

**ПРИДНІПРОВСЬКА ДЕРЖАВНА АКАДЕМІЯ БУДІВНИЦТВА
ТА АРХІТЕКТУРИ**

Факультет інформаційних технологій та механічної інженерії

(повне найменування інституту, факультету)

Кафедра експлуатації та ремонту машин

(повна назва кафедри)

КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА

на тему *Аналіз технічного обслуговування та ремонту рульового управління автомобілів з дослідженням позадвжньо-кутових коливань транспортного засобу*

Виконав: здобувач вищої освіти

другий (магістерський)

(рівень вищої освіти)

спеціальності

274 «Автомобільний транспорт»

(шифр і назва спеціальності)

освітньої програми

ОПП «Автомобільний транспорт»

(вид та назва освітньої програми)

групи *АТ-19мп*

Сергій КОВАЛЬЧУК

(ім'я та прізвище здобувача)

Керівник *Ольга САКНО*

(ім'я та прізвище)

Рецензент _____

(ім'я та прізвище)

Оцінка захисту кваліфікаційної роботи

_____ (сума балів, оцінка ECTS, оцінка за національною шкалою,)

Секретар ЕК _____ / *Віталій БОГОМОЛОВ* /

(підпис)

(ім'я та прізвище секретаря ЕК)

**ПРИДНІПРОВСЬКА ДЕРЖАВНА АКАДЕМІЯ БУДІВНИЦТВА
ТА АРХІТЕКТУРИ**

Інститут, факультет інформаційних технологій та механічної інженерії
 Кафедра експлуатації та ремонту машин
 Рівень вищої освіти другий (магістерський)
 Спеціальність 274 «Автомобільний транспорт»
(шифр та назва)
 Освітня програма ОПП «Автомобільний транспорт»
(вид та назва)

ЗАТВЕРДЖУЮ

Завідувач кафедри _____
к.т.н. Олександр ЛИХОДІЙ
 « 28 » вересня 2020 року

**З А В Д А Н Н Я
ДО ВИКОНАННЯ КВАЛІФІКАЦІЙНОЇ РОБОТИ
ЗДОБУВАЧУ ВИЩОЇ ОСВІТИ**

Сергію КОВАЛЬЧУКУ
(ім'я та прізвище)

1. Тема роботи Аналіз технічного обслуговування та ремонту рульового управління автомобілів з дослідженням поздовжньо-кутових коливань транспортного засобу

керівник роботи Ольга САКНО, к.т.н., доцент
(ім'я та прізвище, науковий ступінь, вчене звання)

затверджені наказом ректора від « 28 » вересня 2020 року № 438-кс
 2. Строк подання роботи до захисту « 08 » грудня 2020 року

3. Вихідні дані до роботи конструкція рульового управління автомобілів, базовий технологічний процес ТО та ремонту ходової частини та рульового управління автомобіля Audi-80

4. Зміст кваліфікаційної роботи (перелік питань, які потрібно розробити)
Вступ. 1. Загальний аналіз конструкції та несправностей рульового управління автомобілів. 2. Технологічний процес ремонту деталей рульового управління автомобіля 3. Аналіз обладнання для ремонту рульового управління автомобіля 4. Дослідження поздовжньо-кутових коливань транспортного засобу. Висновки. Список використаних джерел. Додатки.

5. Консультанти розділів роботи

Розділ	Ім'я, прізвище та посада консультанта	Підпис, дата	
		Завдання видав	завдання прийняв
1	<i>Віктор СТАДНИК, доцент</i>		

6. Дата видачі завдання «01» вересня 2020 року

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

№ з/п	Назва етапів кваліфікаційної роботи	Термін виконання етапів роботи	Примітка
1	Розрахунково-пояснювальна записка:		
1.1	<i>Вступ</i>	до 18.09	
1.2	<i>Розділ 1. Загальний аналіз конструкції та несправностей рульового управління автомобіля</i>	до 30.09	
1.3	<i>Розділ 2. Технологічний процес ремонту деталей рульового управління автомобіля</i>	до 7.10	
1.4	<i>Розділ 3. Аналіз обладнання для ремонту рульового управління автомобіля</i>	до 14.10	
1.5	<i>Розділ 4. Дослідження поздовжньо-кутових коливань транспортного засобу</i>	до 20.10	
1.6	<i>Висновки</i>	до 28.10	
1.7	<i>Список використаних джерел</i>	до 6.11	
1.8	<i>Додатки</i>	до 12.11	
2	Презентаційний матеріал	до 25.11	
3	Оформлення кваліфікаційної роботи магістра	до 2.12	
4	Підготовка до переддипломного захисту	з 10.12	

Здобувач вищої освіти

_____ (підпис)

/Сергій КОВАЛЬЧУК/

_____ (ім'я та прізвище)

Керівник роботи

_____ (підпис)

/Ольга САКНО/

_____ (ім'я та прізвище)

РЕФЕРАТ

Пояснювальна записка до кваліфікаційної роботи на тему «*Аналіз технічного обслуговування та ремонту рульового управління автомобілів з дослідженням поздовжньо-кутових коливань транспортного засобу*» складається із 84 аркуша формату А4, на яких містяться 4-ри розділи, 7 таблиць, 22 рисунка, 22 джерела інформації.

Об'єктом дослідження є технологічний процес технічного обслуговування (ТО) і ремонту рульового керування автомобіля.

Предметом дослідження є взаємозв'язок між технічним станом та об'ємом технологічного процесу ТО і ремонту рульового керування автомобіля.

Мета дослідження – провести комплексний аналіз існуючих способів і на його основі розробити технологічний процес ремонту рульового керування на прикладі автомобіля Audi-80 з дослідження поздовжньо-кутових коливань транспортного засобу.

Методи дослідження: аналіз конструкцій та існуючих способів ТО і ремонту автомобіля, дослідження поздовжньо-кутових коливань транспортного засобу з використанням програмного забезпечення Matlab Simulink.

Наукова новизна отриманих результатів. Набуло подальшого розвитку дослідження поздовжньо-кутових коливань транспортного засобу.

Практичне значення одержаних результатів. Розроблено технологічний процес ремонту деталей рульового управління автомобіля прикладі автомобіля Audi-80. Визначені дефекти та критерії граничного зносу деталей рульових рейок. Матеріали магістерської роботи впроваджено в ДВНЗ ПДАБА (м. Дніпро) при проведенні лекційній, лабораторних та практичних робіт з дисципліни «Технічна експлуатація автомобілів».

АВТОМОБІЛЬ, ТЕХНІЧНИЙ СТАН, ТЕХНОЛОГІЧНИЙ ПРОЦЕС,
РУЛЬОВЕ КЕРУВАННЯ, РЕМОНТ, ПОЗДОВЖНЬО-КУТОВІ КОЛИВАННЯ

ЗМІСТ

	стор.
ВСТУП.....	6
1. ЗАГАЛЬНИЙ АНАЛІЗ КОНСТРУКЦІЇ ТА НЕСПРАВНОСТЕЙ РУЛЬОВОГО УПРАВЛІННЯ АВТОМОБІЛІВ	9
1.1. Будова та характеристика рульового управління	9
1.2. Різновиди рульових рейок та їх загальна будова.....	11
1.3. Характерні несправності рульового управління.....	20
Висновки за розділом 1.....	24
2. ТЕХНОЛОГІЧНИЙ ПРОЦЕС РЕМОНТУ ДЕТАЛЕЙ РУЛЬОВОГО УПРАВЛІННЯ АВТОМОБІЛЯ.....	25
2.1. Розробка технологічного процесу ремонту деталей рульового управління автомобіля	25
2.2. Критерії граничного зносу деталей рульових рейок	29
2.3. Технологія ремонту рульової рейки.....	30
2.4. Технологія розбирання та збирання рульового керування автомобіля ..	31
2.5. Технологічний план виконання всіх ремонтних операцій відновлення рульової рейки та наконечника рульової тяги	41
2.6. Розрахунок операцій технологічного процесу.....	44
Висновки за розділом 2.....	48
3. АНАЛІЗ ОБЛАДНАННЯ ДЛЯ РЕМОНТУ РУЛЬОВОГО УПРАВЛІННЯ АВТОМОБІЛЯ.....	49
3.1. Обладнання для ТО рульового управління автомобілів	49
3.2. Стенд для розбирання рульового механізму	50
3.3. Здійснення перевірки та регулювання люфту	51
3.4. Знімач пальців тяги рульової	51
3.5. Розрахунок електроприводу електромеханічного підйомника	53
3.6. Розрахунок деталей пристрою на міцність.....	57
Висновки за розділом 3.....	59

4. ДОСЛІДЖЕННЯ ПОЗДОВЖНЬО-КУТОВИХ КОЛИВАНЬ ТРАНСПОРТНОГО ЗАСОБУ.....	60
4.1. Дослідження та моделювання поперечних коливань автомобіля.....	60
4.2. Дослідження та моделювання поздовжніх коливань автомобіля	65
Висновки за розділом 4.....	68
ВИСНОВКИ.....	69
СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ	70
ДОДАТОК А. Конструкція рульового управління автомобіля.....	72
ДОДАТОК Б. Технологічний процес ремонту рульової рейки автомобіля Audi A80	74
ДОДАТОК В. Апробація результатів магістерської роботи	82
ВІДОМІСТЬ КВАЛІФІКАЦІЙНОЇ РОБОТИ МАГІСТРА	84

ВСТУП

Обґрунтування вибору теми дослідження. Рульове управління є однією з найважливіших систем будь-якого автомобіля, що забезпечують безпеку дорожнього руху. Перші конструкції рульового приводу були простими і надійними, вони включали в себе гумові або шкіряні ремені, металеві кермові тяги і рульовий штурвал. Така конструкція дозволяла передавати зусилля водія на керовану вісь безпосередньо, без затримок і з абсолютно чітким зворотним зв'язком. З розвитком автопромисловості конструкція рульового приводу стала ускладнюватися. У неї почали впроваджувати підсилювачі - спочатку гідравлічні, потім електричні і електрогідравлічні, з'явилася можливість зміни передавального зусилля, а також додаткового підрулювання коліс ведених осей. В даний час виробники активно працюють над конструкцією рульового управління, що повністю виключає механічний зв'язок між рульовим колесом і керуючої рейкою (steer-by-wire чи рульове керування по проводах). Це дозволило б відкрити широкі можливості для автономного управління автомобілем.

В процесі експлуатації автомобіля його робоча властивість поступово погіршується із-за зношування деталей. Справним вважають автомобіль, який відповідає всім вимогам нормативно-технологічної документації. Працездатний автомобіль на відміну від справного повинен задовольняти лише тим вимогам, виконання яких дозволяє використовувати його за призначенням без загрози безпеці руху. Пошкодженням називають перехід автомобілів в несправних, але в працездатних стан. Відмовою називають перехід автомобіля в непрацездатний стан. Поточний ремонт автомобіля проводять на автотранспортних підприємствах він повинен забезпечувати гарантовану працездатність автомобіля на пробігу іншого чергового планового ремонту. При тривалій експлуатації автомобіля досягають такого стану, коли їх ремонт в умовах АТП ставати неможливим або економічно недоцільним, в цьому випадку вони прямують на авторемонтне підприємство.

Близько 70-75% деталей автомобіля що поступили на капітальний ремонт, може поступати повторно або без ремонту, або після їх відновлення. До них

відносяться більшість найбільш складних і дорогих деталей, а так само і вали, осі, цапфи та інші. Вартість відновлення цих деталей не перевищує 10-50% вартостей їх виготовлення при цьому досягається велика економія металу і енергетичних ресурсів.

Зв'язок роботи з науковими програмами, планами, темами. Матеріали магістерської роботи є узагальненням досліджень, що виконані у межах:

- комплексних цільових програм, концепцій та наказів: «Національна транспортна стратегія України на період до 2030 року» (Розпорядження Кабінету міністрів України від 30 травня 2018 р. № 430-р); Програма реалізації Пріоритетних напрямів співробітництва держав-учасників СНД у сфері транспорту на період до 2020 року (Міжнародний документ від 22.05.2009 р., №998 445); «Про затвердження Правил експлуатації колісних транспортних засобів» (Наказ Міністерства інфраструктури України від 26.07.2013 р., №550);

- плану науково-дослідних робіт кафедри експлуатації та ремонту машин ДВНЗ ПДАБА за темою «Підвищення ефективності експлуатації транспортних засобів».

Об'єктом дослідження є технологічний процес ТО і ремонту рульового керування автомобіля.

Предметом дослідження є взаємозв'язок між технічним станом та об'ємом технологічного процесу ТО і ремонту рульового керування автомобіля.

Мета роботи – провести комплексний аналіз існуючих способів і на його основі розробити технологічний процес ремонту рульового керування на прикладі автомобіля Audi-80 з дослідження поздовжньо-кутових коливань транспортного засобу.

Завдання дослідження. Для досягнення поставленої мети в роботі вирішувалися такі завдання:

1. Проаналізувати конструкції та несправності рульового управління автомобілів.
2. Розробити технологічний процес ремонту деталей рульового управління автомобіля.

3. Дослідити поздовжньо-кутові коливання транспортного засобу.

Методи дослідження. Для досягнення поставленої мети були використані такі теоретичні методи дослідження як аналіз конструкцій та існуючих способів ТО і ремонту автомобіля, дослідження поздовжньо-кутових коливань транспортного засобу з використанням програмного забезпечення Matlab Simulink.

Наукова новизна отриманих результатів. Набуло подальшого розвитку дослідження поздовжньо-кутових коливань транспортного засобу.

Практичне значення отриманих результатів. Розроблено технологічний процес ремонту деталей рульового управління автомобіля прикладі автомобіля Audi-80. Визначені дефекти та критерії граничного зносу деталей рульових рейок.

Матеріали магістерської роботи впроваджено в ДВНЗ ПДАБА (м. Дніпро) при проведенні лекційній, лабораторних та практичних робіт з дисципліни «Технічна експлуатація автомобілів».

Апробація результатів магістерської роботи. Результати магістерської роботи були повідомлені на II науково-практичній конференції студентів ДВНЗ ПДАБА (м. Дніпро, 2020 р.) та на Міжнародній науково-практичній конференції студентів, аспірантів та молодих вчених «Експлуатаційна та сервісна інженерія» (Харків, ХНТУСГ, 28-29 травня 2020 р.).

Публікації. Основні результати досліджень опубліковано у 2 роботах.

Результати роботи можуть бути використані на підприємствах автомобільного транспорту, так як безпека руху АТЗ багато в чому залежить від визначення періодичності контролю технічного стану автомобілів.

РОЗДІЛ 1

ЗАГАЛЬНИЙ АНАЛІЗ КОНСТРУКЦІЇ ТА НЕСПРАВНОСТЕЙ РУЛЬОВОГО УПРАВЛІННЯ АВТОМОБІЛІВ

1.1. Будова та характеристика рульового управління

Рульова рейка (кермовий редуктор) – це силовий агрегат кермового механізму, призначений для перерозподілу сил від кермової колонки до керованих коліс.

Зусилля водія послідовно передається від колеса кермового керування на кермову колонку, з'єднану через кермовий кардан з кермовою рейкою (редуктором), а далі через Рульові тяги та наконечники зусилля передається на поворотні важелі, з'єднані з керованими колесами через поворотні цапфи.

Рульова рейка вважається досить надійним вузлом, який виходить з ладу вкрай рідко, однак бувають і виключення, коли рейка доставляє масу незручностей автовласникам. Основною причиною несправності можна вважати навантаження, яким піддається рульова рейка під час експлуатації транспортного засобу.

Нерівна дорога "передається" рейці з рульовим тягам, крім того рульова рейка схильна навантажень з боку самого водія, який волею-неволею постійно обертає рульове колесо, тим самим навантажуючи рейку. Саме з цих причин довговічна на перший погляд деталь, може легко вийти з ладу і доставити масу неприємностей.

Розрізняють кілька основних видів рульових рейок - механічна та гідравлічна (гідропідсилювач керма - ГУР). Перша - властива першим вітчизняним моделям, нащадки яких випускаються і донині. Механічна рейка згодом була замінена гідравлічної через більш досконалого механізму наступниці і зручного управління. Трохи пізніше з'явився і третій тип рульової рейки — електричний (ЕУР). Дана модифікація працює без гідравліки, її роль виконує електромоторчик. Недоліком ЕУР є висока вартість і складність механізму, ремонт якого не кожному під силу.

Рульова рейка складається з таких механізмів:

Рульові тяги і наконечники. Кріпляться вони до висувним механізмам рульової рейки, з їх допомогою здійснюється поворот коліс.

Шестерні і зубчаста планка. За допомогою шестерень і планки здійснюється передача зусилля від керма на рульові тяги, а також управління парою коліс;

Картер. Його також називають корпусом, найчастіше виконаний з алюмінію, у ньому розташовуються основні деталі рейки;

Система пружин. Необхідні вони для щільного прилягання рейки до шестерні, якщо пружини справні, люфт і вільний хід керма практично відсутня;

Підшипники. Необхідні для легкості здійснення маневрів і поворотних рухів рейки;

Обмежувачі. За допомогою обмежувачів визначається максимальне значення повороту (ходу рульової рейки) від правого до лівого краю.

