередні дії перед роботою стенду

Розглянемо такі критерії, за попередніми діями:

- переконатися, що стенд не включений до електромережі;
- перевірити, що робоча поверхня та місце поруч із стендом не заставлена сторонніми предметами;
- перевірити стійкість стенду;
- перевірити, що рухома конструкція приводу стенду закріплена;
- зняти кожух та перевірити кріплення всіх елементів приводу;
- кожух приводу має бути жорстко закріплений;
- переконатись у тому, що всі компоненти стенду справні та готові до роботи.

3.7 Послідовність дій при підготовці стенду до випробувань кермового механізму

Установка кермового механізму та підготовка його до випробувань проводиться у наступній послідовності:

					КРБАТ 25.22117.000. ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		55

- зробити жорстке закріплення кермового механізму до оснастки, за допомогою заводських елементів кріплення РМ;
- задати необхідне положення приводу, так що було схоже на заводське конструкторське рішення:

а) при переміщенні та обертанні приводу вздовж поверхні столу потрібно злегка послабити болти кріплення кронштейна та місце з'єднання конструкції приводу до рами;

б) для зміни вертикального кута приводу, необхідно зняти кожух і відкрутити гайки кріплення рухомої конструкції приводу до поверхні кріплення приводу, послабити кріплення поверхні приводу до кронштейна, потім підняти привід, до потрібного кута ґрунтуючись на показаннях електронного рівня і жорстко закріпити важіль-упор поверхні до приводу;

- приєднати привід до РМ за допомогою карданного валу;
- приєднати елемент навантаження до кермових тяг;
- задати необхідні параметри та запустити стенд;
- у процесі роботи періодично перевіряти кількість циклів та стежити за навантаженням.

					КРБАТ 25.22117.000. ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		56

4 Техніка безпеки та екологічність стенду для проведення випробування над елементами кермового управління

4.1 Загальний опис та порядок дій при випробуванні стенду

У цій роботі розглядається стенд для випробувань кермового механізму. Виготовлений стенд повинен забезпечувати:

- безпечну експлуатацію,
- довгий термін служби,
- справну роботу його компонентів,
- простоту огляду.

Порядок проведення випробування:

- робочий встановлює кермовий механізм із тягами у зборі на стенд;
- робітник приєднує привід до валу шестерні РМ;
- робітник приєднує пристрій навантаження до кермових тяг;
- робітник спостерігає за процесом випробування.

4.2 Ідентифікація небезпечних та шкідливих виробничих факторів

Під час роботи на виробництві слід дотримуватись певних правил умов праці.

Усі небезпечні та шкідливі фактори, що виникають при роботі, можуть призвести до поганого самопочуття співробітника, ряду інфекційних захворювань, професійного захворювання, тимчасового зниження працездатності. Тому необхідно виявити низку шкідливих виробничих факторів, яких слід не допустити (таблиця 4.1).

					КРБАТ 25.22117.000. ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		57

Таблиця 4.1 – Ідентифікація небезпечних та шкідливих виробничих факторів на робочих місцях

Робоче місце	Група ОВПФ	Найменування ОВПФ1	Джерело ОВПФ (найменування обладнання, інструментів, матеріалів та ін.)
Стенд для циклічних випробувань кермового механізму	фізичні	підвищений рівень вібрації;	робота приводу РМ
		рухомі машини та механізми;	хід рейки та важелів навантаження при випробуванні
		рухомі частини виробничого обладнання;	пересувна конструкція приводу
		гострі кромки, задирки та шорсткість на поверхнях заготовок, інструментів та обладнання;	стенд виконаний з металу, який може мати деякі шорсткості та тупі кути.
	психофізіологічні	статичні;	спостереження за процесом роботи стенда
		монотонність праці;	спостереження за процесом роботи стенду

4.3 Умови та норми шуму на виробництві

Прироботи на виробництві з устаткуванням, необхідно організувати контроль за нормою шуму протягом робочого дня. Такий фактор, як шум на робочому місці позначається на здоров'ї людей, можуть виникнути почуття втоми, дратівливості, загальмованість, втрата концентрації та уваги за робочим процесом, головний біль, а як внаслідок помилки при роботі за

обладнанням. Всі ці фактори впливають на продуктивність праці та якісну роботу. Якщо на робочому місці шум складатиме 80-85 дБА, то слід вжити заходів щодо зниження ризику. При розробці стенду було прийнято використовувати засоби шумопоглинання (кожух, захисний екран), а також надання засобів індивідуального захисту для вух.

