

**МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ**  
**ЛЬВІВСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ**  
**ПРИРОДОКОРИСТУВАННЯ**  
**ФАКУЛЬТЕТ МЕХАНІКИ, ЕНЕРГЕТИКИ ТА**  
**ІНФОРМАЦІЙНИХ ТЕХНОЛОГІЙ**  
**КАФЕДРА МАШИНОБУДУВАННЯ**

# **КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА**

першого (бакалаврського) рівня вищої освіти

на тему: «Модернізація кульової опори автомобіля з метою  
встановлення коліс для підвищеної прохідності»

Виконав: студент групи Маш-42сп

Спеціальності 133 «Галузеве машинобудування»  
(шифр і назва)

Грушка Олександр Андрійович

(Прізвище та ініціали)

Керівник: к.т.н., в.о. доц. Шеремета Р.Б.

(Прізвище та ініціали)

**ДУБЛЯНИ-2024**

**МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ**  
**ЛЬВІВСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ**  
**ПРИРОДОКОРИСТУВАННЯ**  
**ФАКУЛЬТЕТ МЕХАНІКИ, ЕНЕРГЕТИКИ ТА ІНФОРМАЦІЙНИХ**  
**ТЕХНОЛОГІЙ**  
**КАФЕДРА МАШИНОБУДУВАННЯ**

Перший (бакалаврський) рівень вищої освіти  
Спеціальність 133 «Галузеве машинобудування»

«ЗАТВЕРДЖУЮ»

Завідувач кафедри \_\_\_\_\_  
(підпис)

д.т.н., професор Віталій ВЛАСОВЕЦЬ

« \_\_\_\_ » \_\_\_\_\_ 202\_ р.

**ЗАВДАННЯ**

на кваліфікаційну роботу здобувачу

Грушці Олександрю Андрійовичу

1. Тема роботи: **«Модернізація кульової опори автомобіля з метою встановлення коліс для підвищеної прохідності»**

Керівник роботи к.т.н., в.о. доц. Шеремета Роман Богданович затверджені наказом по університету від 27.11.2023 року № 641/к-с.

2. Строк подання здобувачем роботи 14.06.2024 р.

3. Вихідні дані до роботи: технічні характеристики підвіски автомобіля, характеристики металорізальних верстатів, інструкції з охорони праці.

4. Зміст розрахунково-пояснювальної записки (перелік питань, які необхідно розробити)

1. Аналіз підвіски легкового автомобіля.

2. Розробка конструкції.

3. Технологічна частина.

4. Охорона праці та безпека виробництва.

5. Економічна частина.

Висновки.

Бібліографічний список

5. Перелік графічно-ілюстраційного матеріалу:

*Аналіз підвіски та кульової опори легкового автомобіля.*

*Конструкція накладки на кульову опору.*

*Технологія виготовлення проєктованих деталей.*

*Результати розрахунку економічної ефективності.*

6. Консультанти з розділів:

Розділ	Прізвище, ініціали та посада консультанта	Підпис, дата	
		завдання видав	завдання прийняв
1, 2, 3, 5	Шеремета Р. Б., в.о. доц. каф. машинобудування		
4	Городецький І. М. доц. каф. фізики, інженерної механіки та безпеки виробництва		

7. Дата видачі завдання

27.11.2023 р.

Календарний план

№ з/п	Назва етапів дипломного проєкту	Терміни виконання етапів роботи	Примітка
1	<i>Написання першого розділу</i>	<i>27.01.24-17.02.24</i>	
2	<i>Написання другого розділу</i>	<i>20.02.24-17.03.24</i>	
3.	<i>Написання третього розділу</i>	<i>20.03.24-26.05.24</i>	
4.	<i>Написання четвертого розділу</i>	<i>29.05.24-02.06.24</i>	
5.	<i>Написання п'ятого розділу</i>	<i>05.06.24-09.06.24</i>	
6.	<i>Завершення оформлення розрахунково-пояснювальної записки. Завершення роботи в цілому</i>	<i>10.06.24-14.06.24</i>	

Здобувач \_\_\_\_\_.(Олександр ГРУШКА)  
(підпис)

Керівник роботи \_\_\_\_\_(Роман ШЕРЕМЕТА)  
(підпис)

**УДК: 658.51:631.3**

Кваліфікаційна робота: с. 64 текст. част., 37 рис., 6 табл., 26 джерел.

Модернізація кульової опори автомобіля з метою встановлення коліс для підвищеної прохідності. Грушка О.А. Кафедра машинобудування. – Дубляни, Львівський НУП, 2024.

Дана дипломна робота присвячена конструктивній розробці деталей для модернізації кульової опори автомобіля для можливості встановлення коліс для підвищеної прохідності. Розроблено конструкцію та технології виготовлення проєктованих деталей. Написано кед керуючої програми для токарного верстату з ЧПК.

У даній роботі розглянуто питання охорони праці та безпеки виробництва при роботі електрообладнанням. Здійснені розрахунки економічної ефективності виготовлення розроблених деталей.

# **ЗМІСТ**

Вступ

## **1. АНАЛІЗ ПІДВІСКИ ЛЕГКОВИХ АВТОМОБІЛІВ**

### **1.1 Огляд підвіски легкового автомобіля**

#### **1.2 Класифікація підвісок легкових автомобілів**

### **1.3 Елементи які входять до складу підвісок**

### **1.4. Кульова опора**

### **1.5. Про модернізацію**

### **1.6. Виготовлення кульових опор**

### **1.7. Постановка завдання**

## **РОЗДІЛ 2. КОНСТРУКТИВНИЙ РОЗДІЛ**

## **РОЗДІЛ 3. ТЕХНОЛОГІЧНИЙ РОЗДІЛ**

### **3.1 Розрахунки та вибір режимів обробки.**

## **РОЗДІЛ 4. ОХОРОНА ПРАЦІ ТА БЕЗПЕКА В НАДЗВИЧАЙНИХ СИТУАЦІЯХ**

### **4.1 Електробезпека**

#### **.1.1 Електротравматизм та дія електричного струму на організм людини**

#### **4.1.2 Допустимі значення струмів і напруг**

#### **4.1.3 Технічні способи та засоби захисту при переході напруг на нормально**

### **4.2 Пожежна безпека**

#### **4.2.1 Способи та засоби гасіння пожеж**

#### **4.2.2 Вогнестійкість будівель та споруд**

### **4.3 Безпека верстатних пристроїв**

## **Розділ 5. ЕКОНОМІЧНА ЕФЕКТИВНІСТЬ**

**Висновки**

**Бібліографічний список**

## ВСТУП

Починаючи з первісних часів людство прагнуло розширення і вдосконалення, все можливими шляхами розвитку(прогресу), дозрівання і еволюції. Одним із таких шляхів розвитку була галузь машинобудування, де люди своїми зусиллями знаннями і стараннями вдосконалювали(оновляли/піднімали клас-якість) своє життя.

В розвитку будь-якої індустріальної країни особливу роль відіграє машинобудівництво. І те як вона себе поводить, напряду відображає в якому стані країна. Сучасному машинобудівному виробництву властиве безперервне розширення номенклатури оброблюваних деталей і збільшенням випуску деталей меншими серіями, що вимагає частого переналагодження виробничого процесу в мінімально короткі терміни.

При цьому поряд з вимогою високої надійності, точності, продуктивності обладнання необхідно забезпечити високу гнучкість, переналагодження виробництва. До недавнього часу в машинобудуванні, в основному застосовувалися спеціалізовані автомати та автоматичні лінії, незамінні в масовому виробництві, але нерентабельні в умовах серійного і дрібносерійного виробництва, як із-за високої вартості, так і в зв'язку з тривалим циклом розробки, впровадження та переналагодження в процесі експлуатації. Для рішення основної задачі підвищення продуктивності праці і якості випущеної продукції при мінімальних витратах, необхідно широке введення машин і обладнання з вбудованими пристроями мікропроцесорної техніки, і багатоопераційних верстатів з числовим програмним керуванням(ЧПК). В свій перший час верстати з ЧПК застосовувалися в основному в авіаційній і суднобудівній промисловості. Із плином часу станки ЧПК використовувались практично у всіх відгалуженнях промисловості.

Настільки бурхливий(активний) розвиток виробництва і впровадження верстатів з ЧПК обумовлено їх істотними перевагами в порівнянні з універсальними верстатами, а саме: можливість обробки об'ємних деталей

складної форми; сталість якості обробки; відносно короткий цикл розробки впровадження та переналагодження в процесі виробництва і експлуатації; економія кваліфікованої робочої сили і т.д.

Однак, традиційною сферою з відносно низьким рівнем автоматизації залишилися допоміжні операції, пов'язані з транспортуванням і складуванням об'єктів виробництва, розвантаженням і завантаженням технологічного обладнання, що суттєво стримує темпи підвищення продуктивності праці. Доволі низьким рівнем автоматизації характеризуються складальні, зварювальні та ряд інших галузей, які потребують вдосконалення та підтримки. Все це довело до гострих суперечностей між рівнем розвитку техніки і характером праці при її використанні, потребами в трудових ресурсах і їх фактичною наявністю, вимогами виробничих процесів і обмеженими психофізіологічними можливостями людини. Висока ефективність застосування обладнання з ЧПК досягається в результаті вирішення всього комплексу питань, пов'язаних з його промисловою експлуатацією: автоматизованого розрахунку і записи керуючих програм. Технологічної підготовки ріжучого, вимірювального і кріпильного інструменту, обладнання, а також оптимальної організації експлуатації та ремонту верстатів з ЧПК. Особливостями спеціалізованих верстатів з ЧПК пояснюється особлива увага до питань автоматизованої підготовки керуючих програм для багатокординатної контурної обробки і забезпечення техніко – економічної ефективності використання парку верстатів з ЧПК.



## 1. АНАЛІЗ ПІДВІСКИ ЛЕГКОВИХ АВТОМОБІЛІВ

### 1.1 Огляд підвіски легкового автомобіля

Невіддільною (частина/ознака) частиною будь-якого автомобіля є підвіски. Підвіски служать для кріплення коліс до кузова. Тобто вона є проміжною ланкою, що дозволяє автомобілю рухатися по поверхні доріг(на землі, ґрунті) де можуть траплятися різні види перешкод, при цьому ми можемо спокійно керувати автомобілем, а в машині двигун матиме змогу передавати свої зусилля на колеса. При тому ця сама суміжна ланка має утримувати жорсткість, щоб нічого не розлетілося.

Елементи підвіски повинні мати якомога меншу вагу і забезпечувати максимальну ізоляцію від дорожніх шумів. Крім цього, слід зазначити, що підвіска передає на кузов сили, які виникають при контакті колеса з дорогою, тому її проектують таким чином, що вона має підвищену міцність і довговічність (дивіться рисунок 1.).