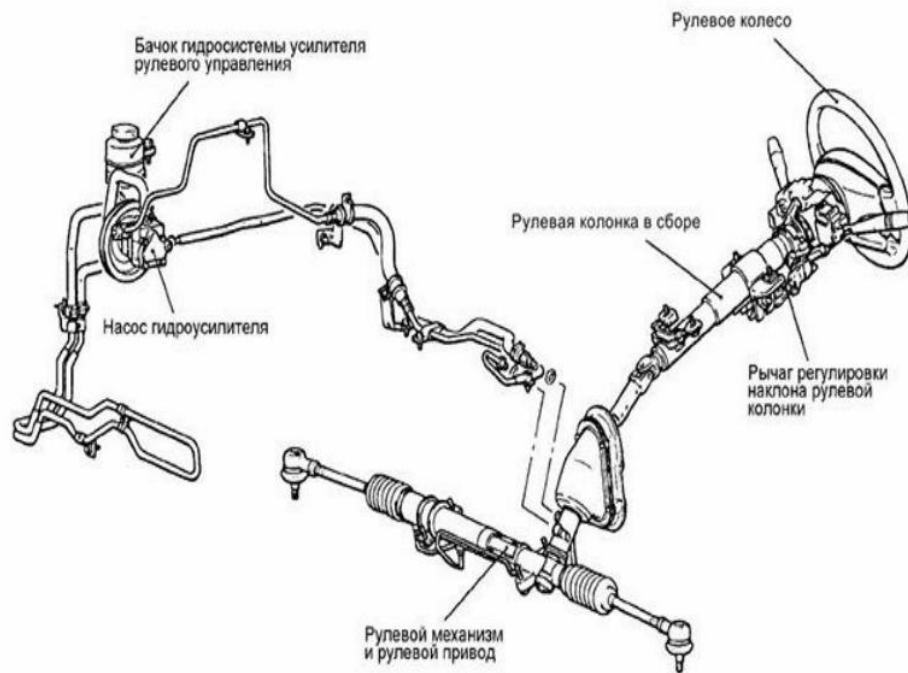


Рис. 1.1. Загальна будова рульового управління

Підсилювач керма з'єднаний з картером рульової рейки, тому в роботу він включається лише тоді, коли мотор працює і відбувається нагнітання рідини ГУР. У рух шківів гідропідсилювача призводить ремінна передача, в свою чергу гідравлічний насос всередині рейки створює тиск і впливає на колісні тяги на вимогу водія. Важливу роль у роботі ГУР грає вбудований комп'ютер, який виробляє розрахунок зусиль і тиску.

Торсіон в зв'язці з електросистемами розподіляє тиск в залежності від повороту керма.

Золотниковий розподільник є джерелом нагнітання тиску, здатний підвищувати тиск у рейці в залежності від потреби.

Спеціальна ємність служить для збору масла коли двигун заглушений. Як тільки кермо починає обертання, відбувається вприскування олії через золотниковий розподільник, саме туди де необхідно створити тиск. Після того, як кермо припиняє обертатися, насос ГУР перестає нагнітати масло, в результаті воно повертається в ємність.

1.2. Різновиди рульових рейок та їх загальна будова

Перший вид конструкцій рульових рейок з гідропідсилювачем керма буває двох типів:

Без серватроніка



Рис. 1.2. Рульова рейка без серватроніка

З серватроніком

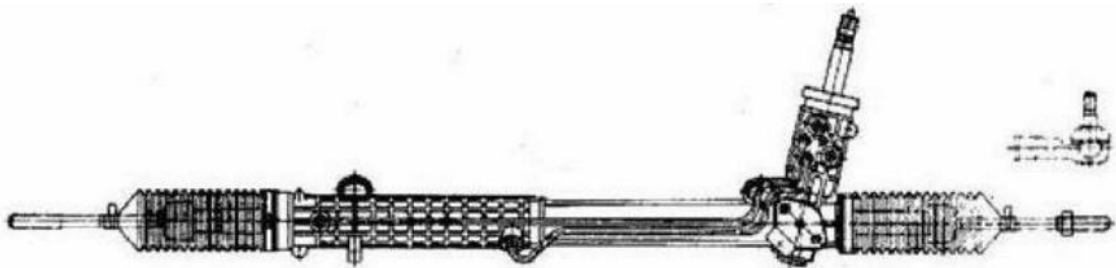


Рис. 1.3. Рульова рейка з серватроніком

Другий вид конструкцій рульових рейок з гідروпідсилювачем керма буває двох типів:

Без серватроніка

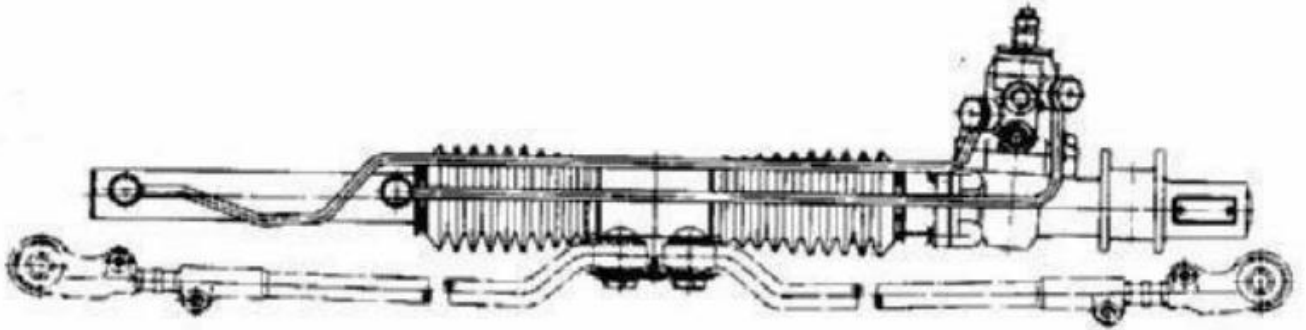


Рис. 1.4а. Рульова рейка з гідропідсилювачем та без серватроніка

З серватроніком

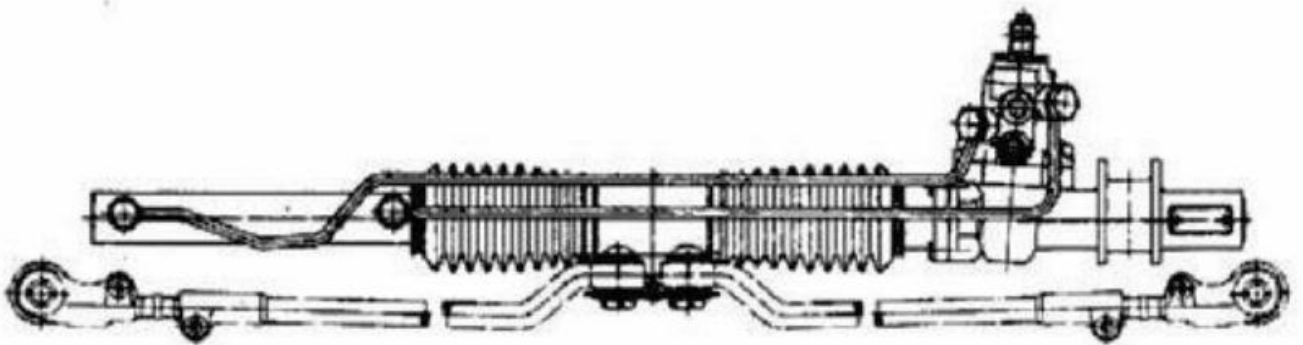


Рис. 1.4б. Рульова рейка з гідропідсилювачем та з серватроніком

1. Механічні



Рис. 1.5. Механічна рульова рейка автомобіля Infiniti FX-50



Рис. 1.6. Механічна рульова рейка автомобіля Daihatsu Materia



Рис. 1.7. Механічна рульова рейка автомобіля Daewoo Lanos



Рис. 1.8. Механічна рульова рейка автомобіля Nissan X-Trail

2.Гідравлічні



Рис. 1.9. Рульова рейка з гідропідсилювачем Hyundai Atos



Рис. 1.10. Рульова рейка з гідропідсилювачем Porsche Cayenne



Рис. 1.11. Рульова рейка з гідропідсилювачем Infiniti FX

3.Електричні



Рис. 1.12. Електрична рульова рейка Audi A3

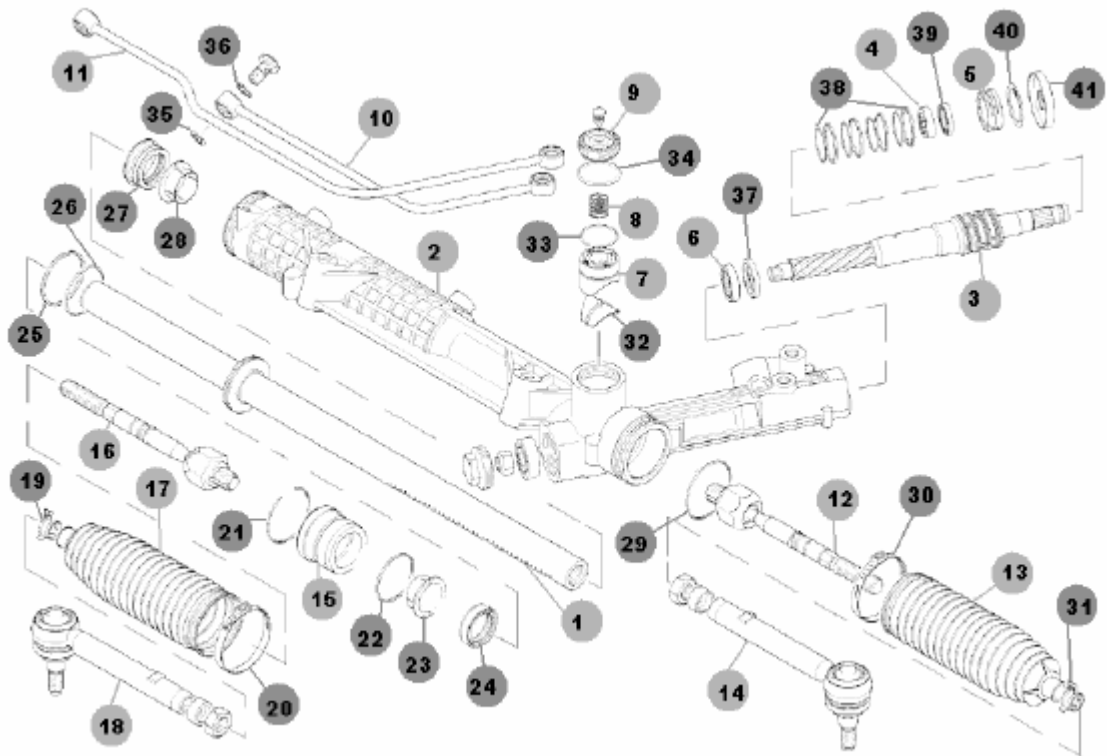


Рис. 1.13. Електрична рульова рейка Volkswagen Golf V



Рис. 1.14. Електрична рульова рейка Ford Focus-3

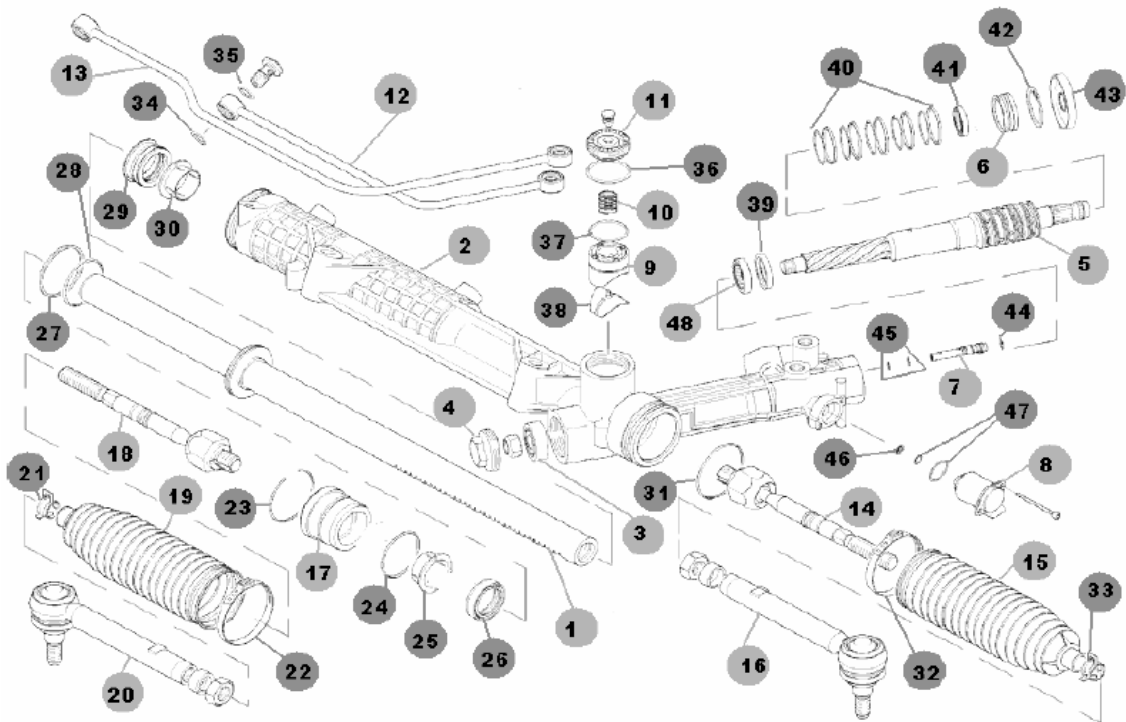
Пристрій рульової рейки без серватроніка 1-й вид (рис. 1.15).



1 - вал рульової рейки, 2 - корпус рульової рейки, 3 - золотник, 4 - верхній підшипник, 5 - золотник, 6 - кришка золотника, 6 - середній підшипник золотника, 7 - регулювальний притиск, 8 - пружина, 9 - гайка регулювального притиску, 10 - трубопровід рульової рейки, 11- трубопровід рульової рейки, 12 - рульова тяга, 13 - пильник рульової тяги, 14 - наконечник рульової тяги, 15 - права втулка, 16 - рульова тяга, 17 - пильник рульової тяги, 18 - наконечник рульової тяги, 19 - хомут пильника рульової тяги, 20 - хомут пильника кермової тяги, 21 - стопорне кільце, 22 - кільце ущільнювача, 23 - права втулка ковзання, 24 - сальник силового циліндра, 25 - кільце ущільнювача поршня, 26 - кільце ущільнювача поршня, 27 - сальник силового циліндра, 28 - втулка ковзання, 29 - кільце ущільнювача, 30 - хомут пильовика кермової тяги, 31 - хомут пильовика кермової тяги, 32 - вкладиш притиску, 33 - кільце ущільнювача, 34 - кільце ущільнювача, 35 - кільце ущільнювача трубопроводу, 36 - кільце ущільнювача трубопроводу, 37 - середній сальник золотника, 38 - кільця ущільнювачів золотника, 39 - верхній сальник золотника, 40 - кільце ущільнювача втулки золотника, 41- брудознімач

Рис. 1.15. Пристрій рульової рейки без серватроніка

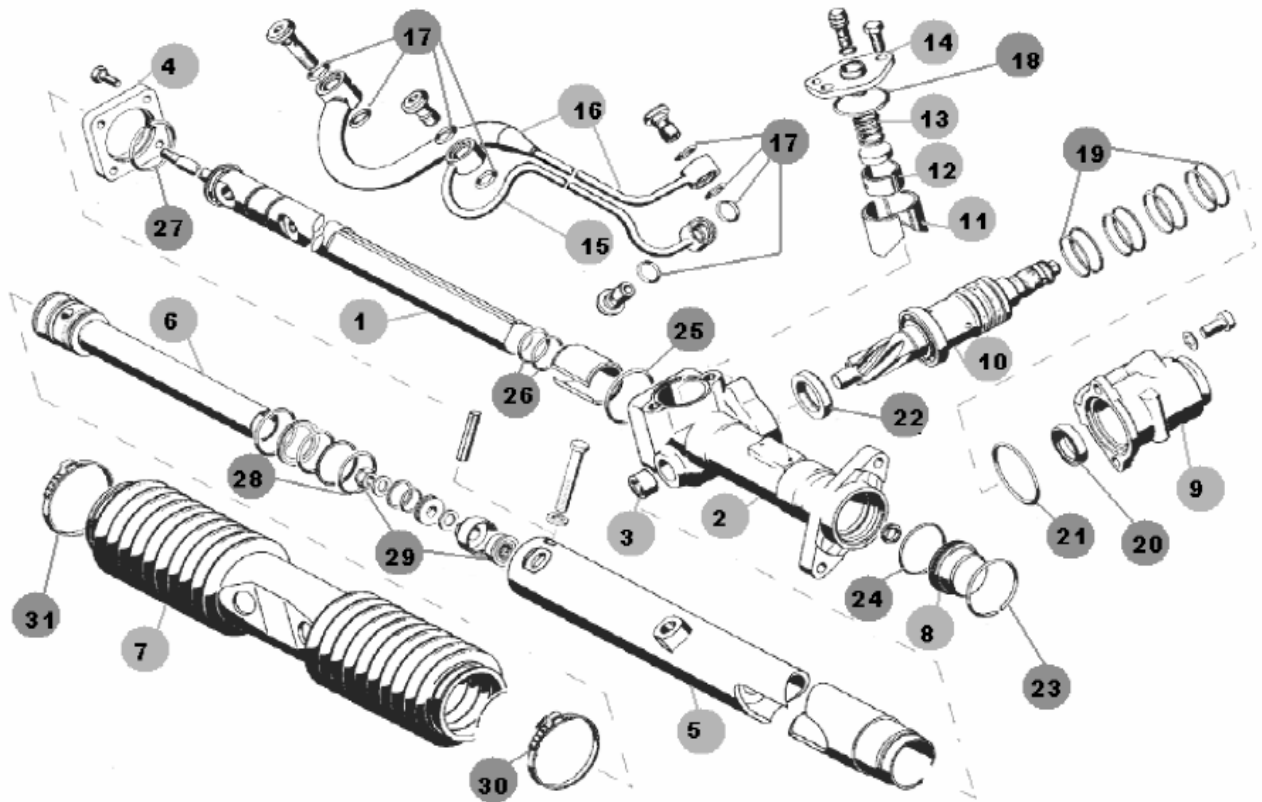
Пристрій рульової рейки з серватроніком (рис. 1.16).