4.4 Організація зі створення умов праці

Вимоги щодо створення умов праці з метою зменшення травм на небезпечних ділянках виробництва. Для цього проводиться регулярно інструктаж робочого персоналу щодо заходів техніки безпеки, а також протипожежна безпека та дотримання санітарних норм. Інструктаж проводять вступний, первинний, повторний, позаплановий.

Необхідно дотримуватись також заходів щодо захисту перед початком роботи з обладнанням. З метою зменшення виробничих травм необхідно одягти спецодяг, головний убір. Перед тим як приступити до роботи, переконатися, що робоче місце підготовлено, прибрати, якщо присутні сторонні речі.

Слід дотримуватись техніки безпеки після закінчення робочого процесу:

- забратися на своєму робочому місці;
- дотримуватись заходів пожежної безпеки, не залишати легкозаймисті речі поряд з обладнанням;
- переодягнутися зі спецодягу, прибрати його в шафу, помити руки відповідно до гігієнічних норм.

Слід забезпечити електробезпеку під час роботи з обладнанням. Вся електропроводка має бути справною, обладнання повинно мати заземлення.

На виробничій ділянці слід встановлювати освітлювальні прилади для

					КРБАТ 25.22117.000. ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		59

комфортної роботи, а також наявність вікон для природного світла у денний час.

Таким чином, у цьому розділі з безпеки розглянули небезпечні та шкідливі виробничі фактори, які можуть впливати на людину з несприятливими наслідками.

Для розробленого стенду було розглянуто такі вимоги:

- щодо безпечної експлуатації;
- до пожежної безпеки;
- до електричної проводки;
- до організації умов праці, зменшення травмування робочих з виробництва;
- до спецодягу та особиста гігієна.

Також необхідно проводити інструктажі з техніки безпеки, дотримуватись заходів пожежної безпеки, тримати чистоту та порядок на робочому місці.

					КРБАТ 25.22117.000. ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		60

Висновок

В результаті виконаної кваліфікаційної роботи спроектовано стенд для циклічних випробувань рульового механізму.

1. Проведено огляд та аналіз випробувальних стендів, визначено їх недоліки та конструктивні рішення, які враховані в технічній пропозиції та спроектованої конструкції стенду.

2. Розроблено технічне завдання та технічну пропозицію, проаналізовано та обрано: елементи приводу валу шестерні кермового механізму (безщітковий, синхронний, трьох фазний електродвигун та співвісний двоступінчастий планетарний редуктор); датчик крутного моменту; підшипниковий вузол з карданним валом; механізм навантаження (аксіально-поршневий гідромотор).

3. Розроблено посібник з експлуатації стенду, представлені конструктивні рішення його основних механізмів та послідовність дій при підготовці стенду до випробувань кермового механізму.

4. Визначено шкідливі та небезпечні фактори, що впливають на здоров'я людини під час роботи зі стендом. Запропоновано заходи щодо їх усунення.

					КРБАТ 25.22117.000. ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		61

Список використаної літератури та джерел

1 Лудченко О. А. Технічне обслуговування і ремонт автомобілів: підручник. – Київ: Знання-Прес, 2003. – 511 с.

2 Чабанний В. Я. Ремонт автомобілів: навчальний посібник. – Кіровоград: Друкарня, 2007. – 720 с.

3 Сідашенко О. І. Ремонт машин та обладнання: підручник. – Київ: Агроосвіта, 2014. – 665 с.

4 Марчук Р. М. Конспект лекцій з навчальної дисципліни «Правила дорожнього руху». – Рівне: НУВГП, 2016. – 50 с.

5 Основи керування автомобілем та безпека дорожнього руху: навчальний посібник для ВНЗ. – Київ: ВІКНУ, 2011. – 368 с.

6 Кашканов А. А., Грисюк О. Г. Безпека руху автомобільного транспорту: навчальний посібник. – Вінниця: ВНТУ, 2005. – 58 с.

7 Біліченко В. В., Зелінський В. Й., Севостьянов С. М. Основи конструкції автомобілів. Ходова частина: навчальний посібник. – Вінниця: ВНТУ, 2007. – 59 с.

8 Біліченко В. В., Варчук В. В., Вдовиченко О. В. Менеджмент технічних служб на автотранспортних підприємствах: навчальний посібник. – Вінниця: ВНТУ, 2007. – 117 с.

9 Буренніков Ю. А., Кашканов А. А., Ребедайло В. М. Рухомий склад автомобільного транспорту: робочі процеси та елементи розрахунку: навчальний посібник. – Вінниця: ВНТУ, 2009.

					КРБАТ 25.22117.000. ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		62