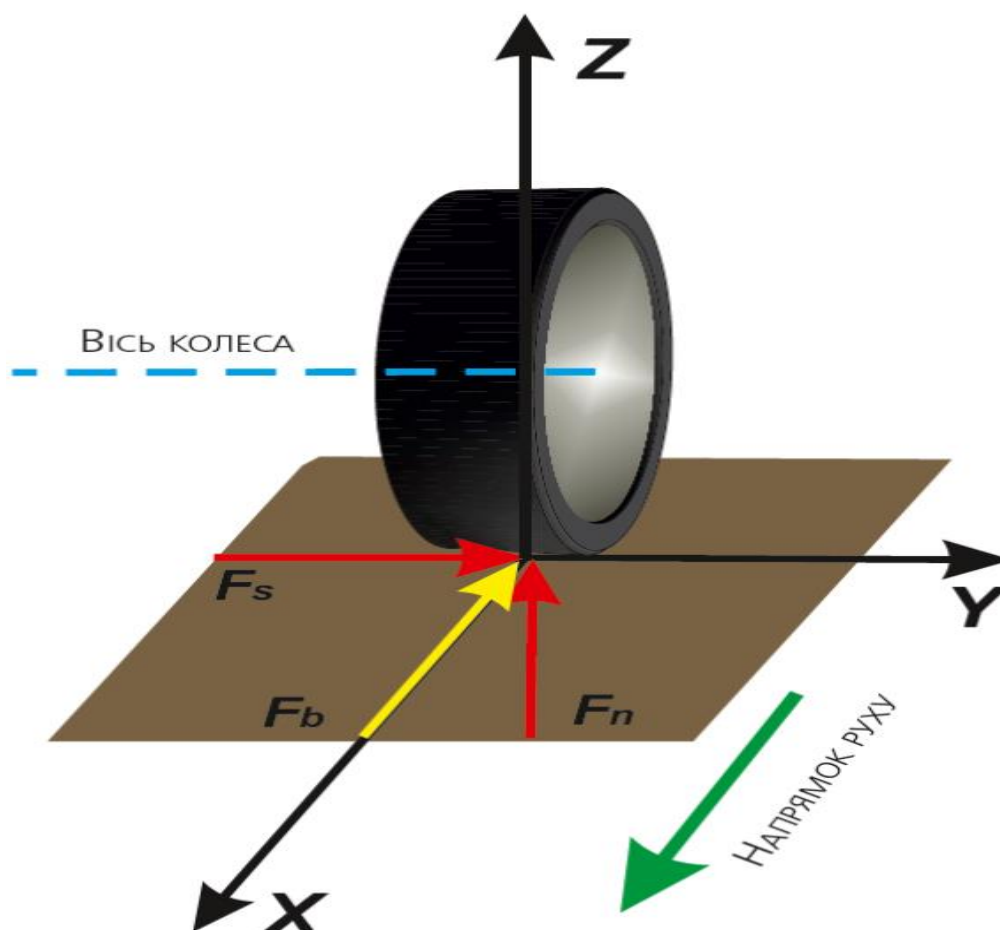


Рисунок 1.1 Сили що діють на колесо при його русі

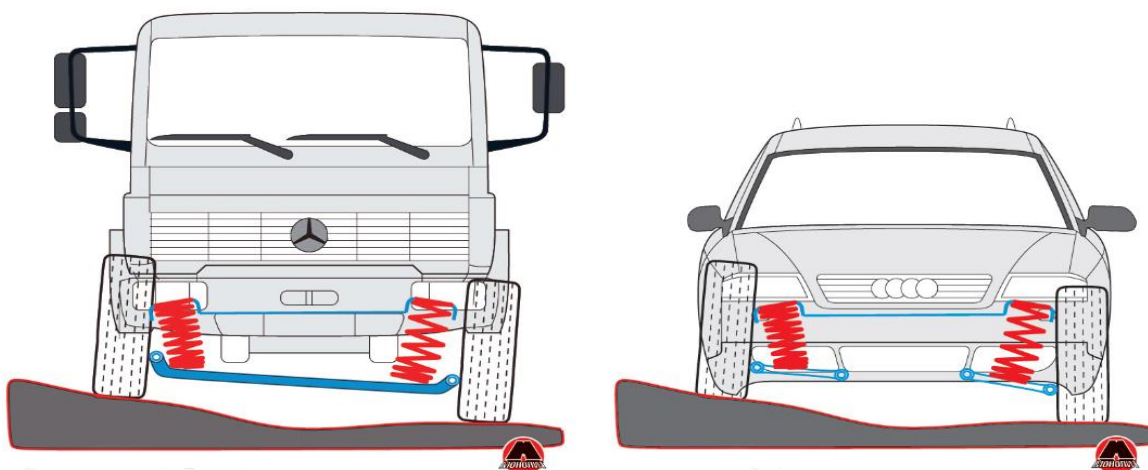
Якщо до підвіски ставляться великі вимоги, то усі її елементи повинні бути(проектуватися) певним чином: шарніри, які мають крутитися, і паралельно бути жорсткими та бути звуконепроникними для кузова; важелі мусять передавати зусилля які виникають в роботі підвіски з усіх напрямків, а також бере на себе напруження що виникає в ті моменти при гальмуванні та розгоні(набір швидкості); вони не мають бути дорогими у виробництві й містити велику масу.

## 1.2 Класифікація підвісок легкових автомобілів

Підвіски можна розрізнати за такими ознаками: а) конструкція: залежна, незалежна; б) кількість і розташування важелів: одноважельні, двоважельні та багато важільні, з косим і поперечним та повздовжнім розташуванням важелів; в) тип демпфувального елемента: з важільним та телескопічним елементом; г) типом пружного елемента: ресорна, торсіонна, гідропневматична, пружинна, пневматична.

Складаються підвіси з таких частин: а) демпфувальні амортизатори; б) сполучні/спрямовуючі важелі; в) пружні(пневматичні подушки, пружини, ресори та таке інше).

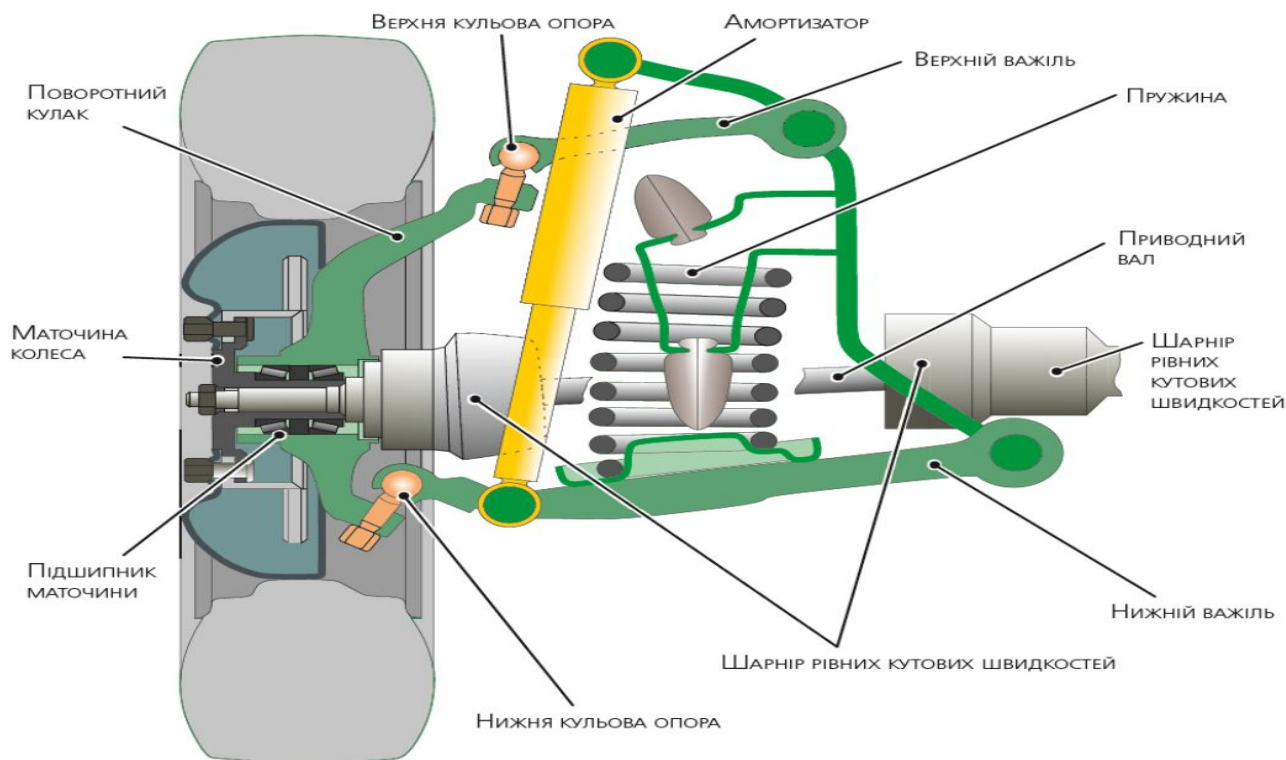
Підвіси можуть бути **залежні** і **незалежні**. Коли використовуються підвіси залежні до колеса одної з осей автомобіля, то вони є пов'язаними між собою, а при переміщенні правого колеса ліве посне теж переміщатися так як це показано (на рисунку 2. І 3. З лівого боку); а якщо незалежна то так як (на рисунку 2. І 3. з правого боку).



**Рисунок 1.2 і 1.3. З ліва залежна підвіска, а з права незалежна.**

Підвіси також розрізняють за кількістю і розміщенням важелів. Так, якщо в конструкції присутні два важелі, аж тоді та підвіска називається «**двоважільною**». Якщо важелів більше ніж два, то підвіска — **багатоважільна**. Якщо два важелі, наприклад, будуть розміщені поперечно поздовжньо осі автомобіля, то в назві з'явиться додаток: «**з поперечним розташуванням важелів**».

Детальніше про влаштування і амортизацію колеса можна розглянути на (рисунок 4).



**Рисунок 1.4 влаштування підвіси для колеса нижньої ходової частини :**

**А) поворотний кулак; Б) маточина колеса; В) підшипник маточини; Г) нижня та верхня кульова опора; Г) шарнір рівних куткових швидкостей; Д) Амортизатор; верхній та нижній важіль; Е) приводний вал.**

Підвіски також розрізняють за типом демпфувального елемента — амортизатора. Амортизатори можуть зустрічатись **телескопічні** або **важільні** перші з яких схожі на телескопи та можна зустріти практично на всіх сучасних автомобілях, а другі не знайдеш навіть якщо сильно захочеш.

Ще одною ознакою за якою розрізняють підвіси є пружні елементи: ресори, кручені пружини, торсіони (то є такий стрижень один кінець якого кріпиться на кузові та не рухається, а другий прикріплений до важеля підвіси), пневматичний елемент (придуманий на основі стискання повітря), гідропневматичний елемент (при комбінації газоподібного елемента і рідинного елемента).

### **1.3 Елементи які входять до складу підвісок**

Поворотний кулак є з'єднувальним звеном між важелями підвіски та колесом. На схемі ця деталь позначена як рисунок 1.5. У звичайних умовах її називають цапфою. Однак, якщо цапфа встановлена на підвісці з керованими колесами, вона отримує назву поворотного кулака. Для некерованих коліс залишається термін "цапфа".

Маточина колеса (також показана на рисунку 1.5) є з'єднувальним звеном між колесом і поворотним кулаком або цапфою. Поворотний кулак лише передає зусилля на елементи підвіски і сам не обертається. Для того щоб забезпечити вільне обертання колеса, необхідна маточина. На неї кріпиться гальмівний диск або барабан, а саме колесо монтується на маточині, яка встановлюється у поворотний кулак на підшипниках, що забезпечують плавне обертання колеса.

Напрямні і сполучні елементи кріплення колеса до кузова або підрамника складаються з важелів і штанг. Штанга — це порожнистий

профіль, зазвичай круглого або рідше квадратного перерізу. Вона представляє собою трубку з вушками на обох кінцях для кріплення гумових втулок, які забезпечують кріплення до кузова та поворотного кулака або цапфи.

Важелі — конструктивно складніші елементи. Вони можуть бути зварені з трубок (така конструкція застосовується здебільшого в спортивних автомобілях), відлиті з алюмінієвого сплаву (щоб зменшити вагу) або відштамповані з листового металу (щоб знизити вартість). Кількість і розташування важелів впливають на плавність ходу і керованість автомобіля.

Однією з найпоширеніших сьогодні конструкцій підвіски є підвіска зі стійкою Макферсона (рисунок 6.5), відома також як «свічка» (наприклад, передня підвіска у ВАЗ 2109 та подібних моделей). Вона вирізняється простотою конструкції, низькою вартістю, легкістю ремонту та відносним комфортом. Амортизаторна стійка зверху кріпиться до кузова з можливістю обертання в опорі, а знизу — до поворотного кулака. Поворотний кулак з'єднаний з нижнім поперечним важелем підвіски, який приєднаний до кузова, утворюючи замкнуту систему.

Пробій підвіски — це замикання, контакт металевих елементів підвіски один з одним з різко збільшеним ударним навантаженням, зазвичай при наїзді на велику дорожню перешкоду, що супроводжується характерним дзвінким металевим звуком з боку опори (або опор) підвіски.

Щоб усунути «кльовки», поліпшити керованість і підвищити енергоємність, застосовують одну з найстаріших конструкцій підвіски, яка дійшла до наших днів зі значними перетвореннями — підвіску на двох поперечних важелях (приклад якої наведено на рисунку 1.5).

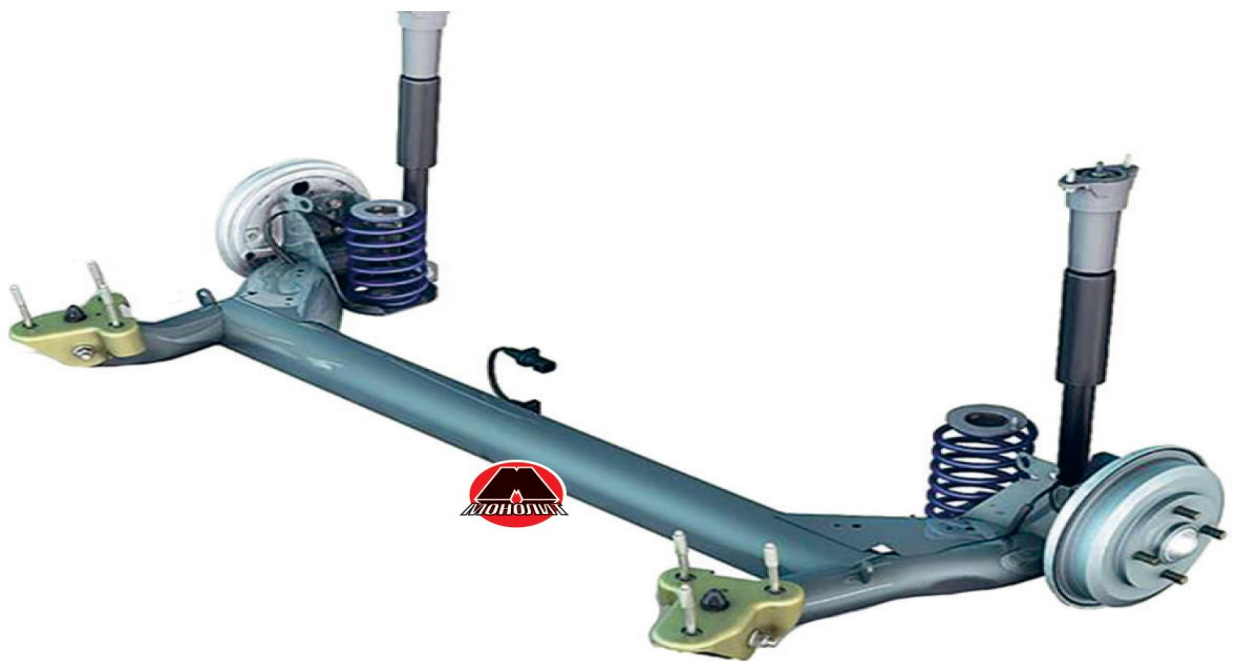


**Рисунок.1.5 Передня підвіска на двох поперечних важелях з амортизаційною стійкою.**

У цій конструкції використовуються опорний (нижній) і направляючий (верхній) важелі, які кріпляться до поворотного кулака. Нижня частина амортизаторної стійки або окремо пружина і амортизатор встановлюються на опорний важіль. Верхній важіль виконує функцію керування рухом колеса у вертикальній площині, мінімізуючи його відхилення від вертикалі. Розташування важелів відносно один одного безпосередньо впливає на поведінку автомобіля під час руху. Зверніть увагу на рисунок 1.5.