1 - вал рульової рейки; 2 - корпус рульової рейки; 3 - нижній підшипник золотника; 4 - кришка нижнього підшипника золотника; 5 – золотник; 6 - кришка золотника; 7 - регулювальний клапан; 8 - датчик серватроніка; 9 – притиск; 10 – пружина; 11 - гайка притиску; 12 - трубопровід рульової рейки; 13 - трубопровід рульової рейки; 15 - рульова тяга; 16 - пильник рульової тяги; 17 - наконечник рульової тяги; 18 - права втулка; 19 - рульова тяга, пильник рульової тяги; 20 - наконечник рульової тяги; 21 - хомут пильника кермової тяги; 22 - хомут пильника кермової тяги; 23 - стопорне кільце; 24 - кільце ущільнювача; 25 - втулка ковзання; 26 - сальник силового циліндра; 27 - кільце ущільнювача поршня; 28 - кільце ущільнювача поршня; 29 - сальник силового циліндра; 30 - втулка ковзання; 31 - кільце ущільнювача; 32 - хомут пильника кермової тяги; 33 - хомут пильника кермової тяги; 34 - кільце ущільнювача; 35- кільце ущільнювача; 36 ущільнююче кільце; 37 - ущільнююче кільце; 38- вкладиш притиску; 39 - нижній сальник золотника; 40 - кільця ущільнювачів золотника; 41 - верхній сальник золотника; 42 - кільце ущільнювача, 43 – грязезнімач; 44 - кільце ущільнювача, 45 - кільця ущільнювачів; 46 - фільтр серватроніка; 47 - ущільнюючі кільця

Рис. 1.16. Пристрій рульової рейки з серватроніком

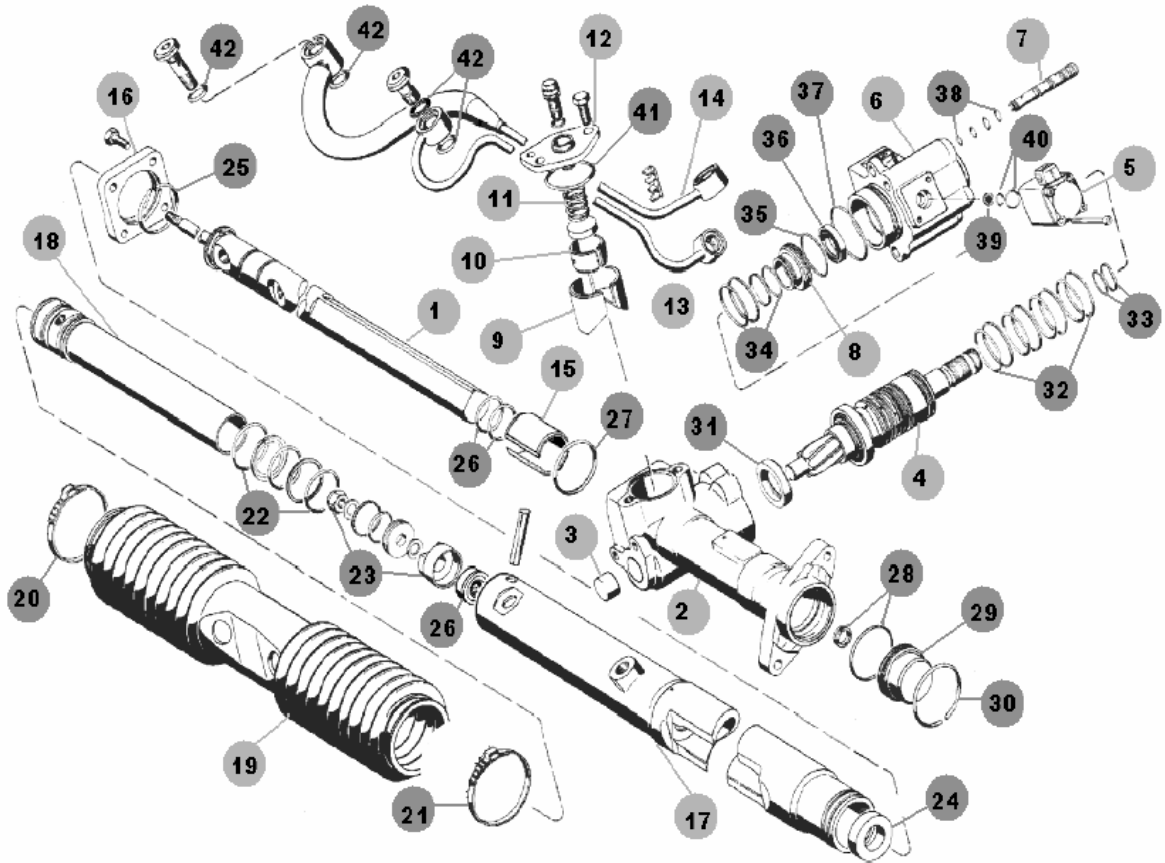
Пристрій рульової рейки з гідропідсилювачем без сервотроніка (рис. 1.17).



1 - вал рульової рейки; 2 - корпус рульової рейки; 3 - нижній підшипник золотника;
 4 – фланець; 5 - корпус силового циліндра; 6 - силовий циліндр; 7 - Пильник рульової рейки; 8 – заглушка; 9 - корпус золотника; 10 – золотник; 11 – притиск; 12 - направляюча притиску; 13 – пружина; 14 - фіксатор притиску; 15 - трубопровід рульової рейки; 16 - трубопровід рульової рейки; 17 - ущільнююче кільце (8 шт); 18 - кільце ущільнювача; 19 - кільця ущільнювачів золотника; 20 - верхній сальник золотника; 21 - кільце ущільнювача; 22 - нижній сальник золотника; 23 - стопорне кільце; 24 - кільце ущільнювача; 25 - кільце ущільнювача; 26 - кільце ущільнювача; 27 - кільце ущільнювача; 28 - ущільнення поршня; 29 - ущільнення силового циліндра; 30 - хомут пильника кермової рейки; 31 - хомут пильника кермової рейки

Рис. 1.17. Пристрій рульової рейки з гідропідсилювачем без сервотроніка

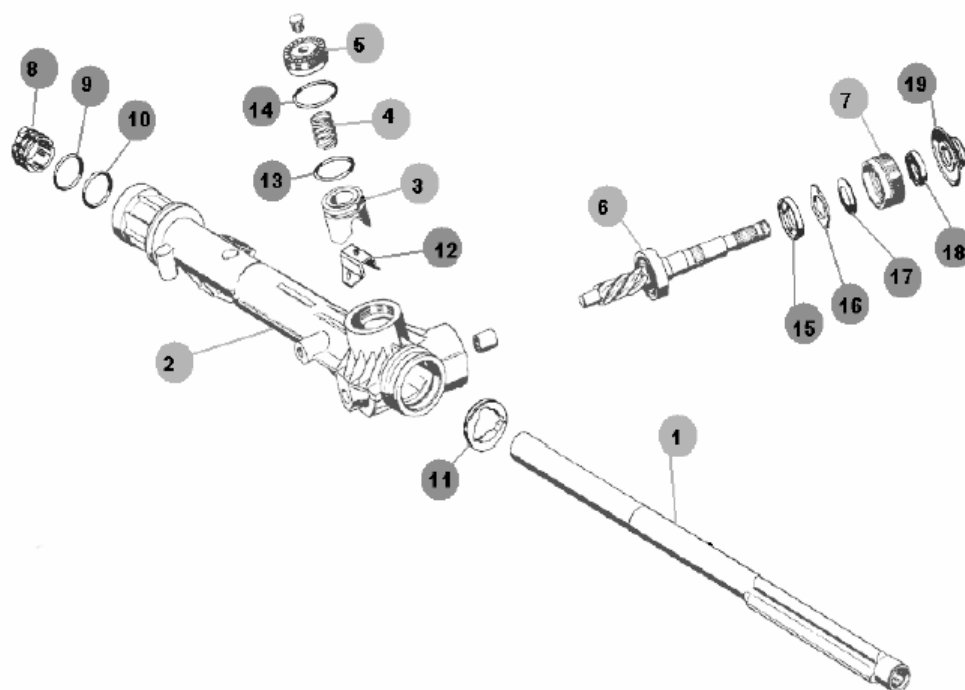
Пристрій рульової рейки з гідропідсилювачем та сервотроніком (рис. 1.18).



1 - вал рульової рейки; 2 - корпус рульової рейки, 3 - нижній підшипник золотника, 4 - золотник, 5 - датчик серватроніка, 6 - корпус золотника, 7 - регулювальний клапан серватроніка, 8 - регулятор серватроніка, 9 - вкладиш притиску, 10 - напрямна притиску, 11 - пружина, 12 - фіксатор притиску, 13 - трубопровід рульової рейки, 14 - трубопровід рульової рейки, 15 - середня втулка ковзання, 16 - фланець, 17 - корпус силового циліндра, 18 - силовий циліндр, 19 - пильник рульової рейки; 20 - хомут пильника, 21 - хомут пильника, 22 - ущільнення поршня, 23 - ущільнення силового циліндра, 24 - втулка ковзання, 25 - кільце ущільнювача, 26 - кільця ущільнювачів, 27 - кільце ущільнювача, 28 - кільця ущільнювачів, 29 - заглушка, 30 - стопорне кільце, 31 - нижній сальник золотника, 32 - кільця ущільнювачів золотника, 33 - кільця ущільнювачів датчика серватроніка, 34 - кільця ущільнювачів регулятора серватроніка, 35 - кільце ущільнювача, 36 - верхній сальник золотника, 37 - кільце ущільнювача, 38 - кільця ущільнювачів, 39 - фільтр серватроніка, 40 - кільця ущільнювачів, 41 - кільце ущільнювача, 42 - кільця ущільнювачів трубопроводів

Рис. 1.18. Пристрій рульової рейки з гідропідсилювачем та серватроніком:

Механічна рульова рейка (рис. 1.19).



1 - вал рульової рейки; 2 - корпус рульової рейки, 3 - регулювальний притиск, 4 – пружина; 5 - гайка притиску, 6 - первинний вал, 7 - верхній під-підшипників, 8 - права втулка; 9 - пружина ковзання, 10 - ущільнення втулки ковзання; 11 - ущільнення втулки ковзання; 12 - ліва втулка ковзання, 13 - вкладиш притиску; 14 - кільце ущільнювача притиску, 15 - кільце ущільнювача притиску; 16 - верхній підшипник золотника; 17 - кільце ущільнювача, 18 - кільце ущільнювача, 19 - верхній сальник золотника; 20 - брудознімач

Рис. 1.19. Механічна рульова рейка

1.3. Характерні несправності рульового управління

Характерними відмовами і несправностями рульового керування : ослаблення кріплення картера рульового механізму, підвищений знос деталей рульового механізму, кульових зчленувань тяг і важелів, ослаблення кріплення рульового колеса і рульової колонки, викришування черв'ячної пари і неправильне регулювання (надмірне затягування деталей) рульового механізму.

Несправностями гідропідсилювача рульового приводу є: недостатній або занадто високий рівень масла в бачку насоса, наявність повітря (піна в масляному бачку) або води в системі, несправність насоса, підвищена витік масла в рульовому механізмі, засмічення фільтрів, несправна робота перепускного чи запобіжного клапана насоса (періодичне зависання, заїдання, відвернення сідла), недостатнє натяг ременя приводу насоса.

Зазначені несправності призводять до зростанню вільного ходу (люфту) рульового колеса, зусилля на прокручування обода рульового колеса при повороті, стукотів в рульовому механізмі, до появи масла з сапуна насоса (гідропідсилювача рульового колеса) і т. д. Можливо заїдання або заклинювання рульового механізму (табл. 1.1).

Таблиц 1.1.

Несправності рульового управління і їх причини

Несправність	Причини несправності
Збільшений хід (люфт) кермового колеса і стуки в рульовому управлінні	Ослаблення затягування гайок кріплення кульових пальців рульових тяг
	Ослаблення кріплення рульового механізму
	Збільшений зазор в кульових шарнірах рульових тяг
	Знос шарніра рульового вала
Утруднене обертання рульового колеса	Пошкодження верхньої опори амортизаційної стійки
	пошкодження кульових шарнірів рульових тяг
	Несправність підсилювача рульового управління
Вібрація на рульовому колесі	Наявність повітряних пробок в гідравлічній системі
	Механічне пошкодження елементів рульового приводу
	Незадовільний стан шин
Сторонній шум при роботі підсилювача	Низький рівень рідини в системі
	Знижений тиск в системі
	Скидання рідини через запобіжний клапан
Зворотне зусилля на рульовому колесі	Слабке натяг приводного насоса ременя
	Знос приводного ременя
Підвищений люфт рульової рейки, закусиваніє рульового механізму при обертанні	Знос втулок і кульових з'єднань механізму
	Механічне пошкодження елементів

Зусилля, що прикладається до обода рульового колеса при вивішених колесах, має бути в межах для легкових автомобілів: 7-12 Н. Перевіряють також кріплення і

стан шарнірних зчленувань тяг рульового приводу. Люфт визначають за допомогою динамометра-люфтометра закріпленого на рамі рульового колеса затискачами 1.

Кутове переміщення колеса визначають під дією сили в 10 Н, що додається до динамометру 2 (рис. 1.20). На автомобілях з гідравлічним підсилювачем рульового управління люфт вимірюють при працюючому двигуні. Визначення сумарного люфту не дає уявлення про те, за рахунок якого сполучення або вузла сталося його збільшення, якщо попередньо не перевірити і підтягти картер рульового механізму, рульову сошку.

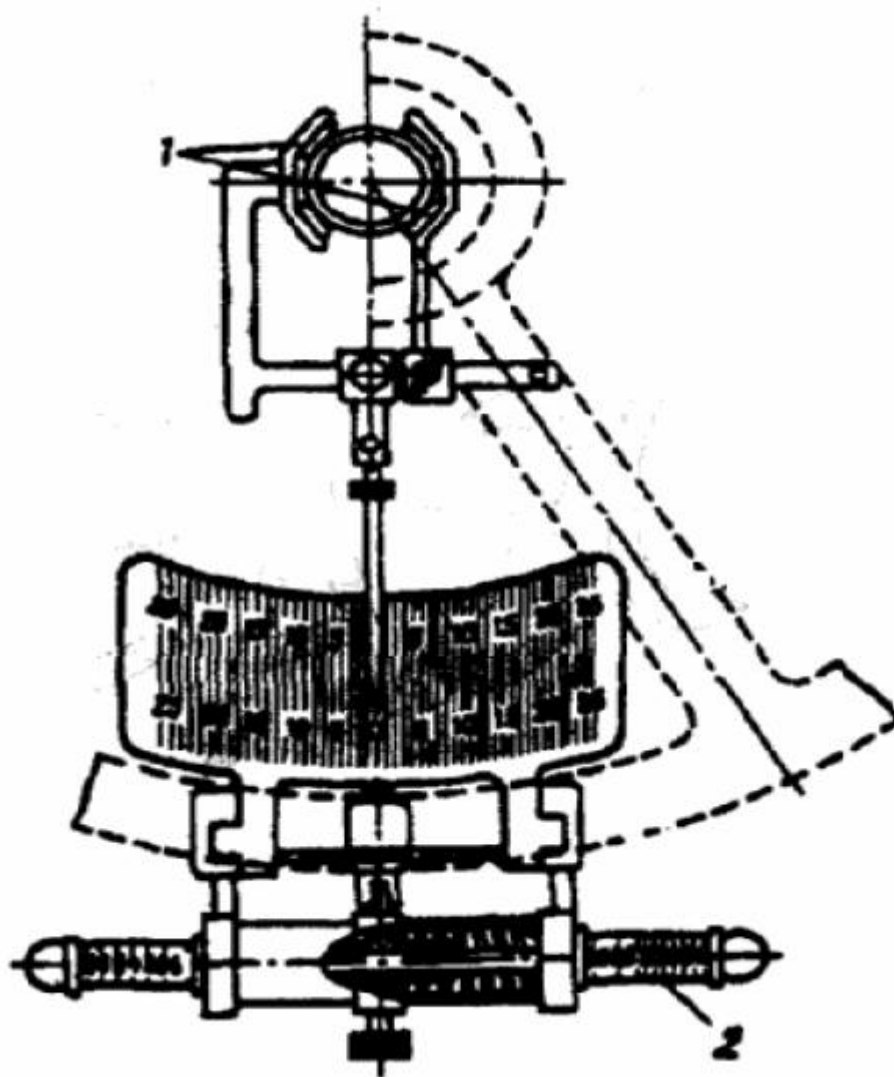


Рис. 1.20. Динамометр-люфтметр

При ЩО перевіряють герметичність з'єднань гідропідсилювача. Переконуються у відсутності підтікання рідини. При необхідності підтягують кріплення. Перевіряють стан приводу рульового керування зовнішнім оглядом,

переконавшись в наявності шплінтів, гайок пальців шарнірних з'єднань і в відсутності погнутості тяг.

При ТО - 1 контролюють стерновий механізм динамометром-люфтметром при прямолінійному положенні коліс автомобіля. Контролюють зусилля прокручування рульового колеса при вивішених передніх колесах. Перевіряють і при необхідності усувають люфт в шарнірних з'єднаннях рульових тяг. Люфт зручніше перевіряти вдвох: один різко повертає кермове колесо вправо і вліво, а інший дивиться на переміщення шарнірного з'єднання.

Якщо одна деталь з'єднання переміщається, а інша нерухома, то є люфт; якщо ж переміщаються, обидві деталі одночасно, то люфту немає. Визначити люфт в шарнірних з'єднаннях можна також переміщенням тяги руками в подовжньому напрямі. Якщо, наприклад поздовжня тяга переміщається разом із сошкою, то люфт в шарнірному з'єднанні відсутній. Щоб відрегулювати люфт, необхідно розшплінтувати пробку і затягувати її спеціальним ключем до відчутного опору, а потім відвернути пробку до першого положення, при якому її можна зашплінтувати.

Перевіряють шплінтовку гайок кульових пальців оглядом і, знявши кришку бачка гідропідсилювача, перевіряють в ньому рівень масла і рівень масла в картері рульового механізму, при необхідності його доливають.

Перевіряють і при необхідності регулюють натяг ремня приводу насоса гідропідсилювача (прогин під зусиллям 40 Н повинен бути не більше 8-14 мм).

При ТО - перевіряють кріплення рульового колеса. Злегка переміщують кермове колесо вздовж валу або похитують його в напрямку, перпендікулярному площині обертання колеса. При виявленні ослаблення кріплення знімають кнопку сигналу і підтягують гайку кріплення колеса на рульовому валу накидним ключем.

Висновки за розділом 1

Проаналізувавши характеристику рульового управління, що ремонтується, конструктивно-технологічні особливості, призначення і умови роботи відремонтованої рульової рейки, було зроблено наступні висновки:

1. При виборі способу ремонту слід в першу чергу увагу звертати на якість і фізичні властивості відремонтованої рейки, а потім на економічні показники (це зумовлено тим, що відремонтований агрегат є складовою частиною ходової, яка відповідає за рух автомобіля, а тому будь-яке погіршення фізико-механічних властивостей деталі недопустимо).