Коли ресурси для розвитку одного плану вирішення проблеми вичерпуються, а цілі залишаються недосягнутими, конструкцію доводиться ускладнювати, попри збільшення вартості. Саме таким шляхом пішли конструктори при розробці багатоважільної підвіски. Хоча вона вийшла дорожчою за дво- або одноважільну, зате вдалося досягти практично ідеального переміщення колеса без відхилень у вертикальній площині, усунути ефект підрулювання при проходженні поворотів і забезпечити стабільність.

Практично всі схеми, описані вище, можуть застосовуватися і в конструкції задньої підвіски. Це одне з найпростіших, найдешевих і найнадійніших рішень для задньої підвіски, проте воно має численні вади. Суть конструкції полягає в тому, що два поздовжні важелі, на які спираються пружини й амортизатори, з'єднані балкою, як показано на рисунку 1.6. Частково підвіска є залежною, оскільки колеса пов'язані між собою, проте завдяки властивості балки колеса можуть переміщатися одне відносно одного.



**Рисунок 1.6** Приклад задньої напівзалежної підвіски.

## 1.4. Кульова опора

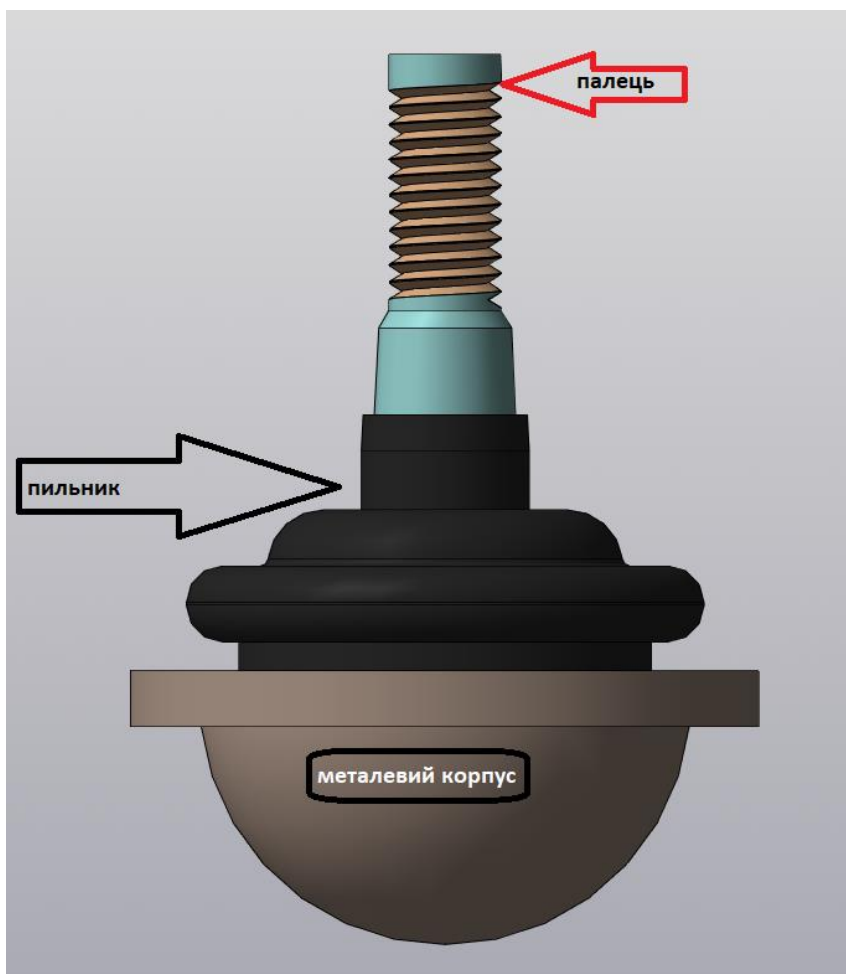
Кульова опора(шарова опора) – це вид шарнірного вузла, до якого кріпляться важелі передньої підвіски рис. 1.1. Є два способи монтажу кульових опор: З'єднання та закріплення болтами до важелів – якщо опора виходить з ладу то її просто відкручують і замінюють іншою(новою). Її обслуговування не потребує особливих навичок або спеціального обладнання, хоча бажано щоби все ж таки було.

Кульові (шарові) опори активно використовуються в автомобільно-транспортній промисловості та інших механізованих пристроях котрим необхідно виконувати колові рухи для успішного виконання своїх функцій.

### Завдання пильника кульової опори

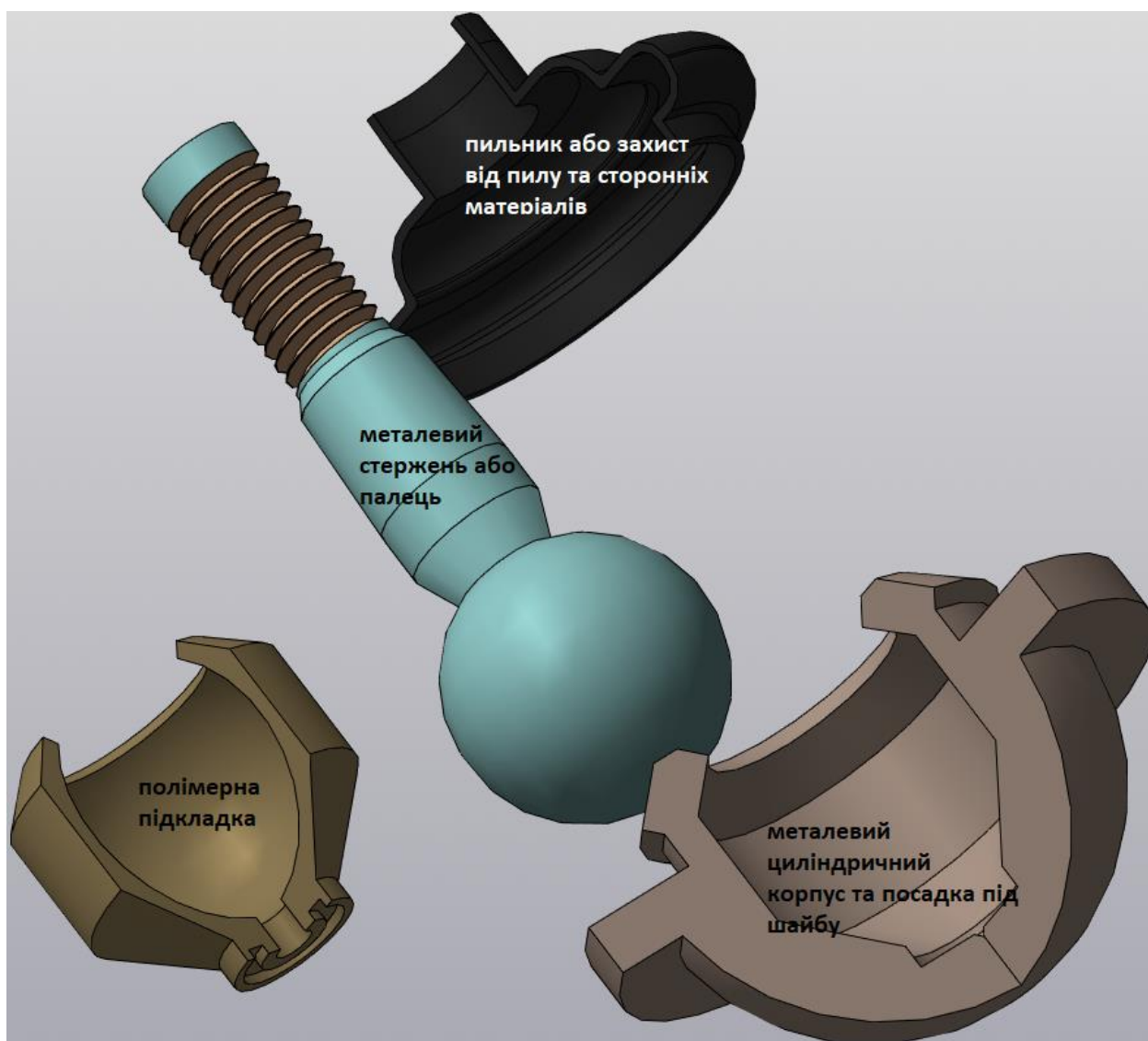
Пильник є доволі важливою частиною кульової опори. Метою його місії є покриття кульової опори та змащувальної рідини всередині опори від потрапляння бруду, пилу та води. Якщо пильник порваний, то всередину опори може проникнути бруд і пил, що призведе до руйнування з часом та поломки кульової опори. Для цілісності та захисту кульової опори та її довговічності необхідно регулярно контролювати та перевіряти стан пильників та замінити їх за необхідності. Пильники можна замінити в окремість або разом із кульовою опорою, в залежності від ступеню зношення та конструктивної складності доступу до обраних компонентів підвіски.





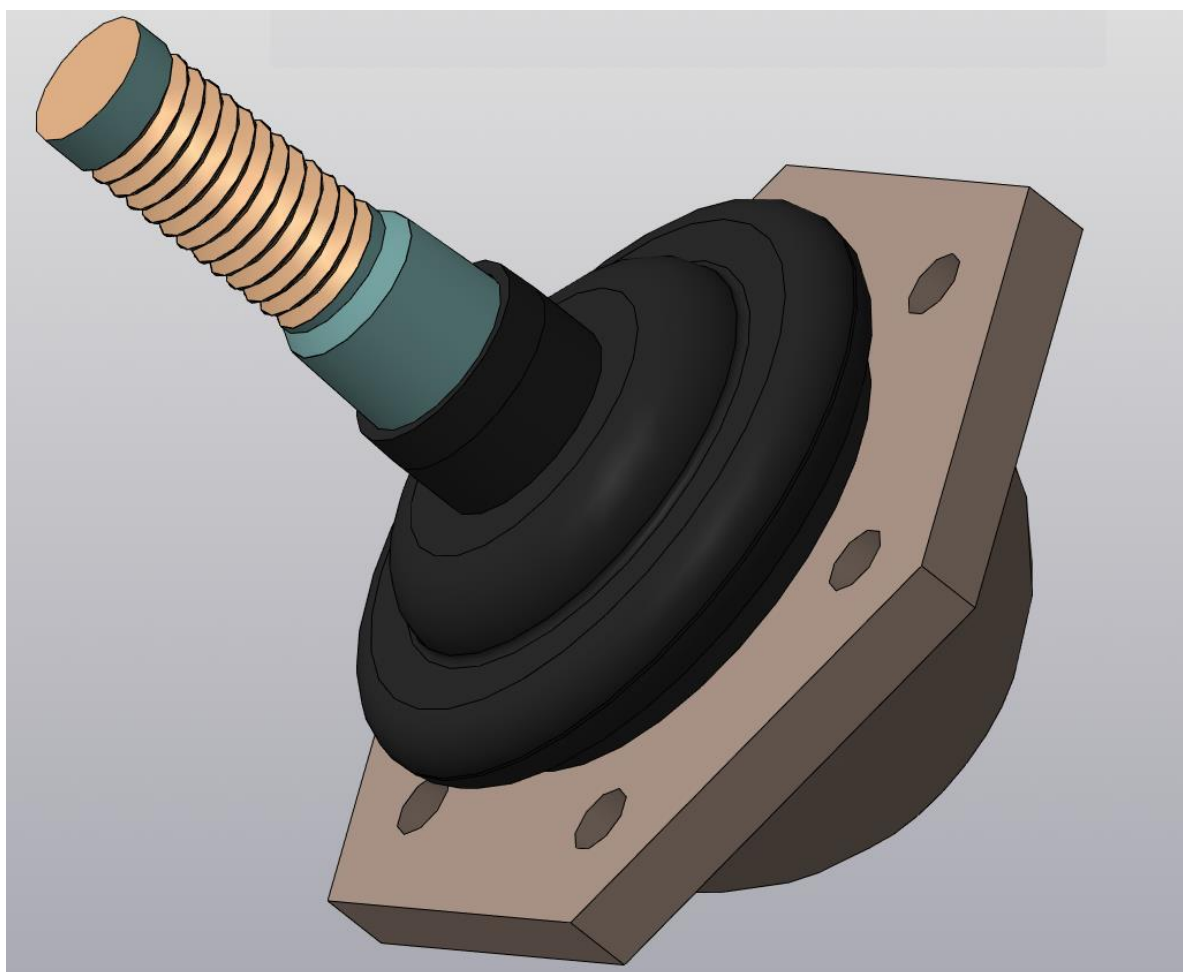
**Рисунок 1.7. Загальний вигляд кульової опори**

На зображеннях (1-6) які я навів зображені вигляди кульових опор які я приблизно наблизив до реальних, згідно з зображуваними в Інтернеті, проте вони були занадто низької якості щоб я міг їх показати в даній роботі. Тому згенерував ті що могли підтримати мінімальні вимоги. Зображено 3Д моделі з різних ракурсів де серед них є лінійні для різноманітності вигляду рис. 1.2. Розмірів на них не подано тому, що вони не збігатимуться з розмірами виданого завдання, проте містять виключно ознайомчий характер.

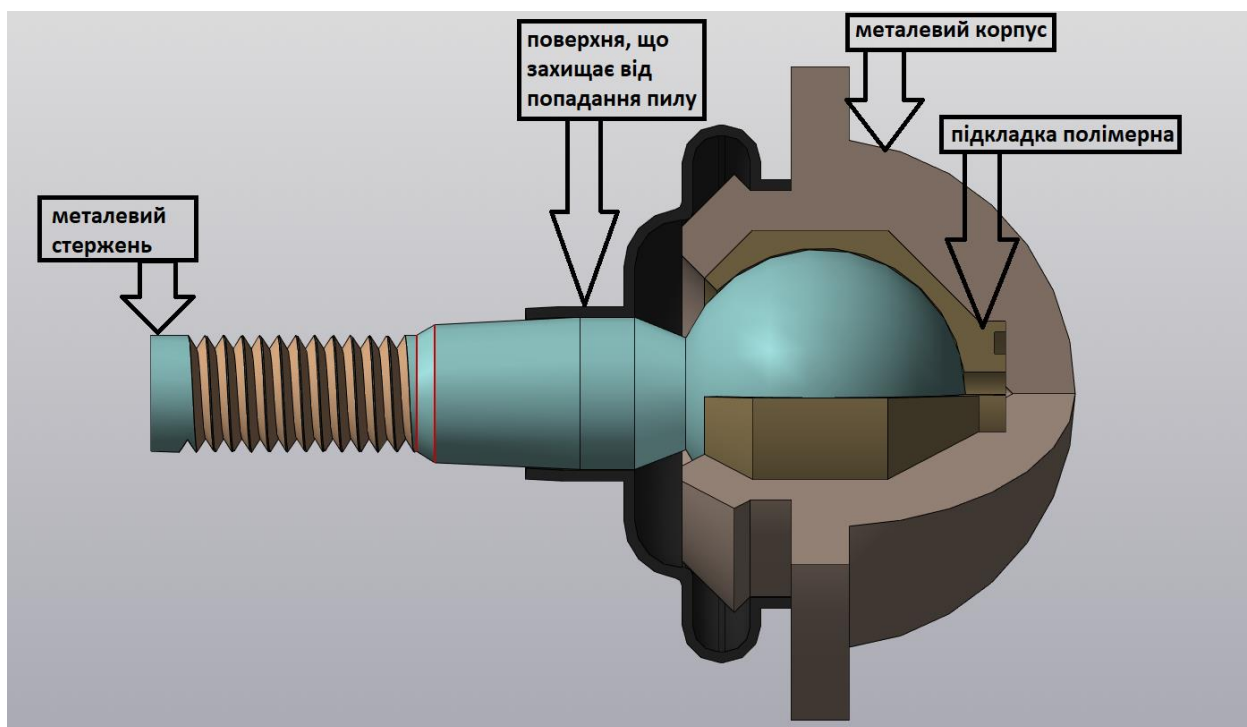


**Рисунок.1.8. Складові частини кульової опори**

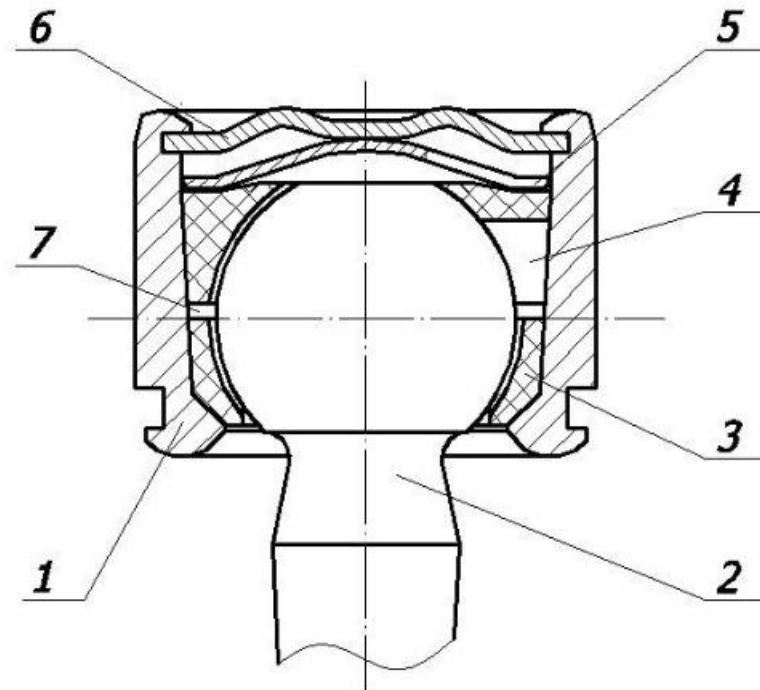
Кожен з них наглядно виражає що собою являє кульова опора.



**Рисунок.1.9. Кульова опора**



**Рисунок.1.10. Кульова опора в розрізі**



**Рисунок.1.11 Кульовий шарнір: 1-корпус; 2-палець з кульовою головою; 3-вкладиш нижній; 4-вкладиш верхній; 5-пружинний елемент; 6-кришка; 7-зазор.**

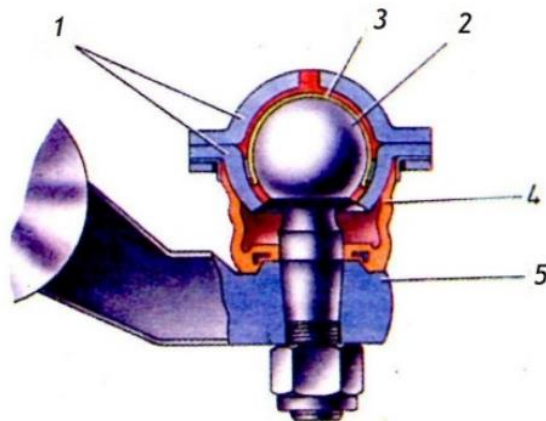
В кульовому шарнірі є корпус «1», у конусному гнізді в якому лежить завчасно розміщена полімерна підкладка(вкладиш) «3» і «4», де складена так щоб осьове переміщення пальця було можливим в гнізді корпусу «1». Наприклад через присутність канавок або розрізів. Де корпус виготовлений із композитного металу, що містить антифрикційні наповнювачі. Наприклад виготовлення підкладки із полімеру або армованого вуглецевого волокна. Яке буде облягати палець «2» та кульову головку на ньому, де поверхнева прокладка є зміцнена і має мікрорельєф щоб вміщати мастило (утворені поверхнево-пластичним деформуванням). Підкладка складається з двох частин, верхньої та нижньої («3» і «4»). Нижня та верхня частина вкладки є зазор «7». В корпусі «1», над верхньою частиною «4» встановлений пружинний елемент «5» та заглушки «6».

Кульовий шарнір збивається в такий спосіб. У конічну частину гнізда корпусу «1» запресовується нижня зачастина підкладки «3», потім установлюється палець «2» з круглою(кулеподібну) головкою так, аби нижня частина підкладки «3» захоплювала круглу(кулеподібну) головку. На кулеподібну головку пальця «2» попередньо наносять мастило. По закінченню чого в конічний відділ гнізда корпусу «1» послідовно влаштовують верхню частину підкладки «4», заглушку «6» з пружиною подібним елементом «5». Заглушка «6» зафіксується в к металевому корпусі «1».

### 1.5. Про модернізацію

Модернізація (від французької означає – новітній, сучасний) – в сучасному світі сприймається як оновлення, покращення, надання кращого вигляду.

В даному разі цікавить модернізація кульової опори для придання кращої прохідності і для збільшення терміну спрацювання



**Рис.1.12. Кульова опора 1 – корпус; 2 – палець; 3 – вкладиш підшипника ковзання; 4 – захисний армований пильник; 5 – кронштейн маточини**

Основними постійно діючими причинами виникнення дефектів кульових опор передньої підвіски при їх експлуатації є: зношування;

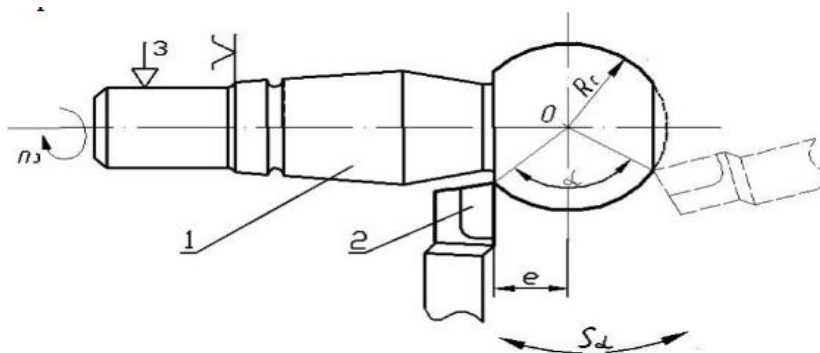
пластичні деформації; втомні руйнування; корозія; фізико-хімічні зміни матеріалу деталей.

Метою роботи є обґрунтування подальшого розвитку та удосконалення методів підвищення довговічності рухомих сферичних шарнірів ковзання на прикладі кульової опори передньої підвіски легкового автомобіля.

Досвід з експлуатації машин показує, що приблизно 89% відмов передньої підвіси легкового автомобіля спричинені виходом з ладу кульових опор. Кульова опора приймає навантаження із маси укомплектованого автомобіля та динамічні навантаження від кривизни дорожнього покриття. Підвищене спрацювання пар тертя показує нормальну взаємодію деталей у вузлах, що доводять до втрати кінематичної точності механізму як наслідок погіршується точність керування механізму, з'являється недопустимий шум, удари та вібрації, що при подальшому використанні призведе до аварійної ситуації або відмови.

### 1.6. Виготовлення кульових опор

Досвід на практиці в експлуатації кульових шарнірів дає знати про значний вплив на довговічність в межах відхилення від кулеподібної робочої частини кулеподібного пальця. Беручи за основу кінематичні схеми для обробки неповної кулеподібної поверхні пальця, створено пристрій для токарної обробки неповної сферичної поверхні пальця, повний вигляд якого можна буде побачити на малюнках нижче.

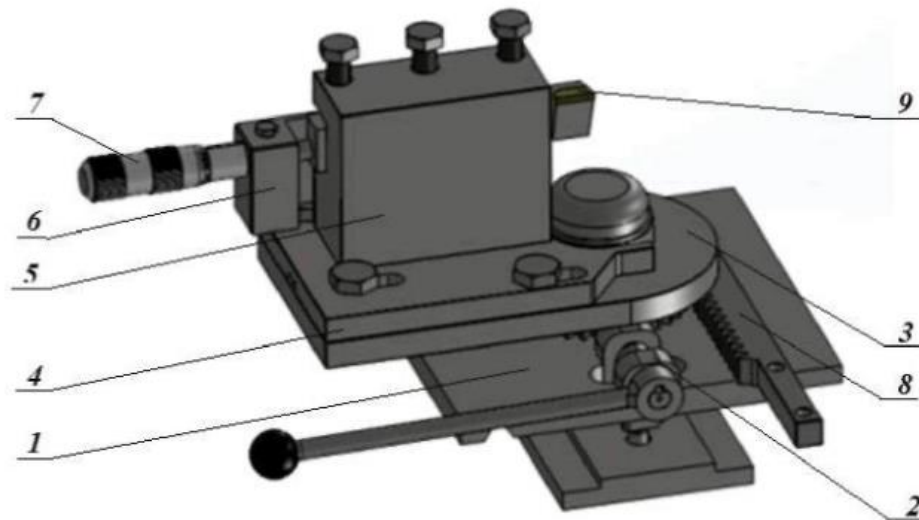


**Рисунок.1.13.** Кінематична схема обробки неповної кульової поверхні і кульового пальця: 1-заготовка; 2-різець.

Пристрій дозволяє чистове і чорнове обточування НСП з  $R_{min} = 5\text{мм}$  стандартним різцем, вершина якого зміщена відносно осі обертання пристрою на деяку відстань, що дає змогу зменшити технологічний проміжок від центру кулі(сфери, ядра) до закріплення у патроні. В такий спосіб появляється можливість обточування коротких деталей з НСП без спеціалізованих оправок.