2. При виконанні демонтажних робіт, пов'язаних зі значною масою, виникає можливість появи дефектів – взаємного розташування робочих органів. Цілком зрозумілим є необхідність забезпечення технічних умов при виконанні операцій технологічного процесу демонтажу і ремонту.

РОЗДІЛ 2

ТЕХНОЛОГІЧНИЙ ПРОЦЕС РЕМОНТУ ДЕТАЛЕЙ РУЛЬОВОГО УПРАВЛІННЯ АВТОМОБІЛЯ

2.1. Розробка технологічного процесу ремонту деталей рульового управління автомобіля

Для забезпечення тривалого терміну служби підшипників і шестерень конічні підшипники валу мають бути зібрані з попереднім натягом 0,03...0,05 мм. Для цього слід змінити товщину регулювальної шайби і пошліфувати її на величину заміряного індикатором осьового проміжку плюс 0,03...0,05 мм. Після цього зняті деталі встановити на місце в зворотній послідовності окрім кришки з сальником, яку слід ставити після перевірки правильності регулювання, оскільки тертя сальника об шийку фланця спотворить свідчення дійсної величини моменту опору, який приведений валом в підшипник. При складанні шестерню закріпити в лещатах, заздалегідь наклавши на губки м'які прокладки і, погойдуючи картер підшипників, постукувати по ньому дерев'яним молотком, щоб ролики підшипників при затягуванні зайняли правильне положення.

Момент, необхідний для провертання вала в підшипниках, має дорівнювати 0,1...0,2 кг, що відповідає необхідному попередньому натягу. Визначити величину цього моменту можна динамометричним ключем на гайці. В цьому випадку зусилля, перпендикулярне до радіусу розташування отвору на фланці, повинне складати 1,3...2,6 кг. Підвищений натяг може привести до сильного нагріву і швидкого зносу підшипників, тому при необхідності регулювання потрібно помітити положення гайки на валу, зняти фланець, встановити на місце кришку з сальником та сам вал і затягнути його гайкою.

Підтікання мастила проявляється внаслідок підвищеного зносу поверхонь під робочою кромкою сальника, а також пошкодженням сальника і прокладок. Про знос або поломку сальників можна судити по попаданню мастила в корпус рейки. При підтіканні мастила необхідно замінити сальники і ущільнювачі.

Не можна допускати застосування густих мастил або сумішей, що містять солідол. Густі мастила закупорять канали з малим перерізом, погіршать умови мастила підшипників і шестерень.

При підтіканні оливи через сальники ведучого валу необхідно усунути причину підтікання і, якщо це потрібно, замінити сальник. Періодично слід очищати від бруду повітряні отвори сапунів, оскільки при несправних сапунах може підвищитися тиск в картерах і порушиться герметичність сальників.

Поломка зубів шестерень, обрив шпильок наконечників частіше за все є наслідком неправильної експлуатації автомобіля, або заливання мастил невідповідних марок.

Шестерня ведучого валу працює в спряженні з веденою шестернею і зазнає незначного зносу зубів. Оскільки дана зубчата передача постійно працює виключно в масляному середовищі зношування зубів відбувається дуже повільно.

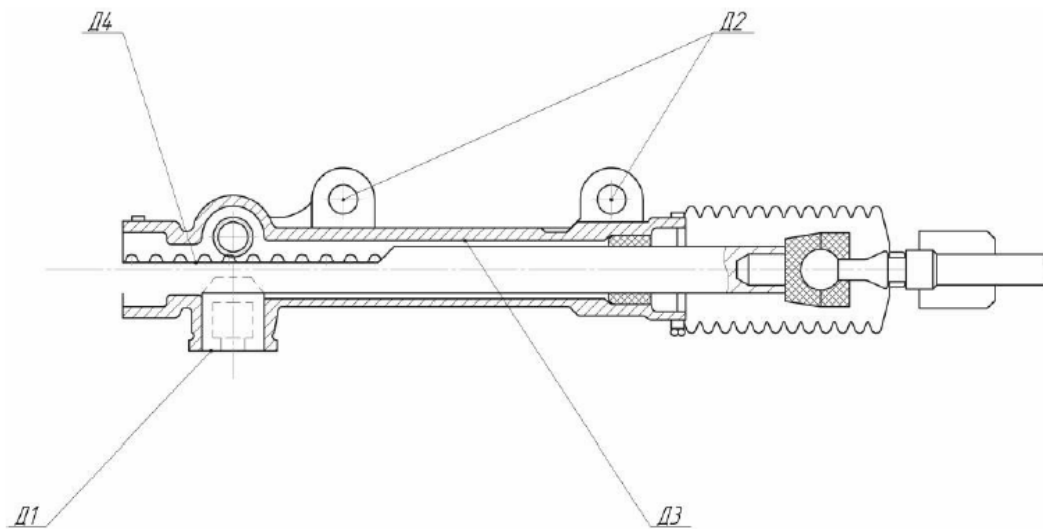


Рис. 2.1. Дефекти рульової рейки

При здійсненні дефектування рульової рейки здійснюють контроль параметрів: діаметр, шорсткість валу, биття радіальне на опорних шийках, величину шліців, гнізда роликів, різьбові з'єднання, наявність дефектів.

Спочатку деталь слід візуально перевірити на відсутність тріщин, сколів, задирів на робочих поверхнях, погнутості. Вище перелічені дефекти не допускаються і їх наявність приводить до вибраковування деталі.

Деталь також може мати дефекти (рис. 2.2).

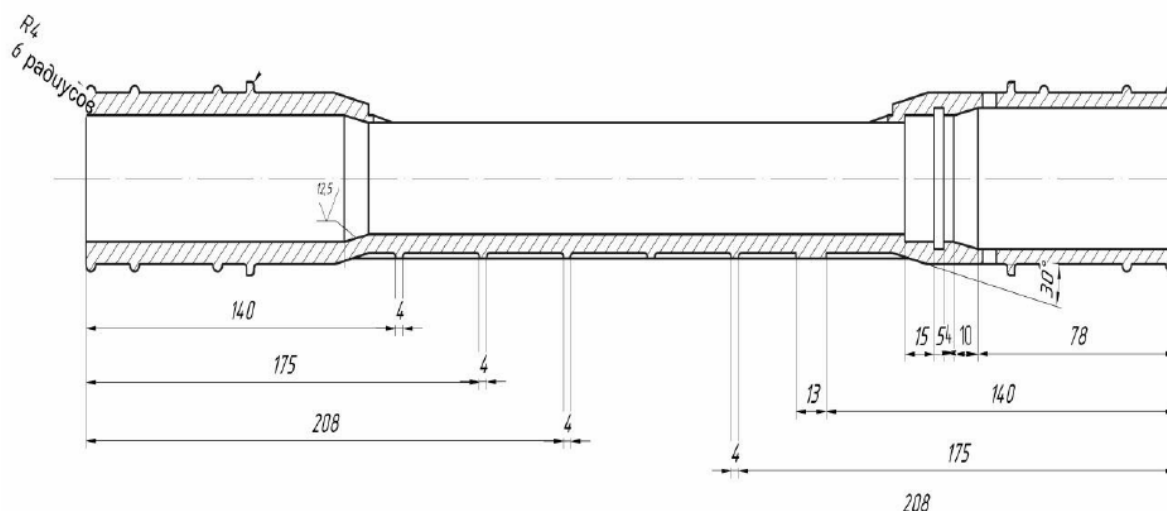


Рис. 2.2. Дефекти корпусу рульової рейки

Таблиця 2.1

Дефекти корпусу рульової рейки

Вид дефекту	Пояснення
Перший вид дефекту	зношення отвора в діаметрі
Другий вид дефекту	знос отворів під кріпильні болти
Третій вид дефекту	знос внутрішнього робочого тіла рульової рейки Контроль здійснюється за допомогою штангенциркуля. Допустимий знос по площині складає 0.034 мм.
Четвертий вид дефекту	знос зубів внутрішнього валу

Щоб демонтувати рульовий механізм, необхідно здійснити наступні кроки:

1. Зняти кнопку сигналу.
2. Вивернути гайку рульового вала.
3. Зняти кермо.
4. Відкрутити гайку.
5. Провести знімання рульової сошки.
6. Здійснити відкручування болтів, що кріплять бічну кришку і вал сошки.
7. Злити мастило з картера.
8. Відкрутити болти нижньої кришки.
9. Провести її з'їм.
10. Витягти рульовий вал з картера.

11. Зняти підшипники і черв'як.

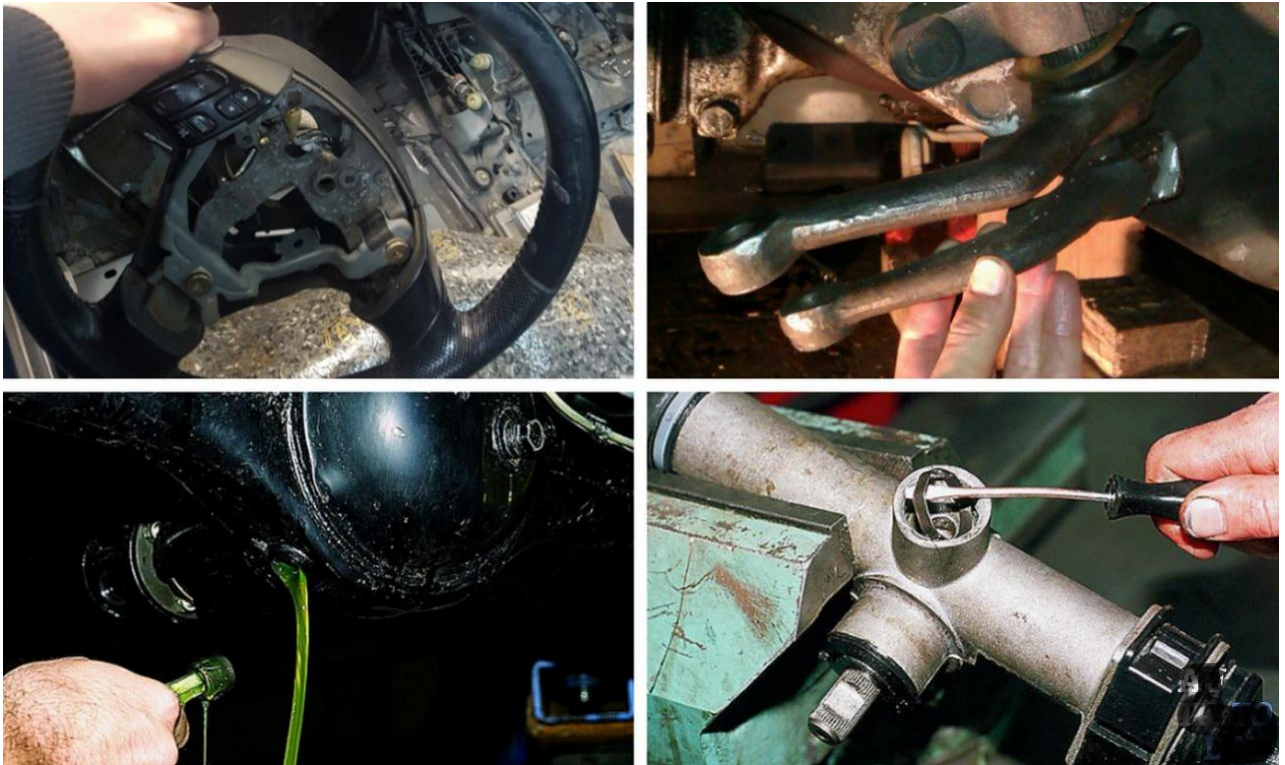


Рис. 2.3. Демонтаж рульового механізму

Регулювання рульового управління (РУ)

Нерідко в процесі експлуатації автотранспорту потрібно не ремонт РУ, а його регулювання - наприклад, зменшення зазорів між деталями, затягування шарнірних зчленувань тощо. Не завжди для цього потрібно повне розбирання механізму. Вона буде потрібна тільки в тому випадку, якщо регулювання не призвело до нормальної роботи РУ. Регулювання слід проводити, якщо спостерігається занадто вільний або тугий хід керма. При таких проблемах спочатку перевіряють, підтягують або послаблюють його кріплення. Якщо це не допомогло, продовжують шукати причину в інших місцях - в рульовій колонці, картері рульового механізму, сошки, шарнірах рульових тяг, важелі поворотів. Щоб відрегулювати затяжку шарнірних деталей рульових тяг, необхідно расшплинтовать різьбові пробки в наконечниках, повернути їх до відмови і відвернути на половину або чверть обороту таким чином, щоб відбулося збіг прорізів для шплінта.

Регулювання осьового зазору в роликівих підшипниках черв'яка рульової тяги виробляють за допомогою прокладок - якщо їх видалити, то просвіт стане менше.

Щоб зробити затяжку роликового підшипника черв'яка, необхідно демонтувати рульовий механізм. Регулювання зазору між валом сошки і зчепленням ролика і черв'яка рульової передачі виробляють за допомогою наполегливої болта або зміни кількості прокладок під кришкою картера.



Рис. 2.4. Регулювання рульового управління

2.2 Критерії граничного зносу деталей рульових рейок

Корпуси рульових рейок виготовляють шляхом зварювання нижньої труби більшого діаметра і верхньої шийки меншого діаметра, зі сталі 40Л із. Корпус рульової рейки працює в важких умовах і піддається великим навантаженням, тому якість металу і умов змащення повинні забезпечувати надійну роботу всіх вузлів і механізмів. Основні дефекти рульової рейки представлено в таблиці 2.1.

Знос кільця під сальник ремонтують встановленням нового кільця.

Зношені шийки під підшипники відновлюють наплавленням під флюсом, в середовищі вуглекислого газу.

Основні дефекти корпуса рульової рейки в табл. 2.2.

Дефекти корпусу рульової рейки

№ п/п	Дефекти	Допустимі розміри
1.	Зношення шийки біля внутрішнього підшипника ведучого вала	84,880
2.	Знос шийки біля зовнішнього підшипника ведучого вала	74,900
3.	Знос кільця під сальник	141,700
4.	Знос отвору під підшипник шестерні	140,100
5.	Знос отворів під гнізда підшипників	135,080
6.	Ушкодження різьблення під наконечники	Зрив більше трьох ниток
7.	Ушкодження різьблення під болти кріплення кришки сальника	Зрив більше двох ниток

Таблиця 2.2

Дефекти корпусу рульової рейки автомобіля

№ п/п	Дефекти	Допустимі розміри
1.	Задири або нерівномірне зношування торця	При розмірі а більше 49,8 – бракувати
2.	Зношення отвору під шийку канавки	75,200
3.	Знос шийки під підшипник роликовий	75,010
4.	Знос отворів під болти	14,500

Вал рульової рейки виготовляють зі сталі 38ХГС, НРС 44...50.

Таблиця 2.3

Дефекти осі рульової рейки

№ п/п	Дефекти	Допустимі розміри
1.	Погнутість осі	-
2.	Знос шліців по товщині	55,0
3.	Знос конусних отворів під розтискні втулки	-

2.3. Технологія ремонту рульової рейки

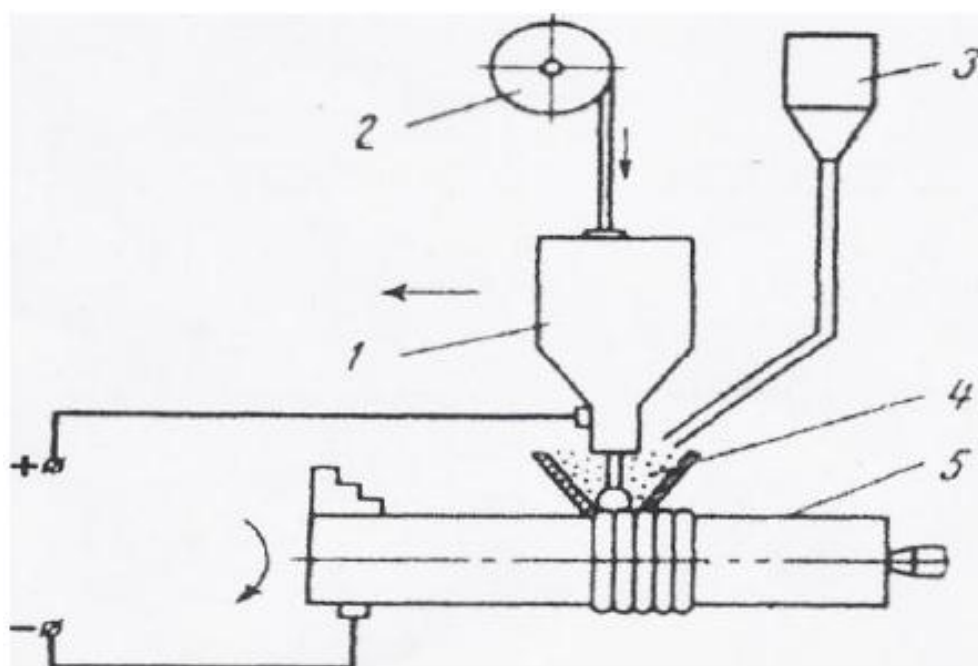
Ремонт рейки полягає в заміні зношених або пошкоджених деталей. Конструкція рульової рейки не дозволяє виконувати більшість ремонтних робіт без зняття.

При ремонті розібрані деталі промивають і ретельно оглядають. Перевіряють стан підшипників, на робочих поверхнях яких не повинно бути викришених місць,

тріщин, вм'ятин, лушення, зруйнованих або пошкоджених роликів і сепараторів. При ремонті деталей рейки застосовують наступні методи відновлення металу.

При автоматичному дуговому наплавленні з використанням шару флюсу механізовано основні рухи електроду.

Деталь при даному способі встановлюють в патрон або центр переобладнаного токарного верстата, а апарат для здійснення процесу наплавлення А-560М або ПАУМ-1 на супорті (рис. 2.5).



1 - головка; 2 - подаючий механізм; 3 – помпа для флюсу; 4 - флюс; 5 - деталь

Рис. 2.5. Конструктивна схема наплавлення електродугового з використанням флюсу

Наплавлення здійснюють за допомогою гвинтових валиків з взаємним їх перекриттям приблизно на одну третину.

Механізоване зварювання і процес наплавлення взахисному середовищі вуглекислого газу. При цьому способі зварювання і наплавлення та захисення зони горіння дуги і розплавленого металу від кисню на азоту повітря здійснюється струменем вуглекислого газу. Вуглекислий газ дуже надійно ізолює зону від навколишнього середовища та здійснює забезпечення отримання металу високої якості.