Доходячи до згоди в кінематичній системі надається доступ для обертового руху довкола власної осі  $Dr$  з частотою  $n_3\text{об/хв.}$ , при цьому різальних інструмент здійснює переміщення подачі  $Ds$  огинаючи кулеподібну поверхню заготовки відносно центру заготовки із кутовою подачею  $S\alpha$  на деякий кут  $\alpha$  у площині різання.

Технологічними є елементи режимів обробки НСП є: частота обертання заготовки, кутова подача глибина різання, фізико-механічні властивості матеріалу заготовки та геометричні характеристики інструменту.



**Рисунок 1.14.** Загальний вигляд пристрою для токарної обробки неповних сферичних поверхонь(робочих ділянок): 1-платформа; 2-механізм фіксації; 3-поворотний стіл; 4-платформа поперечних переміщень різцетримача; 5-різцеутримувач; 6-кронштейн; 7- мікрогеометричний гвинт; 8-зубчаста рейка; 9-різець.

### **1.5. Переваги обробки за допомогою верстатів із ЧПК**

ЧПК – це система управління технологічним обладнанням за допомогою комп'ютерної техніки. Основою такої системи є керувальний комп'ютер або контролер, які забезпечують загальне керування агрегатом, редагування програм, контроль всіх етапів виконання роботи та діагностику стану обладнання. Процес обробки на такому верстаті повністю автоматизований, а участь оператора зводиться до встановлення оброблюваної деталі, зміни або налаштування робочого інструмента, вибору та запуску програми керування. Для візуального контролю режимів роботи використовуються дисплей або панель оператора.

Комп'ютерне управління може бути застосовано для різного устаткування: лазерного, фрезерного, токарного, свердлильного, шліфувального та іншого. ЧПК полегшує виконання операцій різання, розкрою матеріалів, гравіювання та маркування. Використовуючи різні види робочих інструментів, можна виготовляти заготовки будь-якої складності, включаючи тривимірні деталі. Для полегшення роботи та розширення технологічних можливостей обладнання застосовують різноманітні додаткові елементи, такі як поворотні пристрої, системи очищення робочої поверхні та охолодження інструменту.

Керовані комп'ютером машини з високою точністю здійснюють різання деревних плит, крихких матеріалів, міцного каменю або металів. Вони легко справляються з отворами різної конфігурації, ажурною різкою, химерним гравіюванням і виготовленням виробів складної просторової форми, таких як штампи та прес-форми.

Числове програмне управління забезпечує максимальну точність і якість обробки різних матеріалів. Завдяки можливості програмно змінювати потужність променя в лазерних апаратах або швидкість обертання шпинделя в фрезерних установках, обладнання ефективно працює як з крихкими, так і з



високоміцними матеріалами. На автоматично керованих верстатах можна обробляти:

- дерево, фанеру, МДФ, ДСП;
- пластик;
- тканини;
- папір, картон;
- всі види металів і сплавів;
- натуральний і штучний камінь;
- композитні матеріали.

Основна перевага верстатів з числовим програмним керуванням (ЧПК) перед іншими електромеханічними устаткуванням — високий ступінь автоматизації та гнучкість виробничого процесу. Обробка проводиться швидше, вироби виходять якіснішими, а кількість відходів і відсоток браку мінімізується. Можливість програмування систем дозволяє виконувати безліч технологічних операцій та виготовляти деталі з суворими вимогами до розмірів і допусків. Удосконалення технологій створює умови для оптимізації виробництва, знижуючи вплив людського фактору на точність обробки та зменшуючи собівартість продукції.

### **1.6. Підвищення прохідності автомобіля**

Прохідність автомобіля трактує у собі значення яке характеризується як подолання перешкод на значну відстань, а залежить від того що за перешкода, скільки таких вона може подолати, і скільки часу потрібно буде якщо відбудеться поломка або аварійна ситуація. В основному від прохідності залежить проникність автомобіля, так вже зробили маршрутні

дороги і так далі, але бувають і екстрені ситуації або перевезення великих вантажів, для чого і потрібна підвищена прохідність.

### **1.7. Постановка завдання**

Запропонувати метод удосконалення підвіски автомобіля для підвищення його прохідності та розробити технологію його виготовлення. Вирішенням даної ситуації буде видовження пальця і маточини під нього, для надання кращої прохідності і для збільшення терміну служби.

Завданням на кваліфікаційну роботу є - модернізація кульової опори автомобіля з метою встановлення коліс для підвищеної прохідності.



## **Рисунок.2.2 зображення конструкції, що характеризує гайку і її геометричні дані**

Гайка являє ж собою кріпильний елемент якій складається з таких елементів: а) лиски під “гайковий ключ 55”, б) внутрішню різьбу відповідно для чашки відповідних розмірів, в) внутрішню канавку під вихід різця, г) опорну кишкоподібну поверхню для кращої фіксації чашки та кульової опори в цілому.

В залежності від розміщення стопорних кілець можна буде ствердити розміщення та зрозуміти де сама закріплитиметься кульова опора. Пильник служить своєрідним герметиком від забруднення пилю щоб той не потрапив до кулі і не вчинив лишнього протирання, що в свою чергу напряму вплине на зношуваність кульової опори.

### **Вибір марки матеріалу заготовки**

Сталь 45 містить в собі властивості котрі будуть достатньо добре підтримувати функціонування кульової опори, а також вона буде економічно вигідніша і практично простіша в своїй обробці, буде простіше піддаватись роботі на верстатах із інструментів які виготовлені із інструментальних матеріалів (сплавів, металів, сталей).

Сталь марки ст.45 включає такі хімічні елементи:

вуглецю від 0,42 до 0,5%;

кремнію від 0,17 до 0,37%;

марганцю від 0,5 до 0,8%;

нікелю трохи більше 0,25%;

сірки до 0,04%;

фосфору не більше 0,035%;

хрому до 0.25%;

міді трохи більше 0,25%;

миш'яку до 0,08%;

заліза близько 97%.

**Таблиця 2.1**

Механічні властивості марки сталі 45 при T=20 °C:

Сортамент	$\sigma_B$	$\sigma_T$	$\delta_5$	$\psi$	НВ	Термообробка
	МПа	МПа	%	%	МПа	
Труби ДСТУ 8731-87	588	323	14		207	
Пруток калібр. ДСТУ 10702-78	590	355		40	207	Відпал
Прокат гарячекат. ДСТУ1050-88	600		16	40	229	Нормування
Прокат прогартований ДСТУ1050-88	640		6	30	241	
Прокат гарячекат. ДСТУ1050-88	540		13	40	197	Відпал
Полоса ДСТУ1577-93	600	355	16	40		Нормування
Стрічка ДСТУ2284-79	440-690		14			Відпал

## РОЗДІЛ 3. ТЕХНОЛОГІЧНИЙ РОЗДІЛ

### 3.1 Розрахунки та вибір режимів обробки.

Оптимальна експлуатація режими технологічна оснащеність і максимальна продуктивність праці.

Складовими елементами режиму різання в металообробці є глибина, подача, швидкість і сили різання. Вони визначаються розрахунками або забезпечити нормальні умови вибрати з нормативних таблиць.

Під час виконання курсового проекту рекомендується визначитися з швидкість різання та потужність обладнання (машини) (за рахунок різання сили) для одного головного переходу в кожній із трьох детальних операцій за розрахунковим методом. Решта параметрів режиму є визначається за таблицями.

Глибина різання  $t$  визначається як різниця в розмірах заготовка і частина (двостороннього припуску - половина різниці). Якщо припуск великий і зняти його за один раз неможливо, потім розкрій глибина дорівнює до співвідношення (на прохід між припуском і кількістю проходів. Для чорнової механічна обробка, призначається максимальна глибина різання, рівна припуску, або його більша частина. Для обробки шорсткості, глибина різання залежить від вимог до точності і оброблена поверхня.

При роботі різцями глибина різання дорівнює ширині ріжуча частина різця. Під час свердління глибина різку відповідає половині діаметр свердла, а під час розгортання, зенкерування та розгортання — нім відповідає половині різниці діаметрів отвору після і до обробки.

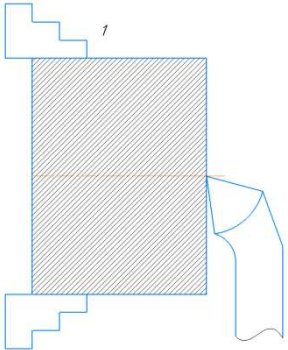
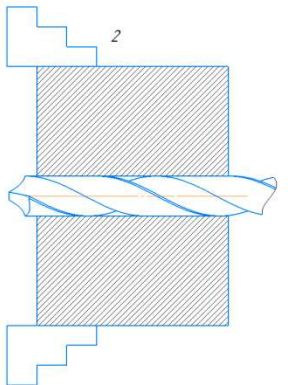
Подачі вибираються з таблиць. Для чорнової обробки, для забезпечення максимальна продуктивність, подачі підбираються в залежності від глибини різку, і для обробки, на необхідну шорсткість. Вибрані подання збігаються з паспортними даними машин.

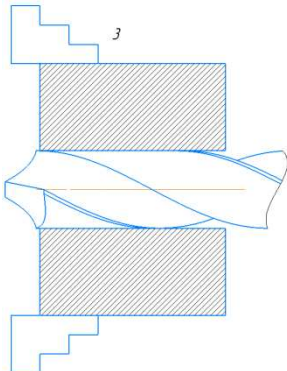
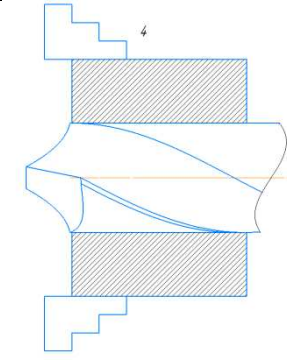
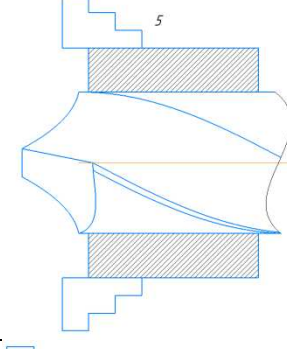
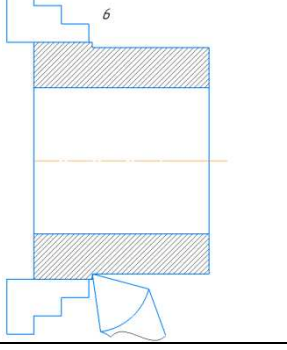
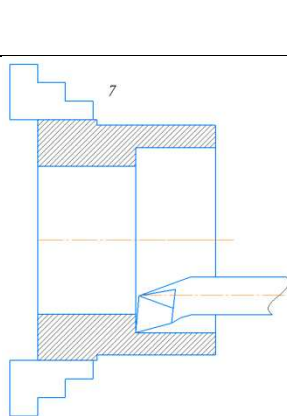
Подачі для точіння, свердління, зенкування, розгортання є приймається в мм/об, а для фрезерування - в мм/зуб. Пов'язане з тим що на фрезерних верстатах подача встановлюється в мм/хв, при розрахунках фрезерних операцій.

### 3.2 Технологія виготовлення деталі гайка

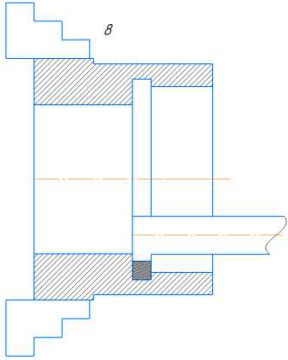
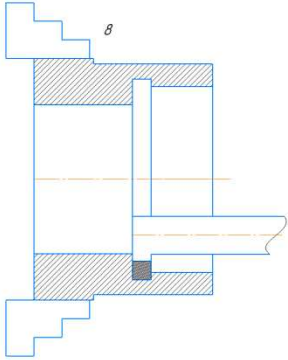
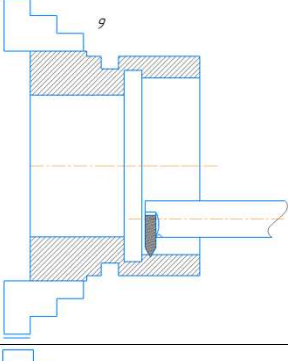
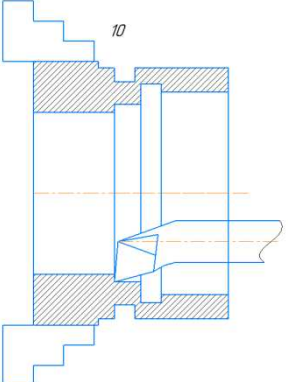
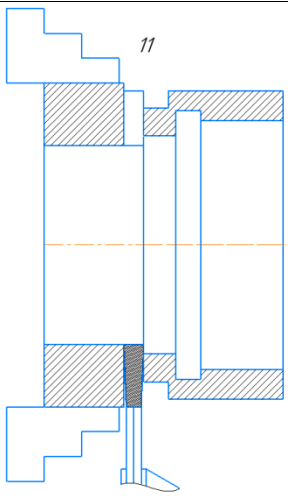
Таблиця 3.1