Автоматичне наплавлення в вуглекислому газі застосовують при відновленні зношених поверхонь деталей. Для цієї мети зазвичай використовують зварювальні автомати А-580М, що застосовуються при наплавленні під флюсом, правда перед цим на них встановлюють мундштук з пальником для подавання захисного газу.

Для визначення зміщення електроду користуються залежністю

$$e=(0.04\dots0.05)D_H, \quad (2.1)$$

де D_H - діаметр поверхні деталі.

Виліт електрода приймають від 10 до 12 мм. $eL = d$ мм.

Частоту обертання оброблюваної деталі знаходять за формулою:

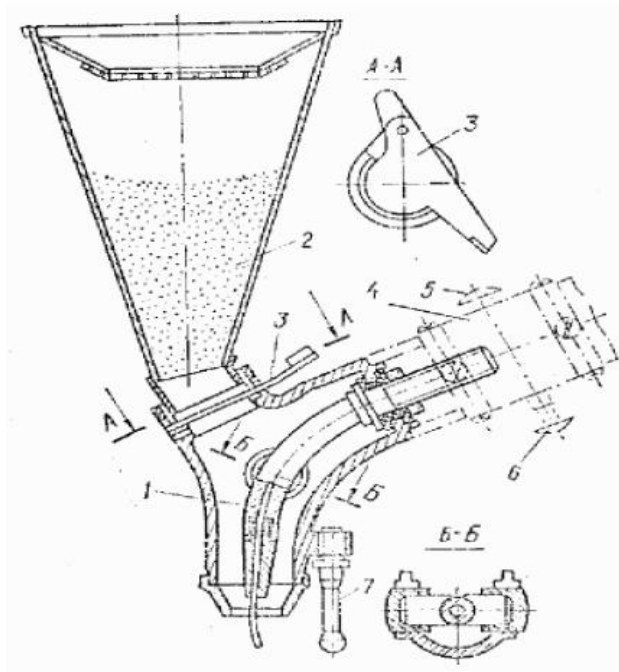
$$n_d = \frac{60 \cdot V_H}{\pi \cdot (D_H + 2t)} \quad (2.2)$$

де V_H – швидкість наплавлення, мм/с;

D_H – діаметр деталі, мм;

t – товщина шару, мм.

Для здійснення процесу напівавтоматичного зварювання під флюсом використовують тримач, зображений на рисунку 2.6.



1 – мундштук; 2 - лійка; 3 – відкривний шибер; 4 – ручка-тримач;

5, 6 – кнопки; 7 - упор

Рис. 2.6. Тримач для зварювання під флюсом

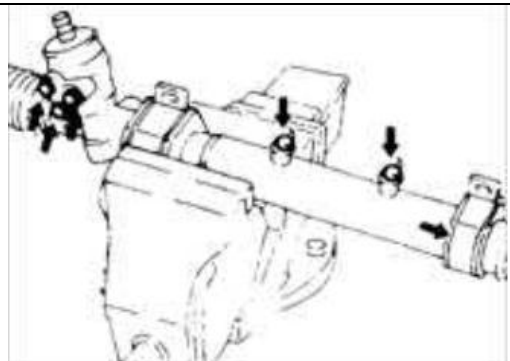
Електролітичне залізнєння деталей отримання твердих та дуже зносостійких залізних покриттів. Технологічний процес залізнєння застосовується в авторемонтному виробництві переважним чином з метою компенсації зношення деталей.

2.4. Технологія розбирання та збирання рульового керування автомобіля

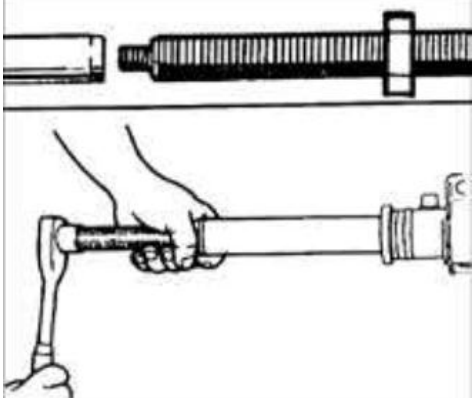

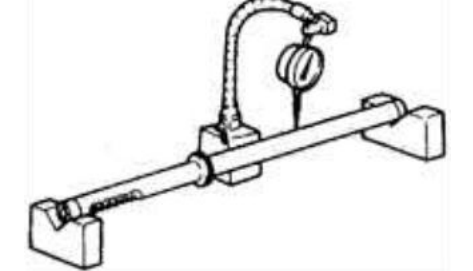
Більшість сучасних автомобілів складаються з сукупності складних, але і одночасно досить надійних систем, які необхідні для забезпечення комфорту і безпеки свого власника. Проте будь-яка система при експлуатації не може гарантувати абсолютну стабільність роботи. При водінні автомобіля в різних режимах (автобан, міський режим, спортивний драйв) рульове управління з гідропідсилювачем є однією з головних систем, що відповідають за безаварійне і надійне управління. В разі виходу з ладу будь-якого вузла рульового управління експлуатація автомобіля стає небезпечною, а деколи і неможливою.


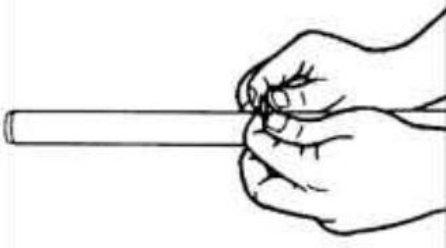
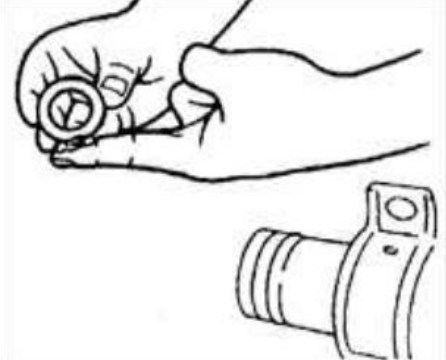
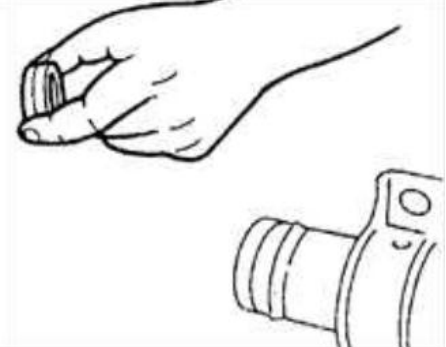
Таблиця 2.5

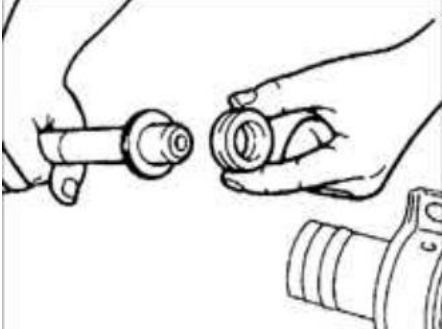
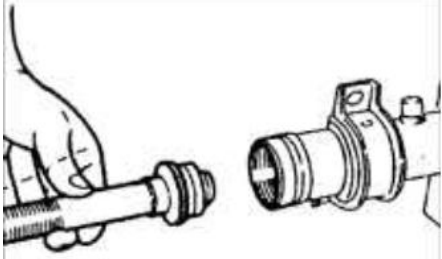
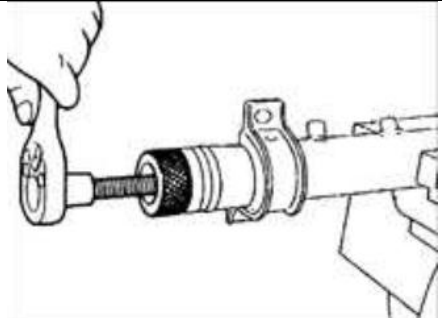
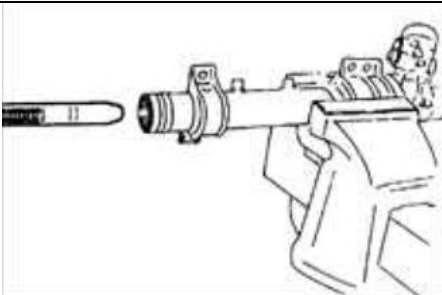
Технологічна карта розбирання та збирання рульового керування автомобіля Audi

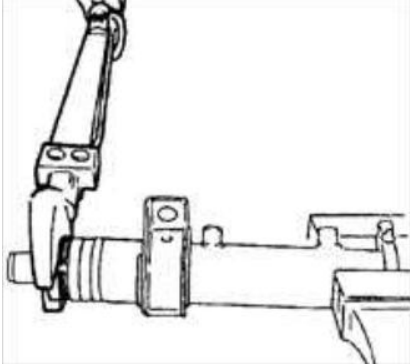
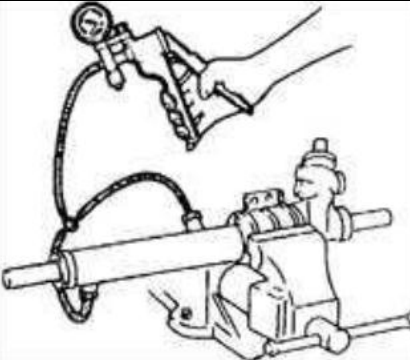
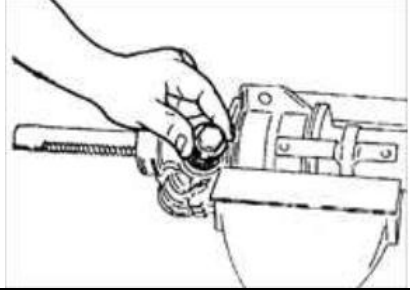
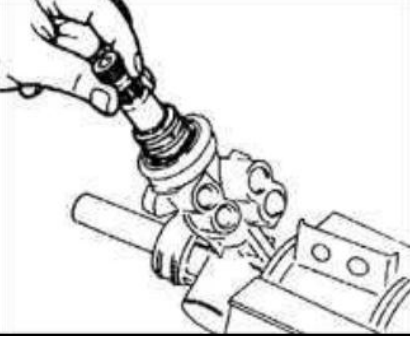
№ п/п	Операція яка проводиться	Ескіз операції
	Розбирання	
1	Виверніть два болти і гайки, акуратно зніміть кронштейн головного маслопроводу, потім обережно відокремте маслопроводи	
2	Перед відгортанням наконечника тяги рульового керування відзначте взаємне розміщення рульової тяги, затягнутої контргайки та наконечника	

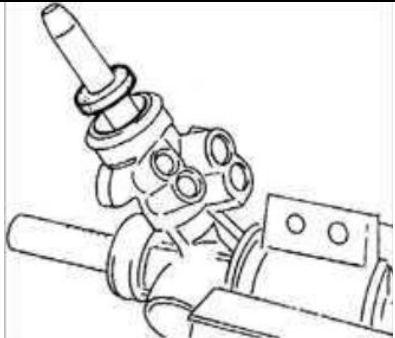
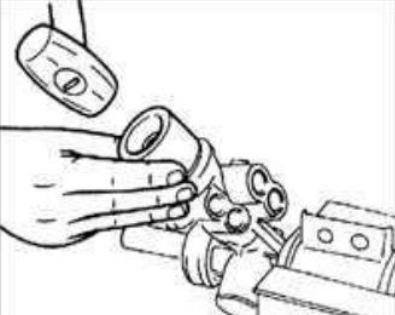
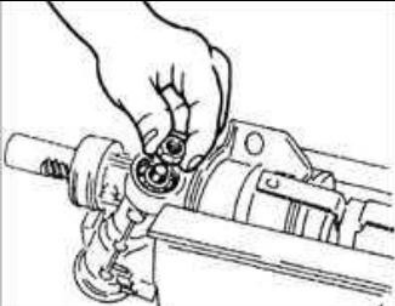
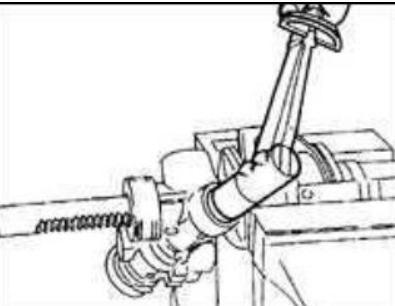
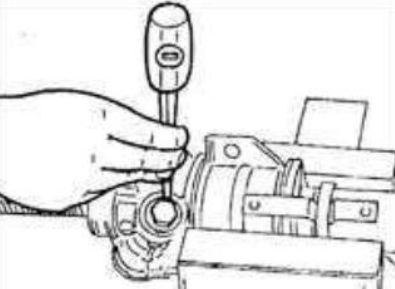
№ п/п	Операція яка проводиться	Ескіз операції
3	Послабте контргайку та відверніть наконечник тяги з тяги рульового кермування	
4	Молотком акуратно вибийте пружинний штифт	
5	Викрутіть контргайку пробки	
6	Виверніть пробку	
7	Зніміть пружину і упор	
8	Виверніть повільно контргайку	
9	Закріпіть уважно картер рульової передачі в двохстулкових лещатах і зніміть без заклинювання вал шестерні	
10	Зніміть обережно втулку рульової передачі	
11	Спецінструментом вивільніть зубчасту рейку з картера	
12	Встановіть спецінструмент до різьбової частини передачі	

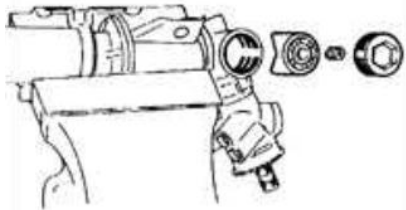
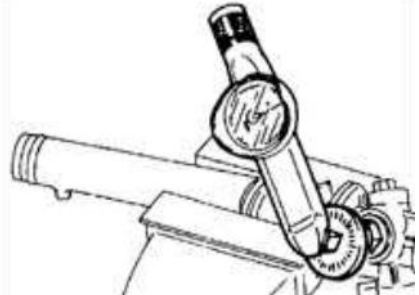
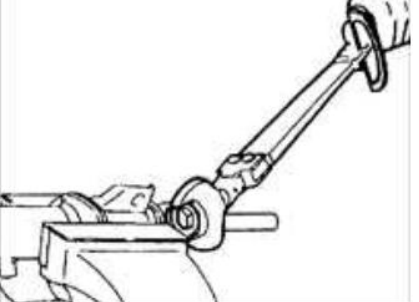
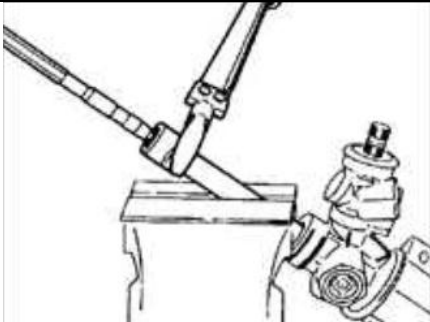
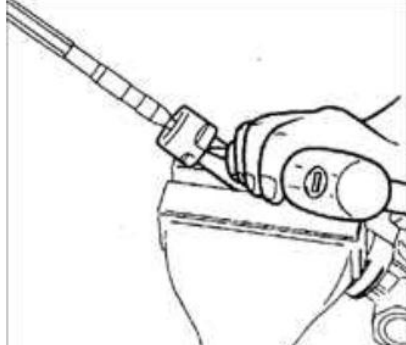
№ п/п	Операція яка проводиться	Ескіз операції
13	Зніміть ущільнення коли висовується зубчата рейка	
14	Вставте спецінструмент зі сторони валу так, щоб він ввійшов у контакт з втулкою	
15	Встановіть інший спецінструмент з іншого боку	
16	Закріпіть картер передачі рульової в лещата	
17	Акуратно вистукайте підшипник та ущільнення рейки	
18	Спецінструментом вистукайте нижній підшипник	
	Провірка	
1	Перевірте деталі передачі на відсутність тріщинок	
2	Перевірте кільця ущільнювачів	
3	Встановіть зубчасту рейку на V-образних блоках і індикатором зміряйте прогин рейки	
	Збірка	

№ п/п	Операція яка проводиться	Ескіз операції
1	Встановите резинові опори на картер передачі	
2	Молотком з пластика встановіть кронштейни	
3	Нанесіть дуже тонкий шар рідини для трансмісії на кільця	
4	Встановіть кільце ущільнювача в канавку рейки	
5	Встановіть друге кільце ущільнювача в рейку	
6	Вручну встановіть одне кільце ущільнювача	
7	Нанесіть шар мастила на поверхню вставки	
8	З'єднаєте ущільнення з змащеною поверхнею вставки	
9	Нанесіть шар трансмісійної рідини на частини вставки і ущільнення	

№ п/п	Операція яка проводиться	Ескіз операції
10	Встановіть вставку і ущільнення рейки на інструмент	
11	Вставте інструмент в гніздо валу	
12	Затягніть гайки інструменту	
13	Поверніть вал інструменту	
14	Зніміть інструмент	
15	Нанесіть мастило	
16	Всувайте рейку в картер	
17	Зніміть спеціалізований інструмент	
18	Нанесіть герметик на частину втулки з рвзью	
19	Встановіть втулку в картер	

№ п/п	Операція яка проводиться	Ескіз операції
20	Затягніть втулку	
21	З'єднаєте інструмент з кожухом	
22	З'єднаєте вакуумнасос з спецінструментом	
23	Створіть розрідження	
24	Перевірте підтримання вакууму	
25	Закріпіть кожух однієї шестерні в лещатах	
26	Нанесіть шар трансмісійної рідини на підшипник і поставте його в картер	
27	Втисніть підшипник у картер та затягніть пробку	
28	Нанесіть мастило	
29	Нанесіть шар трансмісійної рідини на ущільнювач	
30	Встановіть вал шестерні	
31	Нанесіть шар трансмісійної рідини на підшипник	

№ п/п	Операція яка проводиться	Ескіз операції
32	Нанесіть шар рідини трансмісійної на кільце ущільнювача	
33	Встановіть втулку на шліці валу	
34	Встановіть кільце ущільнювача в картер	
35	Встановіть масляне кільце ущільнювача	
36	На деякий час встановіть з'єднувач	
37	Наверніть контргайку	
38	Затягніть контргайку з моментом 39–49 Н•м	
39	Нанесіть герметик на різьбу	
40	Встановіть картерну кришку	
41	Закерніть кришку	

№ п/п	Операція яка проводиться	Ескіз операції
42	Закріпіть картер передачі рульової в лещатах	
43	Змастіть упор	
44	Встановіть упор в картер	
45	Встановіть рейку в центральне положення	
46	Дотягніть пробку упору	
47	Затягніть пробку	
48	Нанесіть шар герметика на різьбу	
49	Затягніть контргайку	
50	Закріпіть картер в лещатах	
51	Встановіть тягу на рульову передачу	
52	Встановіть циліндричний штифт	

№ п/п	Операція яка проводиться	Ескіз операції
53	Заповніть чохол передачі змазкою	
54	Нанесіть шар герметика на чохол	
55	Нанесіть шар змащувального матеріалу на поверхню чохла	
56	Насовванням встановіть захисний чохол передачі	
57	Закріпіть чохол хомутом	
58	Наверніть і затягніть контргайку тяги	
59	Закріпіть картер передачі в лещатах маслопроводами зверху	
60	Під'єднайте кронштейни маслопроводу	

2.5. Технологічний план виконання всіх ремонтних операцій відновлення рульової рейки та наконечника рульової тяги

Процес зняття рейки виглядає наступним чином:

3. Демонтувати пильовики.
4. Звільнити рейку від рульових тяг.
5. Провести відкручування стопорній гайки.
6. Здійснити з'їм стопорного кільця.
7. Демонтувати верхній і нижній сальники. Для демонтажу нижнього потрібно витягнути штифт.