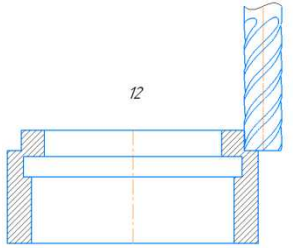
#### Послідовність операцій

Номер операції переходу	Назва операції переходу	Технологічне обладнання: верстат, пристрій, інструмент оброблюваний, контрольний	Маршрутна карта
010	Заготівельна	Верстат відрізний...	
	Установити, закріпити і зняти заготовку (УЗЗ)	Лещата гідравлічні	
10.1	Відрізати заготовку з прокату $\varnothing 65$ мм в розмір $L=50$ мм	Пила Гелера, $\varnothing 200-400$ мм; $t=5$ мм	
020	Токарна зацентрувати заготовку	Токарний ЧПК 16К30Ф3, задня бабка	
030	Токарна торцювати заготовку	Токарний ЧПК 16К30Ф3, різець підрізний упорний Т15К10	
040	Токарно-свердлильна	Токарний ЧПК 16К30Ф3	
40.1	свердлити заготовку наскрізь	свердло $\varnothing 10$ Р6М5	

40.2	Токарно-свердлильна свердлити заготовку наскрізь	свердло $\varnothing 20$ P6M5	
40.3	Токарно-свердлильна свердлити заготовку наскрізь	свердло $\varnothing 30$ P6M5	
40.4	Токарно-свердлильна свердлити заготовку наскрізь	свердло $\varnothing 40$ P6M5	
050	Токарна зовнішня розточка	Токарний ЧПК 16K30Ф3,	
50.1	Точити $\varnothing 64$	Різець розточний T15K10, 12*12*100	
50.2	Точити $\varnothing 63$	Різець розточний T15K10	
50.3	Точити $\varnothing 62.5$	Різець розточний T15K10	
50.4	Точити $\varnothing 62$	Різець розточний T15K10	
060	Токарна внутрішня розточка	Токарний ЧПК 16K30Ф3,	
60.1	Розточувати $\varnothing 41$	Міні різець твердосплавний розточний R0.20*L22* $D_{\min}$ 6	
60.2	Розточувати $\varnothing 42$ , на відстань 21.5мм	Міні різець твердосплавний розточний R0.20*L22* $D_{\min}$ 6	
60.3	Розточувати $\varnothing 43$ *21.5		
60.4	Розточувати $\varnothing 44$ *21.5		
60.5	Розточувати $\varnothing 45$ *21.5		
60.6	Розточувати $\varnothing 46$ *21.5		
60.7	Розточувати $\varnothing 47$ *21.5		
60.8	Розточувати $\varnothing 48$ *21.5		



60.9	Розточувати $\varnothing 49*21.5$		
60.10	Розточувати $\varnothing 49,5*21.5$		
60.11	Розточувати $\varnothing 50*21.5$		
60.12	Розточувати $\varnothing 50,5*21.5$		
070	Розточити внутрішню канавку під вихід різця $\varnothing 53*5$	Токарний ЧПК 16К30Ф3, Міні різець прорізний, ширина різальної частини 5мм	
080	Токарна - Нарізка різьби M52*1.5 L=16.5	Різець різьбовий для внутрішньої різьби 10*10	
090	Токарна внутрішня розточка	Токарний ЧПК 16К30Ф3, Міні різець твердосплавний розточний R0.20*L22*D <sub>min</sub> 6	
90.1	Розточка внутрішнього кріпильного діаметра $\varnothing 41*L5$	різець твердосплавний розточний R0.20*L22*D <sub>min</sub> 6	
90.2	Внутрішня розточка 42*L5	різець твердосплавний розточний R0.20*L22*D <sub>min</sub> 6	
90.3	Внутрішня розточка 43*L5	різець твердосплавний розточний R0.20*L22*D <sub>min</sub> 6	
90.4	Внутрішня розточка 43.8*L5	різець твердосплавний розточний R0.20*L22*D <sub>min</sub> 6	
100	Токарна відрізна	Різець відрізний T15K10	

110	Кріпильна переустановити і закріпити	Верстат фрезерний універсальний верстат 675	
120	Фрезерувати лиски під "гайковий ключ 55"	Фреза циліндрична кінцева Ø10мм	
130	контрольна	Контрольний стіл	
140	Упакувальна	Картонна коробка, канцелярській стіл	

свердлильна 06

токарний ЧПК

свердлити наскрізь

щоб розсвердлити потрібно обчислити формулу:

$$t = \frac{D-d}{2} = \frac{10-0}{2} = 5\text{мм}$$

де d, D – діаметри отворів до і після обробки даним інструментом відповідно, мм.

Підбір оптимальної подачі для свердла

$$f = N \times n \times z =$$

N - швидкість різання (число обертів за хвилину),

n - число обертів на різець (зазвичай це число залежить від діаметра свердла),

z - подача (мм за оберт).

Розрахунок подачі на різьбу можна отримати порахувавши наступні приклади:

$$V = \frac{8D^{0.4}}{T^{0.2} \times s^{0.5}} = 8 \times \frac{2,51}{0,53 \times 0,48} = 79\text{мм/хв}$$

$s > 0.2$  мм/об

$T = 0,04$  мм

Для визначення подачі на різьбу для токарної операції підбираю обороти шпинделя за такою формулою:

$$n = \frac{1000V}{\pi D} = \frac{1000 \times 60}{3,14 \times 50,5} = 378,8 \text{ об/хв}$$

Отже обираю найближче табличне значення яке рівне 400 об/хв.

Підбираю під нього найближчу за значенням подачу використовуючи формулу:

$$f = 0.8 \times p = 0,8 \times 1,5 = 1,2 \text{ мм/об}$$

$p$  – крок різьби

вираховую скільки це буде в хвилину

$$f_x = 1.2 \times 400 = 480 \text{ мм/хв.}$$

Отже ми маємо достатньо даних для взаємодії з програмним забезпеченням.

### Технічна характеристика верстата

Технічні характеристики верстата є основним чинником при виборі верстата. Від технічної характеристики верстата залежать механічні можливості.

Технічну характеристику верстата моделі 16К30Ф3 наводимо в таблиці 3.1

**Таблиця 3.1** – технічна характеристика верстата моделі 16К30Ф3

Найменування параметра	Дані
Найбільший діаметр встановлюваного виробу над станиною, мм	630
Найбільший діаметр оброблюваного виробу над станиною, мм, не менше	500
Найбільший діаметр оброблюваного виробу над супортом, мм, не менше	320
Найбільша довжина встановлюваного виробу, мм, не менше	1400
Найбільший хід супорта (між робочими упорами), мм: - у подовжньому напрямі - у поперечному напрямі	1200 300
Число обертів шпинделя, об/хв	6,3...1600
Межі подач, мм/об: - Подовжні подачі - Поперечні подачі	0,01...20,47 0,01...20,47
Швидкість швидких переміщень, м/хв:	
- Подовжні подачі	10
- Поперечні подачі	10

## продовження таблиці 3.1

Найменування параметра	Дані
Кількість інструментів встановлюваних на одну грань різцетримача	До 2-х
Кількість граней різцетримача	4
Габаритні розміри верстата, мм, не більше:	
- Довжина	4975
- Ширина	2400
- Висота	1540
Маса напівавтомата, кг	7850
Потужність головного двигуна, кВт	30

Літера-цифра ініціали верстату 16К30Ф3 позначає наступне: цифра 1 - це токарний станок; цифра 6 – позначає токарно-гвинторізний станок, буква А – покоління станка, цифра 30 – висота центрів (300 мм). Наявність «Ф3» в кінці індексу говорить про наявність ЧПУ - числового програмного управління.



Рис. 3.1. 16К30Ф3 Верстат токарний патронно-центровий з числовим програмним управлінням (ЧПУ). Призначення, сфера застосування

Токарний верстат з ЧПУ 16К30Ф3 призначений для токарної обробки поверхонь деталей типу тіл обертання зі ступінчастим та простим криволінійним профілями та для нарізування різьблення; застосовується в умовах одиничного та дрібносерійного виробництва у цехах машинобудівних заводів та інших галузях промисловості.

Верстат моделі 16К30Ф3 оснащений системою програмного керування H22-1M.

- широкий діапазон регулювання швидкостей шпинделя та подач, жорсткість основних вузлів верстата
- переміщення пінолі задньої бабки та затиску патрона механізовано
- на чотирьопозиційний різцетримач можна встановлювати вісім інструментальних блоків
- застосування накладних сталевих загартованих напрямних у поєднанні з опорами кочення гарантує тривале збереження точності верстата.

- перемикання 12 ступенів частоти обертання шпинделя автоматичне
- застосовані швидкохідні приводи подач із зворотним зв'язком
- підвищено норми точності верстата
- механізовано видалення стружки за допомогою транспортера
- коригування та редагування програм проводяться безпосередньо на верстаті



Рис. 3.2. Верстат фрезерний універсальний верстат 675;

З верстатом 16К30Ф3 поставляються транспортер для збирання стружки та пневмопатрон.

Шорсткість оброблених на верстаті поверхонь:

- циліндричних Ra 2,5 мкм за ГОСТ 2789-73;

- конічних та фасонних Rz 20 мкм за ГОСТ 2789-73.

Клас точності верстата II згідно з ГОСТ 8-77.

Верстат призначений для внутрішніх та експортних поставок.

Розробник - Рязанське спеціальне конструкторське бюро верстатобудування.

Таблиця 3.2

Технічні характеристики верстату модель (фрезерний універсальний верстат 675):

Найменування параметрів	675	Найменування параметрів	675
Клас точності за ГОСТ 8-82	Н, П	Найбільший поздовжній хід столу (X), мм	320
Розміри вертикального столу (основного), мм	200 х 500	Найбільший вертикальний хід столу (Z), мм	300
Розміри горизонтального (вуглевого) столу, мм	200 х 630	Найбільший хід шпиндельної бабки (Y), мм	300
Відстань від осі горизонтального шпинделя до робочої поверхні горизонтального стола, мм	80..380	Ціна поділки лімфів, мм	0,05
Відстань від торця вертикального шпинделя до робочої поверхні горизонтального столу, мм	0.300		



<b>Горизонтальний і вертикальний шпинделі верстата</b>		<b>Горизонтальний і вертикальний шпинделі верстата</b>	
Частота обертання горизонтального шпинделя, об/хв		Найбільший допустимий крутний момент на	
Частота обертання вертикального шпинделя, об/хв		Найбільша осьова переміщення вертикального шпинделя, мм	
Кількість швидкостей шпинделей		Найбільший кут повороту вертикальної головки у вертикальній площині, градус	
Найбільший допустимий крутний момент на горизонтальному шпинделі, Нм на вертикальному шпинделі, Нм		Конус горизонтального та вертикального шпинделей	
<b>Стіл</b>		<b>Стіл</b>	
Грани поздовжніх і вертикальних поач столу (X, Z), мм/хв	12,5..40 0	Кількість подавання столу	16
Пришвидшений хід столу, мм/хв	935	Найбільше зусилля подач стола, кН	5

<b>Шпиндельна бабка</b>		<b>Шпиндельна бабка</b>	
Межі поперечних поач шпиндельної бабки (Y), мм/хв	12,5..40 0	Найбільше зусилля подач шпиндельної бабки, Н	5000
Кількість подавання шпиндельної бабки	16		
<b>Електрообладнання та привод верстата</b>		<b>Електрообладнання та привод верстата</b>	
Кількість електродвигунів на верстаті, кВт		Електродвигун приводу насоса охолодження, кВт	0,12
Електродвигун головного приводу, кВт (б/хв)	1,5	Сумарна потужність електродвигунів, кВт	1,62
Електродвигун привода-подач, кВт (об/хв)			
<b>Габарит і маса верстата</b>		<b>Габарит і маса верстата</b>	
Габарити верстата (довжина x ширина x висота), мм	1110 x 1170 x 1650	Маса верстата, кг	1100

Кування сталі 45 виконується в температурному діапазоні від 1250 °С на початку роботи, до 700 °С при закінченні. Міцність та пружність матеріалу визначається температурою нагріву.

Щоб цей сплав можна було використовувати для виготовлення витривалих деталей, які працюють на зношування, застосовують азотування тривалістю близько 6 годин при температурі 520 - 570 °С. При цьому збільшується опір знакозмінним навантаженням та корозії з невеликим підвищенням міцності.

Через підвищеного вмісту вуглецю ст.45 відноситься до групи сталей, що важко зварюються. Найбільш поширені способи зварювання РДС та КТЗ. Після зварювальних робіт металовироб або зона зварювання у металоконструкціях підлягає відпалу.

Вибір прокату заготовки круг Ø65

Вибір ріжучих інструментів із сталі Р6М5

Опис Р6М5

Сталь Р6М5 використовується для створення фрез, мітчиків, розгорток – типових виробів, що виготовляються з високоякісної швидкорізальної сталі. Сталь має підвищену схильність до обезуглерожування, підвищену в'язкість, гарний опір зношування, хорошу шліфування.

Розшифровка

Літера Р - вказує, що сталь швидкорізальна;

Цифра 6 - вказує на наявність Вольфраму (W) та його середній % у сталі (у цій сталі значення Вольфраму 5,50-6,50%);

Літера М - вказує на наявність Молибдену (Mo);

Цифра 5 - вказує на середній % змісту Молибдену (у цій сталі значення Молибдену 4,8-5,3%).