8. Витягти рейку з корпусу з правого боку.
9. Видалити сальник і втулку.
10. Провести виїмку пружини і притискного механізму.



Рис. 2.7. Зняття рейки

Технологічний процес відновлення рульової рейки буде мати наступну структуру.

Щоб змінити наконечник, потрібно зробити наступні маніпуляції:

1. Здійснити підйом передньої частини машини і постановку її на опору.
2. Зняти шплінт.
3. Не повністю відкрутити гайку, що кріпить кульової механізм до поворотного важеля.
4. Кілька разів сильно вдарити молотком по гайці, поки наконечник не вилетить з місця, або скористатися спеціальним знімачі, за допомогою якого вийняти палець з поворотного важеля стійки.
5. Відкрутити стопорну пластину.
6. Провести від'єднання тяги від рульового механізму.
7. Відкрутити наконечник, в процесі вважаючи кількість обертів.

8. Встановити нову деталь в зворотному порядку, здійснюючи таке ж число поворотів.

Таблиця 2.6

Технологічний процес відновлення рульової рейки автомобіля Audi

Операція	Назва операції	Робота, що виконується
Операція 005	Мийна операція	Виконується очищення від бруду, і слідів корозії
Операція 010	Розбирання	Проводиться зняття і розбирання деталей рульової рейки
Операція 015	Очищення	Виконується остаточне миття деталі від бруду.
Операція 020	Дефектувальна	Проводиться виявлення відхилень форми і розташування поверхонь, геометричних розмірів
Операція 025	Токарна	Зрізання різьби М15 перед наплавленням здійснюється на токарному верстаті для найкращої з'єднання металу, що наплавляється з основним металом деталі. У випадку, якщо дана операція не проводиться, при наплавленні можливе згоряння металу витків різьби і забруднення продуктами згоряння наплавленого шару, неповне заповнення металом западин між витками і т.д. При нарізуванні різьби в цьому випадку можливі відколи металу і загальна незадовільна якість різьби. Тому від цього процесу приділяють особливу увагу
Операція 030	Вібродугове наплавлення	Проточена поверхня під різьбу наплавляється до 17 мм на довжині 25 мм із використанням електроімпульсної установки
Операція 035	Токарна	Наплавлена поверхня під різьбу обточується до 15 мм на токарному верстаті, а потім нарізається різьба М 15x1,5 відповідно до креслення
Операція 040	Гальванічна	Наростити відновлювану поверхню до розміру 28,2 мм та 35,2мм
Операція 045	Обдування	Проводиться обдувка стисненим повітрям під тиском 0.9 МПа
Операція 050	Заключний контроль	Проконтролювати розміри і якість відновленої деталі
Операція 055	Випробування готової деталі	



Рис. 2.8. Зміна наконечнику рульової тяги

2.6. Розрахунок операцій технологічного процесу

Розрахунок операцій технологічного процесу

$$t_{\text{ук}} = t_0 + t_e + t_{\text{обс}} + t_{\text{від}} + \frac{t_{n3}}{n}, \quad (2.1)$$

де t_0 – основний час, який необхідний для безпосереднього впливу на оброблювану деталь;

t_e – допоміжний час;

$t_{\text{обс}}$ – час обслуговування місця робітника;

$t_{\text{від}}$ – час відпочинку;

t_{n3} – час на підготовчо-заклучні роботи;

n – число деталей у одній партії.

Час $(t_0 + t_e)$ є оперативним $t_{\text{он}}$, а час $(t_{\text{обс}} + t_{\text{від}})$ – додатковим і береться у % від $t_{\text{он}}$.

$$t_{um} = \left(1 + \frac{K}{100}\right) \cdot t_{on} - \text{штучний час, де } K=5 - \text{коефіцієнт обслуговування}$$

робочого місця.

Операція 005 – Мийна операція.

Приймаємо час на миття 5 хв.

Операція 010 – Розбирання.

Приймаємо час на розбирання 15 хв.

Операція 015 – Очищення.

Приймаємо час 5 хв.

Операція 020 – Дефектувальна.

Приймаємо час 12 хв.

Операція 025 – Токарна.

Глибина різання:

$$t = \frac{(d_1 + d_0)}{2} = (15-13)/2 = 1 \text{ мм.} \quad (2.2)$$

Швидкість подачі $v=200$ м/хв.

Довжина обточуваної поверхні $l=25$ мм.

Операція 030 – Вібродугове наплавлення.

Переходи:

1. Встановити деталь.
2. Наплавити поверхню до діаметра 17мм.
3. Зняти деталь.

Основний час при виконанні вібродугового наплавлення:

$$T_0 = \frac{0.06 \cdot F \cdot l \cdot y \cdot k_n \cdot k_c}{a_n \cdot I} \quad (2.3)$$

де $F = 7,0 \text{ мм}^2$ - площа поперечного перерізу зварного шва;

$l = 425 \text{ мм}$ - довжина шва;

$y = 7,8 \text{ г/см}$ - щільність металу, що наплавляється;

$k_n = 0,95$ - коефіцієнт розбризкування металу;

$k_c = 1,0$ - коефіцієнт складності роботи;

$a_n = 5 \text{ г/А}\cdot\text{год}$ - коефіцієнт розплавлювання;

$I = 200 \text{ А}$ - зварювальний струм.

$$T_0 = 0.06 \cdot 7.0 \cdot 425 \cdot 7.8 \cdot 0.95 \cdot 1.0 / (5 \cdot 200) = 1.32 \text{ хв.}$$

Допоміжний час $t_a = 0,95 \text{ хв.}$

Додатковий час:

$$T_{\text{доод}} = 0.05 \cdot (t_{\text{обс}} + t_{\text{ом}}) = 0.05 \cdot (1.32 + 0.95) = 0.12 \text{ хв.} \quad (2.4)$$

Підготовчо-заключний час:

$$T_{\text{пз}} = 5 \text{ хв.}$$

Калькуляційний час вісь:

$$t_{\text{ук}} = 1.32 + 0.95 + 0.12 + 5/25 = 1 \text{ хв.}$$

Операція 035 – Токарна.

$$\text{Глибина різання } t = \frac{(d_1 + d_0)}{2} \cdot (15 - 13) / 2 = 1 \text{ мм.}$$

Швидкість подачі $v = 200 \text{ м/хв.}$

Довжина обточуваної поверхні $l = 25 \text{ мм.}$

Калькуляційний час виконання операції токарної $i_{\text{ук.к}} = 14.7 \text{ хв.}$

Операція 040 – Шліфувальна.

При проведенні цієї операції обираємо круглошліфувальний верстат 3М151, пристосування – упорні гладкі центри конусністю 1:10.

Кутом 60° , $D = 80 \text{ мм}$ ГОСТ 18259-72; повідковий патрон і привідний хомутик.

Вибираємо глибину різання $t = 0,01 \text{ мм.}$

Визначаємо поздовжню подачу за формулою

$$S_{\text{позд}} = P \cdot B \quad (2.5)$$

де P - частка ширини шліфкруга; $P = 0,3$ [9];

B - ширина шліфкруга, яку приймаємо $B = 40 \text{ мм.}$

$$S_{\text{позд}} = P \cdot B = 0.3 \cdot 40 = 12 \text{ мм/об.}$$

Визначаємо довжину ходу стола за формулою

$$L_p = l - B \quad (2.6)$$

де l - довжина оброблюваної поверхні; $l_1 = 20$ мм та $l_2 = 38$ мм.

Ефективну потужність при шліфуванні визначимо за формулою.

$$L_{p1} = 20 - 40 = -20 \text{ мм.}$$

$$L_{p2} = 38 - 40 = -2 \text{ мм.}$$

Ефективну потужність при шліфуванні визначаємо:

$$N = C_N + V^\delta \cdot t^x \cdot S^y \cdot d^q \quad (2.7)$$

де C_N , δ , x , y , q – поправочні коефіцієнти, що враховують умови роботи;

$$C_N = 2,26; \delta = 0,5; x = 0,5; y = 0,55; q = 0,2;$$

$$N_1 = 2,26 + 15^{0,5} \cdot 0,01^{0,5} \cdot 12^{0,55} \cdot 27,9^{0,2} = 5,67 \text{ кВт,}$$

$$N_2 = 2,26 + 15^{0,5} \cdot 0,01^{0,5} \cdot 12^{0,55} \cdot 34,9^{0,2} = 7,1 \text{ кВт,}$$

Після проведених розрахунків приймаємо верстат 3М151. Частоту обертання деталі визначаємо за формулою:

$$n_d = \frac{k \cdot V}{\pi \cdot D} = 4,31 \cdot 35 / (3,14 \cdot 0,4206) = 114,3 \text{ м/с}$$

де V - швидкість обертання круга $V = 35$ м/с;

D - діаметр круга.

$$D = \frac{1000 \cdot 60 \cdot 35}{\pi \cdot 1590} = 420,6 \text{ мм}$$

Круг приймемо ПП 420x40x220 з матеріалу Э5 40С1 5К.

Основний час визначимо за формулою:

$$t_0 = \frac{L_p \cdot h \cdot k}{n_d \cdot S_{\text{позд}} \cdot S_1} \quad (2.8)$$

де h - припуск; $h = 0,1$ мм;

k - коефіцієнт спрацювання круга, який приймаємо $k = 1,6$;

S_1 – подача, $S_1 = 0,01$ мм.

$$t_0 = \frac{48 \cdot 0,1 \cdot 1,6}{114,3 \cdot 12 \cdot 0,01} = 0,6 \text{ хв.}$$

Операція 045 – Гальванічна.

Деталі обезжирюють та зачищають у ванну з електролітом на матеріалом, який наноситимуть.

Потім, не витягуючи деталей з електроліту міняють полярність та наноситься покриття.

$$S_k = \pi \cdot d \cdot l \cdot \pi_n \quad (2.12)$$

де d - діаметр шийки, що покривається; $d1 = 27.9$ мм та $d2 = 34.9$ мм.

l - довжина шийки, що покривається; $l1 = 20$ мм та $l2 = 38$ мм.

$$S_{k1} = 3.14 \cdot 27.9 \cdot 20 \cdot 25 = 43803 \text{ мм}^2,$$

$$S_{k2} = 3.14 \cdot 34.9 \cdot 38 \cdot 25 = 1041067,7 \text{ мм}^2.$$

Операція 050 – Обдування

На обдування деталі приймаємо час 2 хв.

Операція 055 – Заключний контроль

Здійснюють контроль параметрів та якості відновленої поверхні.

Час на операцію $T_{штк} = 4,5$ хв.

Операція 060 – Випробування готової деталі.

Приймаємо час 8 хв

Висновок за розділом 2

1. Розроблено технологічний процес ремонту деталей рульового управління автомобіля. Надано хід дефектування рульової рейки - контроль параметрів: діаметр, шорсткість валу, биття радіальне на опорних шийках, величину шліців, гнізда роликів, різьбові з'єднання, наявність дефектів.

2. Визначені дефекти та критерії граничного зносу деталей рульових рейок.

3. Представлено технологію ремонту рульової рейки автомобіля. Ремонт рейки полягає в заміні зношених або пошкоджених деталей.

4. Розроблено технологію розбирання та збирання рульового керування автомобіля та технологічний план виконання всіх ремонтних операцій відновлення рульової рейки.

РОЗДІЛ 3

АНАЛІЗ ОБЛАДНАННЯ ДЛЯ РЕМОНТУ РУЛЬОВОГО УПРАВЛІННЯ АВТОМОБІЛЯ

3.1. Обладнання для ТО рульового управління автомобілів

Як виникла необхідність в діагностиці технічного стану автомобіля, потрібно провести ряд заходів в цьому напрямку. Це спілкування з водієм, який розповідає про причини звернення в автосервіс. Потім візуальний огляд цього технічного вузла. А згодом, якщо є така необхідність, деталь повністю витягується з транспортного засобу, щоб більш ретельно продіагностувати її.

Стенди для діагностики рульових (кермових) рейок сьогодні є обов'язковою складовою частиною будь-якої станції технічного обслуговування (СТО). За допомогою них та обладнання, призначеного для ремонту рульового управління, у водія є можливість перевірити технічний стан своєї машини та виявити несправності ще на стадії їх виникнення.

Стенд MS604 дозволяє оцінити працездатність і вихідні характеристики одно-і двоконтурних насосів ГУР з механічним приводом, та дозволяє імітувати роботу насоса, що випробовується, на автомобілі (рис. 3.1).



Рис. 3.1. MS604 – стенд для діагностики насосів гідروпідсилувача керма



Рис. 3.2. MS603N - 220V - стенд для діагностики та промивання агрегатів кермового управління

MS603N-220V – універсальний стенд для системи ГПК автомобіля з живленням від мережі 220V. Стенд дозволяє промити систему, та перевірити технічний стан кермової рейки й насоса гідро підсилювача (рис. 3.2).



Рис. 3.3. Тиски пневматичні



Рис. 3.4. Тестер для діагностування гідравлічної системи рульового керування автомобіля MS611

3.2. Стенд для розбирання рульового механізму

На рисунку 3.5 показано стенд для розбирання або збирання рульового механізму. Стенд складається з плити, де стоять чотири стійки. Ремонтований механізм ставлять на стійки і за допомогою фіксаторів стопорять.

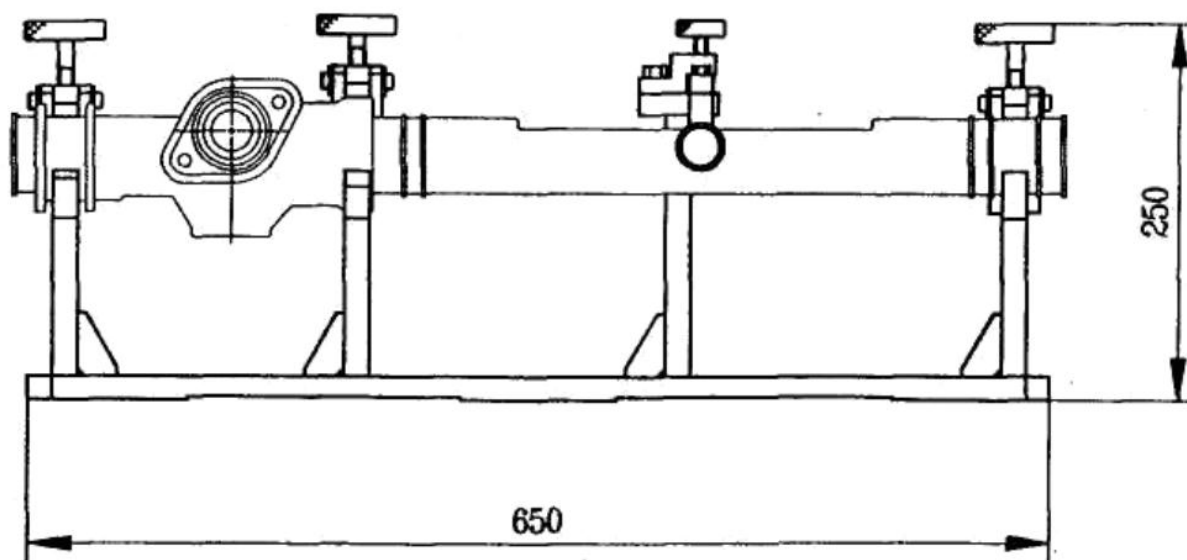


Рис. 3.5. Загальний вигляд стенду для здійснення розбирання рульових механізмів

3.3. Здійснення перевірки та регулювання люфта

Спочатку необхідно підтягти усі гайки кріплення як кульових пальців так і поворотних важелів. Перевірку необхідно проводити вдвох. Один з працівників різко хитає рулем, інший – на дотик рукою (рис. 3.6, а) здійснює перевірку переміщення деталей. Переміщення пальця щодо наконечника свідчить про те, що є люфт. Зазор усувається загвинчуванням в наконечник рульової тяги пробки 1 повністю з відкручуванням її на 1-2 оберти (рис. 3.6, б).

Якщо відчувається хід в шарнірі то такі тяги замінюють новими.

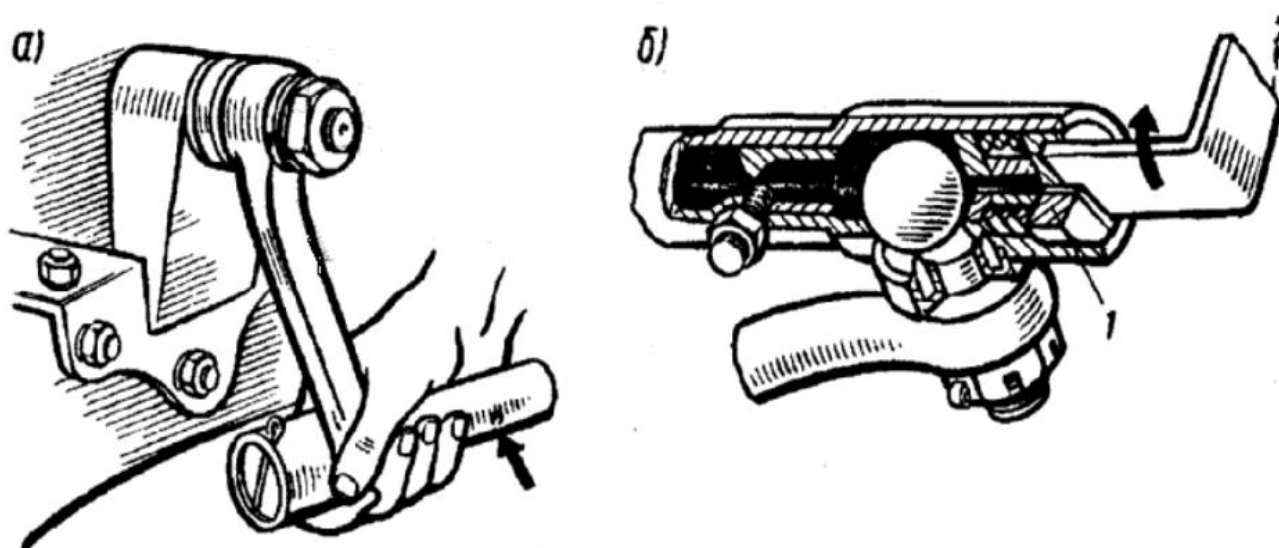


Рис. 3.6. Здійснення перевірки люфта и підтяжка різьбових корок в зєднаних шарнірах поперечної тяги

3.4. Знімач пальців тяги рульової

Пальці закріплюють у важелях кулаків, сощі та маятнику з допомогою конічних з'єднань.

Рекомендовано момент затягування (гайка $M \times 14$ 1,5 5,1...6,3 – кгс·м). У автомобілів ВАЗ гайка ($M \times 12$ 1,25) пальця тяги затягується з моментом 2,76...3,41кг см. Забороняється затяжка пальців без динамометричного ключа. Для цього потрібна естакада або оглядова яма.

Випресовування пальців шарнірів рульової тяги Жигулів знімачем А.47052 не представляється важким. Знімач надійний, при цьому доступ до знімануваного шарніра вільний.

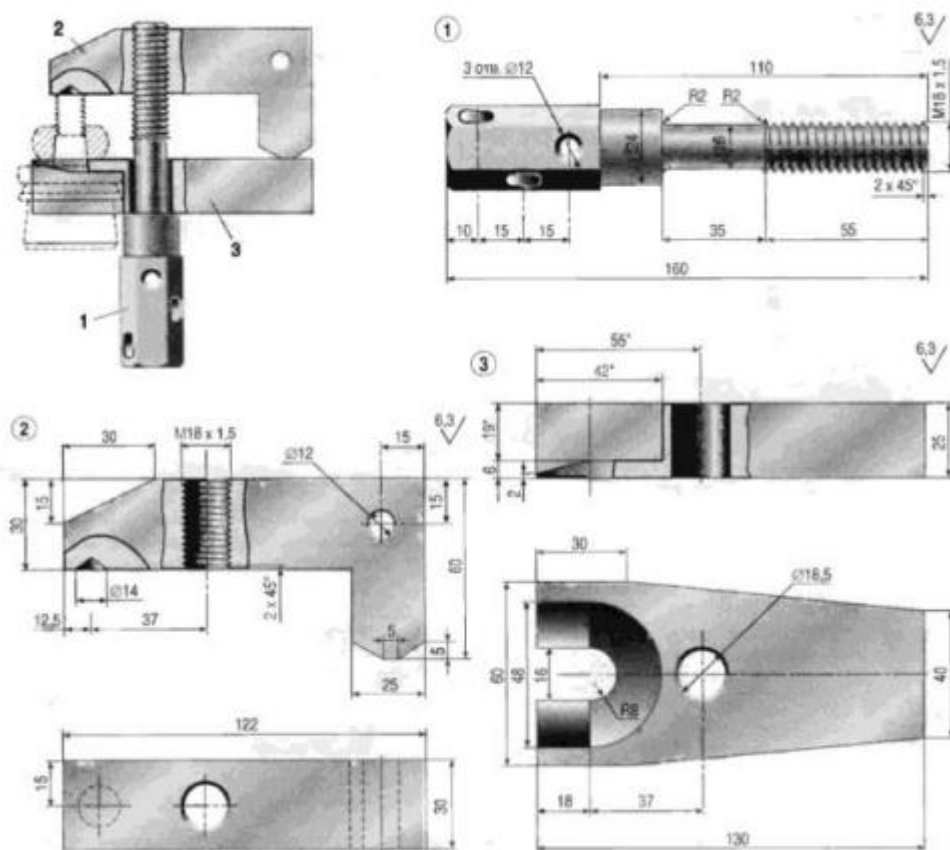
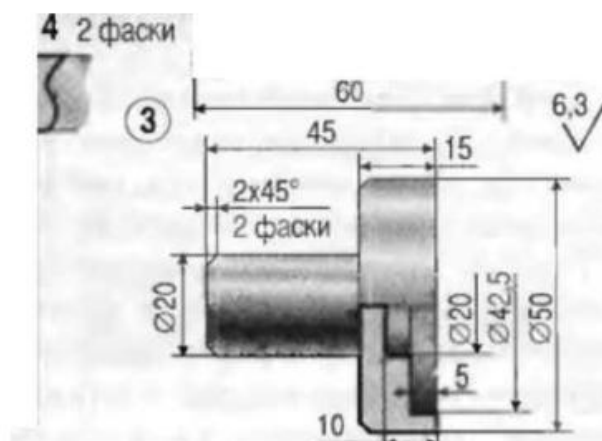
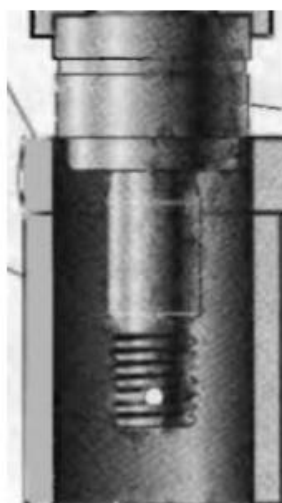
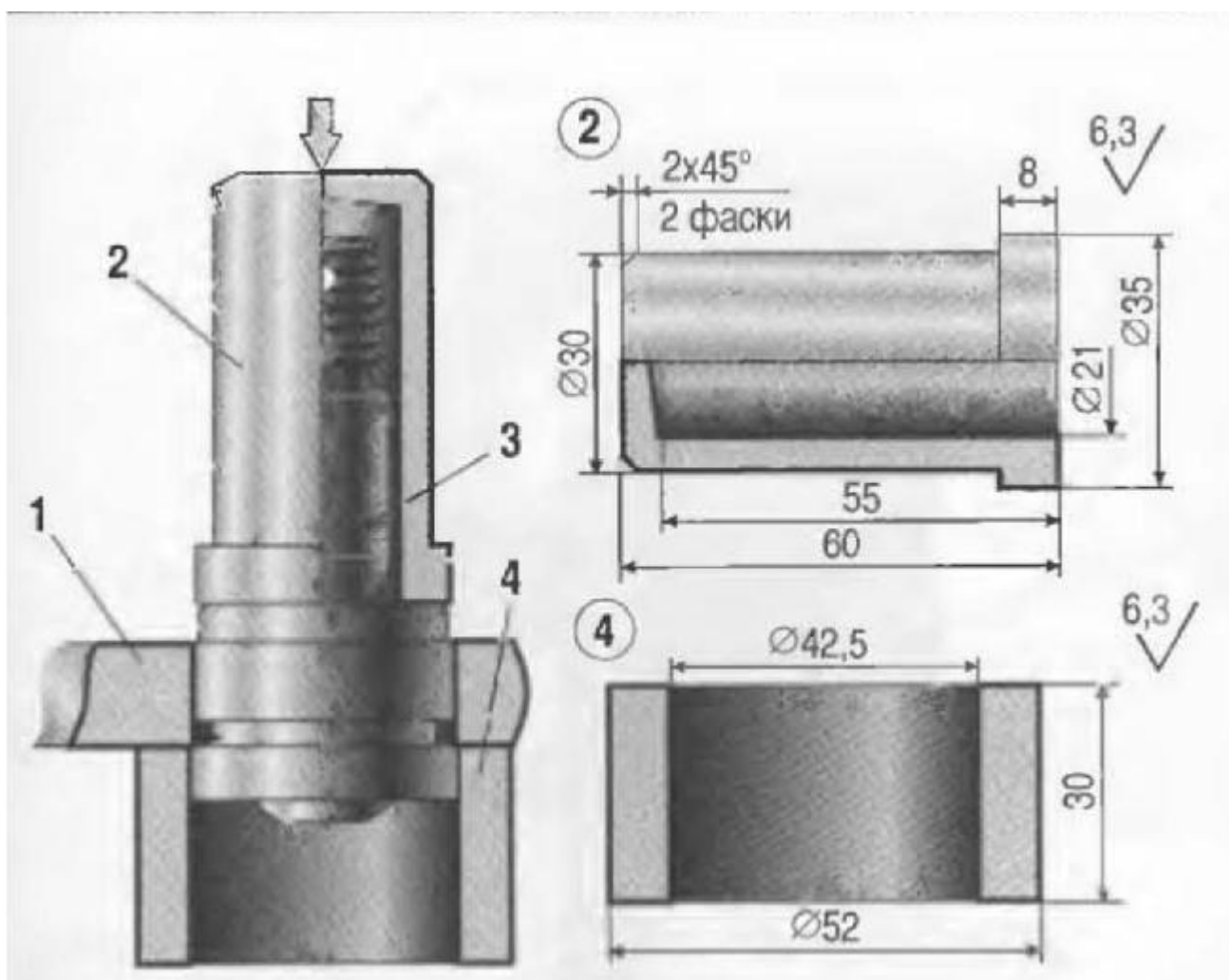


Рис. 3.7. Знімач пальців для рульової тяги



1 – стаканна опора; 2 – коротка тяга; 3 - опресовка; 4 – шарнірне з'єднання

Рис. 3.8. Запресовування шарнірів в рульову тягу



1 – тяга рульова; 2 - облямовування; 3 – шарнір впресовуваний; 4 – опора
циліндрична

Рис. 3.9. Вигляд випресовки для шарнірів рульової тяги

3.5. Розрахунок електроприводу електромеханічного підйомника

При проектуванні привода з гвинтовим механізмом задають або знаходять осьову силу P , яка діє вздовж вісі гвинта від робочого органу обладнання, і швидкість гвинта v (швидкість руху робочого органу).

Розрахунок полягає у визначенні параметрів гвинтової пари, виборі електродвигуна і редуктора. Основна причина виходу з ладу гвинтових механізмів – зношення різьби. З умов зносостійкості знаходять середній діаметр різьби d_2 . Тиск на різьбі, визначаються залежністю:

$$p = \frac{P}{10^6 \cdot \pi \cdot d_z \cdot h \cdot z} \quad (3.1)$$

де P - осьова сила, H ;

$[p]$ - допустимий тиск (для сталюого гвинта і бронзової гайки $[p] = 8 \dots 12$ Па

h - робоча висота профілю різьби, mm

$$h = 0.5 \cdot S, \quad (3.2)$$

де S - крок різьби, mm ($S = 12$ mm);

$$h = 0.5 \cdot 12 = 6 \text{ мм},$$

z - кількість витків гайки

$$z = \frac{H}{S} \quad (3.3)$$

де H - товщина гайки, m

$$H = d_z \cdot \psi_M \quad (3.4)$$

де $\psi_M = 1.2 \dots 2.5$;

$$H = 0.0444 \cdot 2.5 = 0.111 \text{ м}$$

$$z = \frac{0.111}{0.112} = 9.25$$

$$p = \frac{62000}{10^6 \cdot 3.14 \cdot 0.0444 \cdot 0.006 \cdot 9.25} = 8.01 \text{ МПа}$$

З формули (3.1) отримаємо усереднений діаметр різьби, m

$$d_2 = \sqrt{\frac{2 \cdot P}{10^6 \cdot \pi \cdot \psi_M \cdot [p]}} \quad (3.5)$$

$$d_2 = \sqrt{\frac{2 \cdot 62000}{10^6 \cdot 3.14 \cdot 2.5 \cdot 8}} = 0.0444 \text{ м}$$

Діаметр різьби внутрішній, d_1 , m

$$d_1 = \frac{d_2}{(1.1 \dots 1.125)} \quad (3.6)$$

$$d_1 = \frac{0.0444}{(1.1 \dots 1.125)} = 0.040 \text{ м}$$

Діаметр різьби зовнішній, d , m

$$d = 1.2 \cdot d_1 \quad (3.7)$$

$$d = 1.2 \cdot 0.0404 = 0.0485 \text{ м}$$

Хід різьби, S_1 , мм

$$S_1 = z_3 \cdot S \quad (3.8)$$

де z_3 - кількість заходів.

$$S_1 = 1 \cdot 12 = 12 \text{ мм.}$$

Враховуючи, що гвинт одночасно працює на розтягання (стиск) та кручення, його розраховують на міцність.

Визначаємо площу поперечного перетину гвинта F_1 , м²,

$$F_1 = \frac{\pi \cdot d_1^2}{4} \quad (3.9)$$

$$F_1 = \frac{3.14 \cdot 0.0404^2}{4} = 0.00128 \text{ м}^2$$

Визначаємо окружну силу на різьбі T , Н

$$T = P \cdot \text{tg}(\alpha + \rho') \quad (3.10)$$

де α - кут підйому гвинтової лінії (для само гальмуючих гвинтів $\alpha < \rho'$, $\alpha \leq 4^\circ 30'$);

ρ' - приведений кут тертя;

$$\text{tg}(\rho') = \frac{f}{\cos(\beta)} \quad (3.11)$$

де f - коефіцієнт тертя гвинта та гайки; $f = \text{tg} = 0,08$ до $0,1$ при терті сталі о бронзу;

β - кут загострення різьби (для прямокутної різьби $\beta = 0$; $\rho' = \rho$);

$$\text{tg}(\rho') = \frac{0.1}{\cos(0)} = 0.1$$

$$\rho' = 5.71$$

$$T = 62000 \cdot \text{tg}(4.5 + 5.71) = 11166.732 \text{ Н}$$

Визначаємо момент опору перетину гвинта W , м²

$$W = 0.1 \cdot d_1^2 \quad (3.12)$$

$$W = 0.1 \cdot 0.0404^2 = 0.00000659 \text{ м}^2$$

$$\sqrt{\sigma^2 + 4 \cdot \tau^2} = \sqrt{\left(\frac{62000}{0.00128 \cdot 10^6}\right)^2 + 4 \cdot \left(\frac{247.901}{0.00000659 \cdot 10^6}\right)^2} = 89.48 \text{ МПа}$$

Гвинти, які працюють на стискання, перевіряють на стійкість.

$$\mu \cdot l > (8 \dots 10) \cdot d_1 \quad (3.13)$$

де l - найбільша вільна довжина гвинта, м;

μ - коефіцієнт довжини, який враховує характер закріплення кінців гвинта.

Сила $R_{кр}$ визначається по формулі Ейлера. Якщо гнучкість гвинта $\lambda \leq 100$, то

$$\lambda = \frac{\mu \cdot l}{i} \quad (3.14)$$

де i - радіус інерції, м

$$i = \sqrt{\frac{I}{A}} \quad (3.15)$$

де I - момент інерції, м⁴;

$$I = 0.01 \cdot \left(3 \cdot \frac{d}{d_1}\right) d^4 \quad (3.16)$$

$$I = 0.01 \cdot \left(3 \cdot \frac{0.0485}{0.0404}\right) \cdot 0.0485^4 = 0.0000002 \text{ м}^4$$

$$i = \sqrt{\frac{0.0000002}{0.00128}} = 0.0125 \text{ м}$$

$$\lambda = \frac{0.555}{0.0125} = 28.4$$

$$n_y = \frac{151552.58}{62000} = 2.44$$

Якщо стійкість не забезпечується, то гвинт перераховують. Гайку виготовляють з антифрикційних матеріалів – бронзи або чавуну. Знаючи параметри гвинта, знаходимо частоту обертання черв'ячного колеса, хвил⁻¹

$$n = \frac{60 \cdot v}{S_1} \quad (3.17)$$

де S_1 - хід різьби, мм;

v - швидкість гвинта (швидкість підйому робочого органу), м/с;

$$n = \frac{60 \cdot 0.01}{12} = 0.05 \text{ хв.}^{-1}$$

Потужність двигуна, кВт

$$N = \frac{P \cdot v}{1000 \cdot \eta_{ч.п} \cdot \eta_{г.п}} \quad (3.18)$$

де $\eta_{г.п}$, $\eta_{ч.п}$ - ККД гвинтової та черв'ячної пари ($\eta_{ч.п} = 0,9$);

ККД гвинтової передачі:

$$\eta_{г.п} = \frac{A_K}{A_D} \quad (3.19)$$

де A_K - корисна робота підйому вантажу, Н·м, $A_K = 372$ Н·м;

A_D - робота за один оберт гвинта, необхідна для підйому вантажу, $A_D = 842.36$ Н·м

$$\eta_{г.п} = \frac{372}{842.36} = 0.44$$

$$N = \frac{62000 \cdot 0.01}{1000 \cdot 0.9 \cdot 0.44} = 1.57 \text{ кВт}$$

Приймаємо $N = 2$ кВт.

Згідно розрахунків було визначено, що для забезпечення електромеханічного підйомника, який призначений для вивішування скутерів й автомобілів масою до 3,5т, необхідно застосовувати електродвигун потужністю 2 кВт.

3.6. Розрахунок деталей пристрою на міцність

Площу перерізу стійки можна визначити за формулою:

$$A = \frac{\pi \cdot (d_3 - d_6)^2}{4} \quad (3.20)$$

$$A = \frac{3.14 \cdot (120 - 108)^2}{4} = 113.04 \text{ мм}^2$$

Напруження, які виникають в перерізі стійки, визначимо формулою:

$$\sigma_g = \frac{F_{\max}}{A} \quad (3.21)$$

$$\sigma_{\epsilon} = \frac{5000}{113.04} = 44.1 \text{ МПа}$$

Дійсні напруження стиску менші від граничних. При роботі стенда виникають і поперечні сили, що є причиною згинних моментів (1000 Н-м).