Хімічний склад сталі Р6М5

Хімічний елемент: Вуглець (C); Кремній (Si) - 0,20 – 0,50; Марганець (Mn) - 0,20 – 0,50; Нікель (Ni) до 0,6; Фосфор (P) до 0,03; Хром (Cr) 3,8 – 4,4; Молібден (Mo) 4,8 – 5,3; Вольфрам (W) 5,5 – 6,5; Ванадій (V) 1,7 - 2,1; Кобальт (Co) до 0,5; Сірка (S) до 0,025; Мідь (Cu) до 0,25; Залізо (Fe)~80.

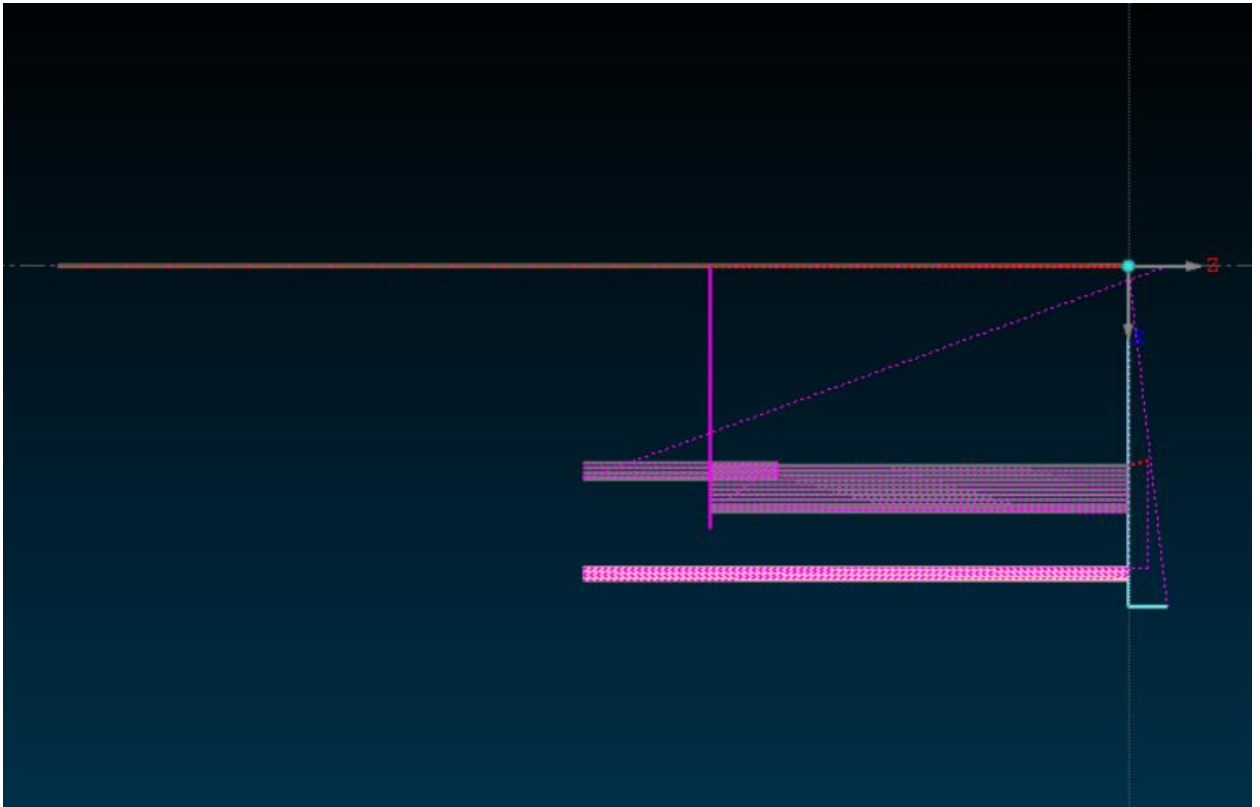


Рис. 3.3. Тракторія токарної операції для виготовлення деталі

На зображенні 3.3 проілюстровано маршрутну карту(технологію) обробки гайка за допомогою програми, що дає змогу розглянути яка частина заготовки буде відрізана і як виготовляється деталь. Також з її допомогою і наступного вихідного коду:

```
G21 G17 G40 G49 G80 G90
G00 X0 Z-2
G01 X0 Z
M6T1
```

G00 X35 Z2

G01 X35 Z0

G01 X0 Z0

M6 T2

G01 Z-55 F500

G00 X0 Z0

M6 T3

G01 Z-55 F500

G00 X0 Z0

M6 T4

G01 Z-55 F500

G00 X0 Z0

M6 T5

G01 Z-55 F500

G00 X0 Z0

M6 T6

G00 X32.25 Z0

G01 X32.25 Z-28 F120

G00 X32 Z0

G01 X32 Z-28 F120

G00 X31.75 Z0

G01 X31.75 Z-28 F120

G00 X31.5 Z0

G01 X31.5 Z-28 F120

```
G00 X31.25 Z0
G01 X31.25 Z-28 F120
G00 X31 Z0
G01 X31 Z-28 F120
G00 X31 Z1
G00 X20 Z1

M6 T7

G00 X20.5 Z0
G01 X20.5 Z-21.5 F120
G00 X21 Z0
G01 X21 Z-21.5 F120
G00 X21.5 Z0
G01 X21.5 Z-21.5 F120
G00 X22 Z0
G01 X22 Z-21.5 F120
G00 X22.5 Z0
G01 X22.5 Z-21.5 F120
G00 X23 Z0
G01 X23 Z-21.5 F120
G00 X23.5 Z0
G01 X23.5 Z-21.5 F120
G00 X24 Z0
G01 X24 Z-21.5 F120
G00 X24.5 Z0
G01 X24.5 Z-21.5 F120
G00 X24.8 Z0
G01 X24.8 Z-21.5 F120
```

```
G00 X25.1 Z0
G01 X25.1 Z-21.5 F120
G00 X25.25 Z0
G01 X25.25 Z-21.5 F120
G00 X20.25 Z-18
G01 X20.25 Z-28
G00 X20.25 Z-18
G00 X20.75 Z-18
G01 X20.75 Z-28
G00 X20.75 Z-18
G00 X21.25 Z-18
G01 X21.25 Z-28
G00 X21.25 Z-18
G00 X21.65 Z-18
G01 X21.65 Z-28
G00 X21.65 Z-18
G00 X21.9 Z-18
G01 X21.9 Z-28
G00 X0 Z2

M6 T8

G00 X0 Z-21.5
G01 X27 Z-21.5 F60
```

Використовуючи його можна напряму програмувати токарні ЧПК, що дає змогу працівнику менше затрати сили і відповідно оптимізує час роботи,

підвищує ефективність виробництва як на приватних фірмах так і на підприємствах, та і державних економічних конструкціях. Один кадр може брати на себе більше ніж один верстат, що економічно вигідно.



## РОЗДІЛ 4. ОХОРОНА ПРАЦІ ТА БЕЗПЕКА В НАДЗВИЧАЙНИХ СИТУАЦІЯХ

### 4.1 Електробезпека

#### 4.1.1 Електротравматизм та дія електричного струму на організм людини

Вид струму	Нормоване значення	Тривалість дії струму t, с					
		0,1	0,2	0,5	0,7	1,0	Більше 1,0
Змінний, 50Гц	U, В	500	250	100	70	50	36
	I, мА	500	250	100	70	50	6
Постійний	U, В	500	400	250	230	200	40
	I, мА	500	400	250	230	200	15

Кожен рік в Україні від електричного струму помирає 1500 осіб.

Проаналізувавши виробничий травматизм можна побачити що кількість травм від дії електричного струму є невеликою і становить 1%. Однак із загальної кількості смертельних нещасних випадків, процент нещасних випадків становить

20-40% і займає перше одне з перших місць.

Основними причинами таких травм на виробництві є:

- необережність робочих при роботі з електроустановками;
- робота без надійних захисних та запобіжних пристосувань;
- пошкодження ізоляції чи її пробою, через що незаземлений корпус може опинитися під напругою;
- недотримання правил будови, безпечної експлуатації електроустановок та правил використання електро-захисних засобів тощо.

### 4.1.2 Допустимі значення струмів і напруг

Допустимі значення струмів і напруг наведені в таблиці 5.1.

Таблиця 4.1 – Гранично допустимі значення сили струму та напруги дотику, що проходить через тіло людини

### 4.1.3 Технічні способи та засоби захисту при переході напруг на нормально

Не струмопровідні частини електроустановок

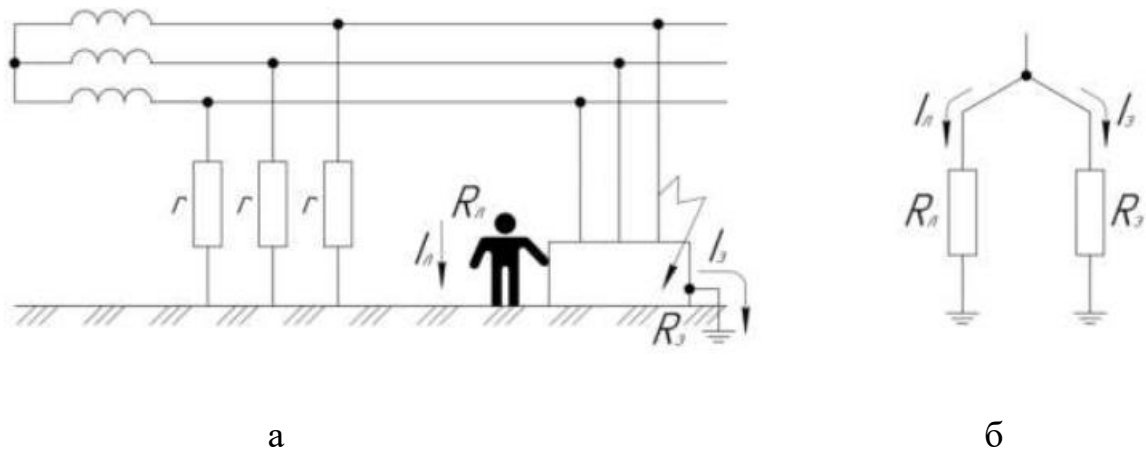
Захисне заземлення. Захисне заземлення використовують для мереж з напругою до 1000В з ізольованою нейтральною, а також для мереж з напругою поза 1000В з будь-яким режимом нейтралі джерела живлення.

Захисне заземлення — заземлення точки або декількох точок у системі чи в процесі монтажу системи або в обладнанні, щоб забезпечити електробезпеку. Захисне заземлення використовується для того, щоб у випадку коли на металевих конструктивних частинах електро-установки, з'явиться напруга, можна було забезпечити захист людини від ураження

струмом у разі торкання таких частин. Це досягається за рахунок зниження до безпечних значень напруг дотику та кроку.

Захисне занулення.

Використовується в чотирьох-провідних мережах з напругою до 1000 В та з глухо-заземленою нейтраллю. Враховуючи правила улаштування електроустановок, занулення корпусів потрібно використовувати в тих самих випадках, що й захисне заземлення.



а – схема доторкання людини до заземленого корпусу під напругою;

б – еквівалентна електрична схема

Рисунок 5.1 – Схема захисного заземлення

Занулення - це навмисне електричне з'єднання з нульовим захисним проводом металевих частин електроустановки, які в аварійних режимах роботи можуть опинитися під напругою, але нормально не перебувають під напругою.

При зануленні у випадку замикання фазного проводу мережі на корпус електроустановки виникає замикання між фазним та нульовим проводами. Внаслідок чого електроустановка автоматично виключається апаратом захисту від струмів короткого замикання (спрацьовує автоматичний вимикач чи

перегорає плавка вставка запобіжника замкненої фази). Таким чином,

забезпечується хороший захист людей від ураження електричним струмом що призведе до зменшення кількості травм на виробництві.

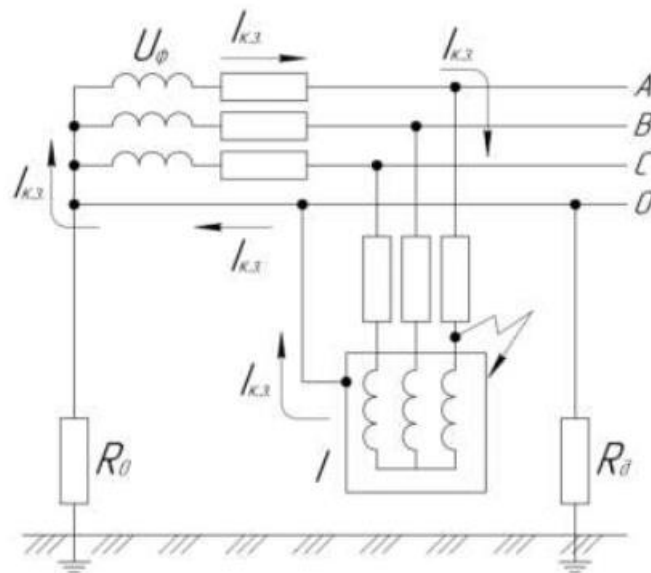


Рисунок 5.2 – Схема захисного занулення

## 4.2 Пожежна безпека

Пожежа – горіння поза спеціальним вогнищем, яке розповсюджується у часі і просторі.

Пожежна безпека об'єкта – це стан, за якого з регламентованою ймовірністю виключається можливість утворення та розвитку пожежі та впливу на людей її небезпечних факторів, ще забезпечується захист матеріальних цінностей. Основними засобами забезпечення пожежної безпеки є мінімізація умов виникнення пожежі та її наслідків. Об'єкти мають мати системи пожежної безпеки, які спрямовані на запобігання пожежі і її дії на людей та матеріальні цінності, в тому числі їх вторинних проявів. До таких факторів,

Відповідно до ГОСТ 12.1.004-91, належать:

- полум'я та іскри;
- сильно підвищена температура навколишнього середовища;

- знижена концентрація кисню;
- дим;
- токсичні продукти горіння й термічного розкладу.

Вторинними проявами небезпечних факторів пожежі вважаються наступні небезпеки:

- уламки, частини зруйнованих апаратів, агрегатів, установок, конструкцій; радіоактивні та токсичні речовини та матеріали, викинуті зі зруйнованих апаратів та установок;
- електричний струм, що виник через перехід напруги на струмопровідні елементи будівельних конструкцій, апаратів, агрегатів під дією високих температур;
- небезпечні фактори вибухів, згідно ГОСТ 12.1.010, пов'язаних з пожежами; %

#### **4.2.1 Способи та засоби гасіння пожеж**

Комплекс заходів, які спрямовані на ліквідацію пожежі, яка виникла, називається пожежогасінням. Основою пожежогасіння є примусове припинення процесу горіння. На практиці є декілька способів припинення горіння, їх суть полягає у припиненні процесу горіння.

Спосіб охолодження базується на тому, що горіння речовини можливе тоді, якщо температура її верхнього шару вища температури його запалювання.

Горіння припиняється тоді, коли з поверхні горючої речовини буде відведено тепло, тобто поверхня буде нижче температури запалювання.

На чому ж базується спосіб розведення? Він базується на тому, що речовина здатна горіти, якщо вміст кисню в атмосфері за об'ємом більше 14-16%. Якщо кисню в повітрі залишається нижче вказаної величини, припиняється полум'яне горіння. Коли швидкість окислення зменшується припиняється і тління. При введенні у повітря інертних газів та пари концентрація кисню зменшується. У закритих приміщеннях кисень розводиться продуктами горіння. Спосіб ізоляції базується на тому, щоб зупинити надходження кисню в повітря до речовини яка горить, застосовуючи різні вогнегасні речовини (порошок, хімічна піна, та інше).

Спосіб хімічно гальмування реакцій горіння-це - введення у зону горіння галоїдно-похідних речовин :бромистий метал та метил, фреон та інше. Вони при попаданні у полум'я розпадаються і з'єднуються з активними центрами, припиняючи екзотермічну реакцію, внаслідок чого горіння припиняється.

Спосіб механічного зриву полягає в тому, щоб зупинити полум'я сильним струменем води, порошку або газу.

Щоб погасити велике загоряння в приміщеннях категорій А, Б, В

застосовують стаціонарні установки газового, водяного, повітряно-пінного та хімічного гасіння.

#### **4.2.2 Вогнестійкість будівель та споруд**

У будівлях та спорудах поширення пожежі залежить від вогнестійкості конструкцій будівлі.

Вогнестійкість конструкції це здатність конструкції в пожежних умовах зберігати несучу, або огорожувальну функцію.

Всі будівлі та споруди за вогнестійкістю поділяють на вісім ступенів (п'ять основних і три додаткових), які характеризуються межами вогнестійкості по основних будівельних конструкціях та межами поширення вогню по них. I ступеня - це будівлі та споруди, які мають найвищу вогнестійкість. Будівельні конструкції виготовлені з негорючих матеріалів і відповідної товщини (наприклад, кам'яний або цегляний будинок). V ступінь найнижчий, будівельні конструкції яких виготовлені з горючих матеріалів (наприклад з дерева).

В таблиці 4.2. представлені межі вогнестійкості основних будівельних конструкцій.

На ділянці є обладнаний пожежний щит, набір інструментів і ємність з піском. Для того, щоби забезпечити гасіння пожежі в початковій стадії та його виникнення у внутрішній водогінній мережі цеху установлені пожежні крани.

Ділянка укомплектована пожежною сигналізацією. Для гасіння електроустаткування є передбачені вогнегасники – «ОУ-5, ОУ-8, ОХП-10, УН-2Н,».

Максимальна відстань з найвіддаленішої точки ділянки категорії Д до евакуаційного виходу у будівлі зі ступенем вогнестійкості, що не може перевищувати 100м, а мінімальна ширина шляхів евакуації становить не менше 1 м, дверей – 0,8 м.

Таблиця 4.2 – Межі вогнестійкості основних будівельних конструкцій

Будівельні конструкції	Група займистості	Межа вогнестійкості
Стіни, що несуть навантаження, стіни сходових кліток, колони	Негорючі	2 г
Плити, настили й інші несучі конструкції покриття міжповерхових <u>перекрыттів</u>	Важко займисті	0,75 г
Зовнішні стіни з навісних панелей	Важко займисті	0,25 г
Внутрішні перегородки	Важко займисті	0,25 г

Згідно з Правилами устаткування електроустановок (ПУЕ) ділянка цеху на якій потрібно обробляти дану деталь належить до сухого типу приміщення.

Згідно з ПУЕ за ступенем пожежної небезпеки приміщення де знаходяться горючі рідини ,температура спалахів яких вище 61°С відноситься до класу П-І .

Вибухонебезпечна зона класу 2- це ділянка цеху в якому вибухонебезпечне середовище при нормальних умовах експлуатації відсутнє, а якщо навіть і виникає, то дуже рідко і триває недовго.

### 4.3 Безпека верстатних пристроїв

ГОСТ 12.2.029-88 до верстатних пристроїв висуваються такі вимоги:

- елементи конструкцій зовні не повинні мати гострих кутів, країв та небезпечних нерівностей, коли їх наявність не являється технологічною необхідністю.

- елементи верстатних пристроїв роботі верстату не повинні заважати або обмежувати доступ до органів керування, чи створювати небезпеку для працівника.



- конструкція верстатного пристрою повинна мати надійне і зручне з'єднання з верстатом та змінними елементами. Спосіб з'єднання повинен виключити можливість зміщення та самовільного ослаблення кріплення пристрою в експлуатації..

- пристрої маса яких більша ніж 15 кг, повинні мати такі елементи кріплення, що дозволяють механізувати їх монтаж і переміщення.

- при ручній зміні заготовок конструкція пристрою повинна гарантувати безпеку від випадкового защемлення частин тіла між заготовкою та затискним елементом допустимі зазори до 5 мм.

- зусилля для закріплення заготовки повинні бути вищими від сили різання не менше ніж в 2,5 рази.

Пристрої, спроектовані в цьому дипломному проекті задовольняють ці умови

## Розділ 5. ЕКОНОМІЧНА ЕФЕКТИВНІСТЬ

Проаналізувавши місячну заробітну плату працівників за верстатами з ЧПУ визначено заробітку плату 146,18 грн на годину.

Кабінет Міністрів України постановою №632 від 31.05.2024 встановив для всіх жителів України єдину фіксовану ціну на електроенергію - 4,32 грн/кВт·год незалежно ...

Вартість матеріалу Сталь 45 становить 42.50 грн за кілограм.

### Розрахунок на вартість чашки та гайки

Ціна за кілограм 42.5 гривні - (P) разом з врахуванням ПДВ (сталь 45 прокат D70)

#### Розрахунок на вартість чашки

(Можливо додати розхід на електрику і інструменти зношування)

$$P_{з1} = m_{заг.1} \times P = 1,8169 \times 42,5 = 77,22(\text{грн})$$

$m_{заг.1}$  – маса заготовки для виготовлення чашки

$P_{з1}$  – вартість заготовки для виготовлення деталі чашка

#### Розрахунок на вартість гайки

$$P_{з2} = m_{заг.2} \times P = 1,278 \times 42,5 = 54,32(\text{грн})$$

$m_{заг.2}$  – маса заготовки для виготовлення гайки

$P_{з2}$  – вартість заготовки для виготовлення деталі гайка

### Розрахунок на споживання електроенергії двигунів

$$P_d = 30 \times \left( \frac{12}{60} + \frac{18}{60} \right) \times 4,32 = 64,8 (\text{грн})$$

### Розрахунок на вартість інструментів

$$1050+120+500=1670(\text{грн.})$$

**Сумарний розрахунок собівартості виробництва**

$$P_{\text{зар}} = 77,22 + 54,32 + 64,8 + 1670 + 146 = 1939(\text{грн})$$

## Висновки і пропозиції.

1. Проаналізовано підвіски легкових автомобілів, встановлено, що при встановленні на автомобілі коліс для підвищеної прохідності при великих виворотах керма колеса можуть зачіпати за внутрішні елементи корпусу автомобіля.
2. Для вирішення даного питання запропоновано до оснастити кульові опори спеціальними накладками які дозволять віддалити колесо від корпусу автомобіля . Розроблено конструкцію з двох деталей чашка та гайка за допомогою яких можливо збільшити висоту кульової опори
3. Розроблено технологію виготовлення деталей - чашка та гайка
4. Підібрано обладнання та інструмент необхідний для виготовлення деталей – чашка та гайка .
5. Написано керуючий код для виготовлення деталей на токарному верстаті з ЧПК
6. Розглянути питання Охорони праці та безпеки виробництва при роботі з електрообладнанням
7. Визначити собівартість виготовлення спроектованих деталей яка становить 1939 грн.

## Бібліографічний список.

1. Безкоровайний М.І. Будова автомобіля. Посібник з автосправи. Переклад Глушак Д.Д. 2012. - 62с.
2. Кисликов В.Ф. Будова й експлуатація автомобілів: Підручник / Кисликов В.Ф., Лущик В.В. // - 6-те вид. - К.: Либідь, 2006. - 400 с.
3. Ремонт автомобілів: Навчальний посібник/ Упор. В.Я. Чабанний. - Кіровоград: Кіровоградська районна друкарня, 2007. - 720 с.
4. Будова автомобіля : електронний підручник для ПТНЗ [Електронний ресурс] / В.О.Радкевич, В.В. Юрженко, А.Г. Кононенко – К. : Інститут професійно-технічної освіти, 2016.
5. Кульова опора – функціональне призначення, конструкція та методи діагностики. Режим доступу:  
<https://toko.ua/uk/reviews/state/58/sharovaya-opora-funktsionalnoe-naznachenie-konstruktsiya-i-metodi-diagnostiki/#title-05>
6. Електронний ресурс: <https://magnatauto.com/blog/avstoslovnik-shho-take-kulova-opora>
7. Електронний ресурс:  
<https://ir.lib.vntu.edu.ua/bitstream/handle/123456789/27375/7206.pdf?sequence=3&isAllowed=y>
8. Призначення, будова і типи підвісок автомобіля. Режим доступу:  
<https://green-way.com.ua/uk/dovidniki/pidruchnyk-po-vlashtuvannju-avtomobilja/rozdil27-pryznachennja-budova-i-vydy-pidvisok-avtomobilja>
9. Будова автомобіля : електронний підручник для ПТНЗ [Електронний ресурс] / В.О.Радкевич, В.В. Юрженко, А.Г. Кононенко – К. : Інститут професійно-технічної освіти, 2016.
10. Бабіч Б. С., Лущик В. В./Технічне обслуговування й ремонт металевих кузовів автомобілів: Підручник – Либідь, 2001 р. 460 ст.
11. Інноваційне обладнання автоматизованого виробництва. Конструктивні особливості та основи програмування верстатів з числовим

- програмним керуванням / КПІ ім. Ігоря Сікорського; уклад.: Ковальов В.А., Гаврушкевич А.Ю., Гаврушкевич Н.В. – Київ : КПІ ім. Ігоря Сікорського, 2020. – 158с.
- 12.Електронний ресурс: <https://easybusy.com.ua/manuals/manual-cnc>
- 13.Електронний ресурс: <https://cncmachines.com.ua/uk/blog/what-are-cnc-machines/>
- 14.Електронний ресурс: <https://easybusy.com.ua/manuals/manual-cnc>
- 15.Електронний ресурс: [http://volodymyrivka-nvk.dp.sch.in.ua/Files/downloads/3278\\_85\\_.pdf](http://volodymyrivka-nvk.dp.sch.in.ua/Files/downloads/3278_85_.pdf)
- 16.Електронний ресурс:  
<https://ua.jobble.org/salary/%D0%BE%D0%BF%D0%B5%D1%80%D0%B0%D1%82%D0%BE%D1%80-%D1%87%D0%BF%D1%83>
- 17.Ковальов В.А., Гаврушкевич А.Ю., Гаврушкевич Н.В. Конструктивні особливості та основи програмування верстатів з числовим програмним керуванням: Навч. посіб. /
18. Ковальов В.А., Гаврушкевич А.Ю., Гаврушкевич Н.В. –[Електронний ресурс] / - К.: КПІ ім. Ігоря Сікорського, 2020. – 158с.