Напруження стиску-розтягу, які викликані дією моментів згинних, визначаємо формулою:

$$\sigma_{\epsilon} = \frac{M_{\max}}{W_0} \quad (3.22)$$

де W_0 - момент опору стійки осьовий.

$$W_0 = \frac{\pi \cdot d_3^3}{32} \cdot \left[1 - \left(\frac{d_6}{d_3} \right)^4 \right] \quad (3.23)$$

$$\sigma_{\epsilon} = \frac{1000 \cdot 10^3}{58312} = 17 \text{ МПа}$$

Напруження не перевищують допустимих.

Силу зрізу приймаємо 12000 Н.

На рисунку 3.10 показано схему навантаження зварного шва стійки основи стенда.

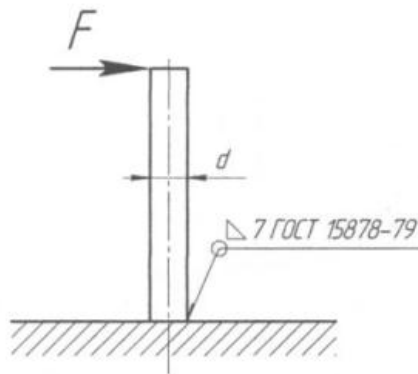


Рис. 3.10. Розрахункова схема для визначення навантаження зварного шва основи

Дійсні напруження максимальні, які виникають в зварних швах стійки визначаємо формулою:

$$\tau_{\max} = \frac{F_{зп}}{\pi \cdot d_3 \cdot 0.7 \cdot k}, \quad (3.24)$$

де k - катет шва ($k = 7$ мм);

$$\tau_{\max} = \frac{12000}{3.14 \cdot 120 \cdot 0.7 \cdot 7} = 6.5 \text{ МПа}$$

Напруження в зварних швах максимальні не перевищують граничні.

Висновок за розділом 3

Проаналізовано обладнання для ТО рульового управління автомобілів. Вибрано стенд для розбирання рульового механізму, виконано розрахунок електроприводу електромеханічного підйомника та деталей пристрою на міцність.

РОЗДІЛ 4

ДОСЛІДЖЕННЯ ПОЗДОВЖНЬО-КУТОВИХ КОЛИВАНЬ ТРАНСПОРТНОГО ЗАСОБУ

4.1. Дослідження та моделювання поперечних коливань автомобіля

Нерівності дорожнього покриття моделюються як функції часу, оскільки вони при заданій швидкості збурюють динаміку руху в часі. Функції часу описуються трьома основними видами [17]:

а) періодичне збурювання:

$$h(t) = h_0 + \hat{h}_1 \sin(\omega t + \zeta_1) + \hat{h}_2 \sin(2\omega t + \zeta_2) + \dots + \hat{h}_i \sin(i\omega t + \zeta_i), \quad (4.1)$$

де h_0 – початкова висота подолання перешкоди, мм;

$\hat{h}_1, \hat{h}_2, \dots, \hat{h}_i$ – висота подолання перешкоди в перший, другий i -момент ($i = 3, 4, \dots$) в процесі руху автомобіля, мм;

t – час руху автомобіля, с;

б) стохастичне збурювання зі спектральною щільністю нерівностей;

в) окремі перешкоди з функціями, що можуть бути диференційовані, наприклад, $(1 - \cos(t))$ – функція параболи.

Невеликі виступи на траєкторії руху змодельовані як нерівності. На рис. 4.2 наведено траєкторію руху осі колеса при заїзді на виступ $r + h(s)$, яка з'являється при перекочуванні. Після розв'язання геометричних зв'язків і зсуву траєкторії вниз на величину r отримується ефективна для динаміки висота (пунктирна лінія рис. 4.2):

$$h(s) = \begin{cases} 0, & s \leq s_1 \\ b - r \left(1 - \sqrt{1 - \left(\frac{s - s_0}{r} \right)^2} \right), & s_1 \leq s \leq s_0 \\ b, & s > s_0 \end{cases}, \quad (4.3)$$

де s_0 – початкова відстань, м;

s_1 – відстань подолання перешкоди, м;

r – радіус колеса автомобіля, м;

b – висота перешкоди, м.

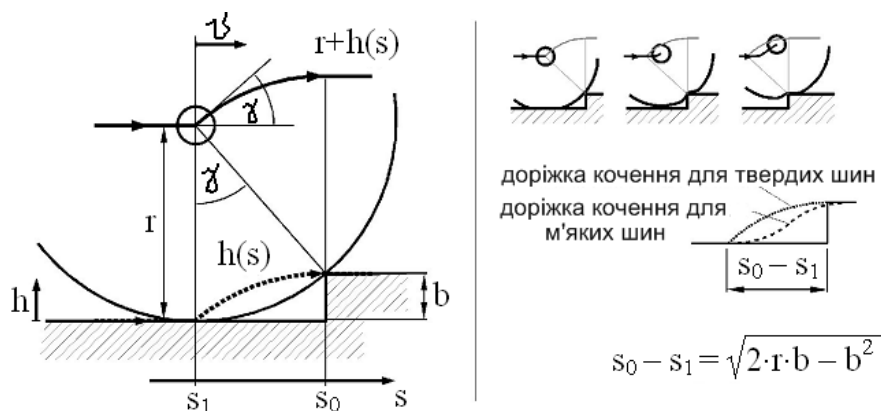


Рис. 4.2. В'їзд на виступ з ефективною висотою виступу

Відповідну залежність від часу при постійній швидкості v отримано за формулою $s(i) = v \cdot t(i)$. Колесо заїжджає з кутом удару γ на перешкоду; зв'язок радіуса та висоти перешкоди складається

$$\frac{b}{r} = 1 - \cos \gamma \quad (4.4)$$

Більш великі кути удару створюють великі горизонтальні сили удару та механічні навантаження, тому їх треба уникати. Рівняння (4.3) є дійсним для жорстких покриттів коліс, при яких навантаження на опору, колесо та підшипник колеса є максимальними.

Для керованих коліс використовувались функціональні елементи підвіски (ресори), що компенсують нерівності дороги та підвищують комфорт [17] і на першому етапі моделювання динамічних процесів змодельовані як лінійний елемент. На рис. 4.3 індекс R позначає кероване колесо, S – його підресорювання; m_s об'єднує маси колеса, підшипника, осі та жорстко поєднані з цими частинами деталі механіки демпфування. Якщо враховувати максимально відкриту позицію підресорювання покриття z_{R0} , підресорювання керованого колеса z_{S0} , то диференціальні рівняння мають вигляд:

$$m_S \ddot{z}_{Si} = -m_S g + c_R(z_{R0} - z_{Si} + h_i) - d_R(\dot{z}_{Si} - \dot{h}_i) + c_S(-z_{S0} + z_{Si} - z_i) + d_S(\dot{z}_i - \dot{z}_{Si}); \quad (4.5)$$

$$m_i \ddot{z}_i = -m_i g + c_S(z_{S0} - z_i + z_{Si}) - d_S(\dot{z}_i - \dot{z}_{Si}), \quad (4.6)$$

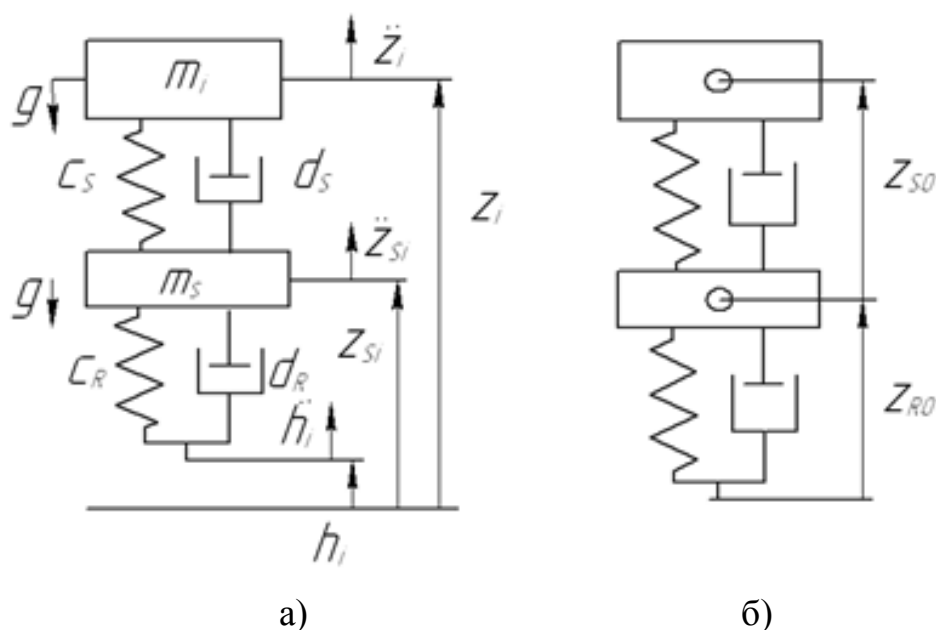
де m_S – маса вісі у зборі, кг; m_i – маса кузова (з вантажем), кг; g – прискорення вільного падання, м/с²; c_R – жорсткість пружин керованого колеса, кН/м;

c_S – жорсткість підресорювання керованого колеса, кН/м;

z_{S0} – підресорювання керованого колеса, мм;

z_{R0} – підресорювання покриття, мм; h_i – нерівності поверхні, мм;

d_R – демпфування керованого колеса, Нс/м; d_S – демпфування підресорювання керованого колеса, Нс/м.



а – для підресорювання керованого колеса; б – повністю розвантажена

Рис. 4.3. Величини лінійної моделі

Якщо колесо відривається від поверхні ($z_{Si} - h_i > z_{R0}$), то можна знехтувати впливом пружини, тобто $c_R(z_{R0} - z_{Si} + h_i)$. Тертя та кінцеві упори не будуть враховані.

При моделюванні динамічних процесів в шинах та підвісці були прийняті наступні допущення. Вантажні автомобілі мають різні співвідношення мас самого

автомобіля з вантажем та колеса в зборі. Це співвідношення скрадає від 20 до 200. Також різна повна маса вантажних автомобілів. Тому при моделюванні прийняті значення зі зменшенням у 100 разів від навантаження на автомобіль: $m_i = 50$ кг, $m_{Si} = 2$ кг, $c_R = 100$ кН/м, $c_S = 15$ кН/м, $d_S = 500$ Нс/м, $z_{R0} = 0,1$ м, $z_{S0} = 0,3$ м, що дозволяє перейти до реального автомобіля через коефіцієнт збільшення. Жорсткості прийняті як порівняльні характеристики. Реальні жорсткості ресор кожного автомобіля, як і будь-якої іншої конструкції, можуть бути визначені тільки експериментальним шляхом й можуть досягати дуже значних величин. Жорсткість пружини, ресори є дуже великою, тому малі маси не мають впливу на пружину. Це ще одна причина, чому потрібно ще одне підресорювання керованих коліс і загальне підресорювання автомобіля. Ця проблема виникає також у привідних коліс, але амплітуда коливань через більший радіус колеса значно менша.

Модель симуляції рівнянь руху зображується в Matlab Simulink як блоки (рис. 4.4). Симуляцію вертикальної динаміки моделі показано на рис. 4.5, а. Згори донизу показана поведінка в часі величин z_i , z_{Si} , h_i . Величина, що описує нерівності поверхні h_i , це збурююча вхідна величина щодо нерівності висотою 30 мм та діє від $t = 1$ с до $t = 2$ с. Спочатку коливається система в ненапруженому стані на рівні стаціонарних значень. Маса конструкції m_i коливається значно сильніше на пружині (графік для z_i), ніж більш жорстке гумове колесо (графік для z_{Si}).

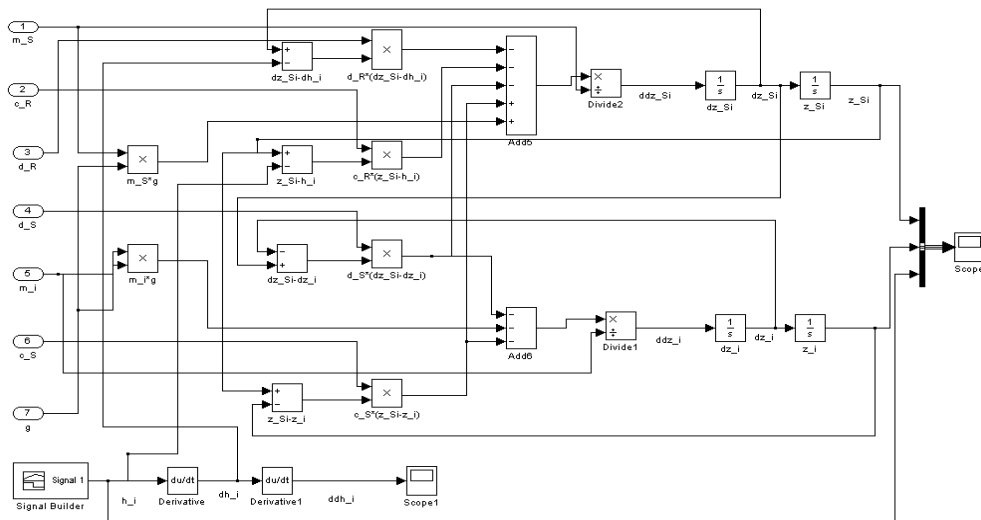
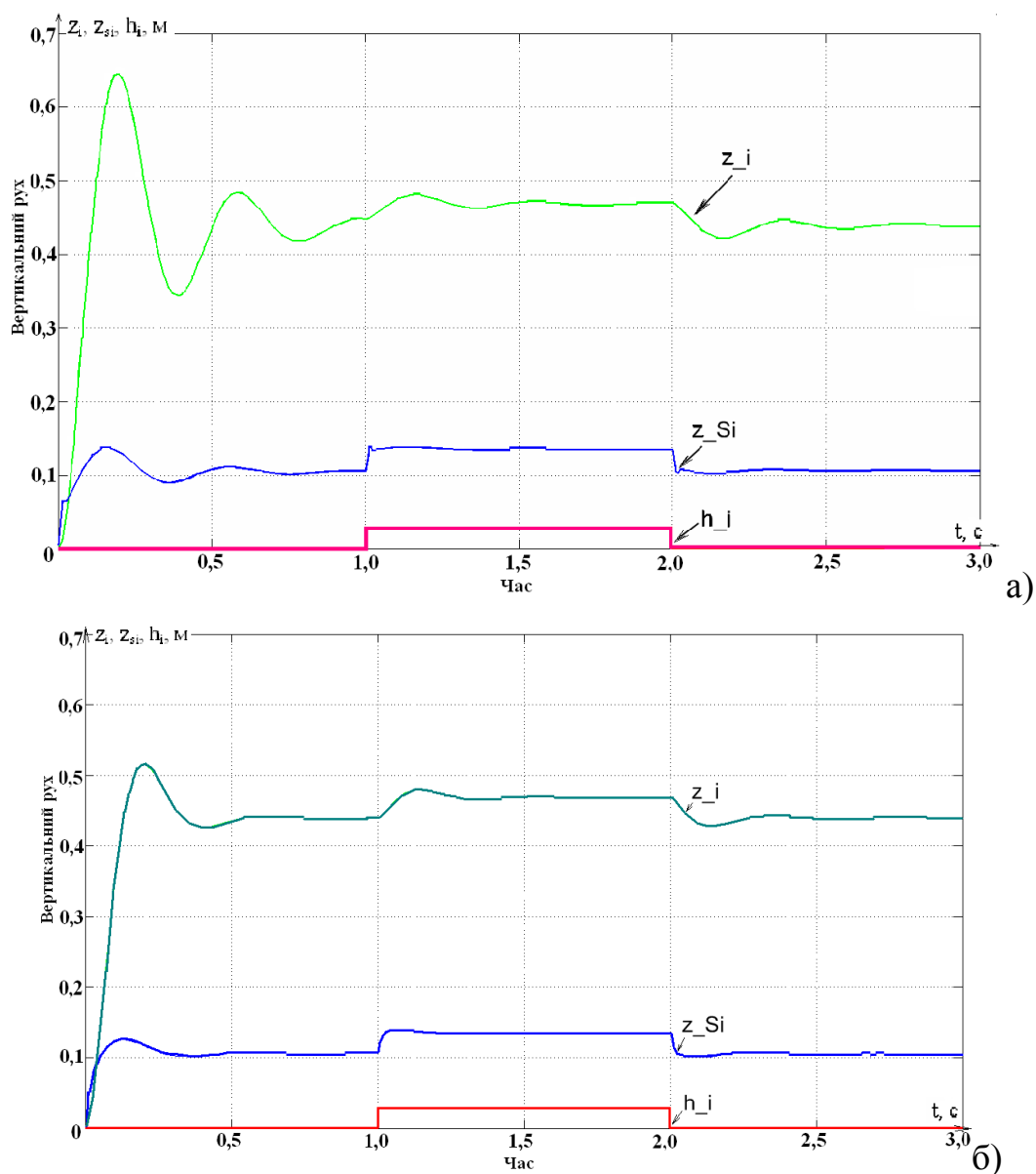


Рис. 4.4. Схема реалізації рівнянь для простої моделі керованого колеса



а – (3.5) і (3.6) при $F_C = 0$ Н; б – (3.7) і (3.8) кулонівським тертям при $F_C = 100$ Н
 Рис. 3.5. Вертикальний рух лінійної моделі підресорювання керованого колеса по рівнянням при наїзді на нерівність висотою 30 мм (залежності $z_i(t)$, $z_{Si}(t)$, $h_i(t)$)

Для демпфування керованого колеса необхідна регульована механіка, яка буде представлена незмінним кулонівським тертям F_C , що не залежить від швидкості руху:

$$m_S \ddot{z}_{Si} = -m_S g + c_R (z_{R0} - z_{Si} + h_i) + \text{sgn}(\dot{z}_i - \dot{z}_{Si}) F_C - d_R (\dot{z}_{Si} - \dot{h}_i) - c_S (z_{S0} + z_{Si} - z_i) + d_S (\dot{z}_i - \dot{z}_{Si}); \quad (4.7)$$

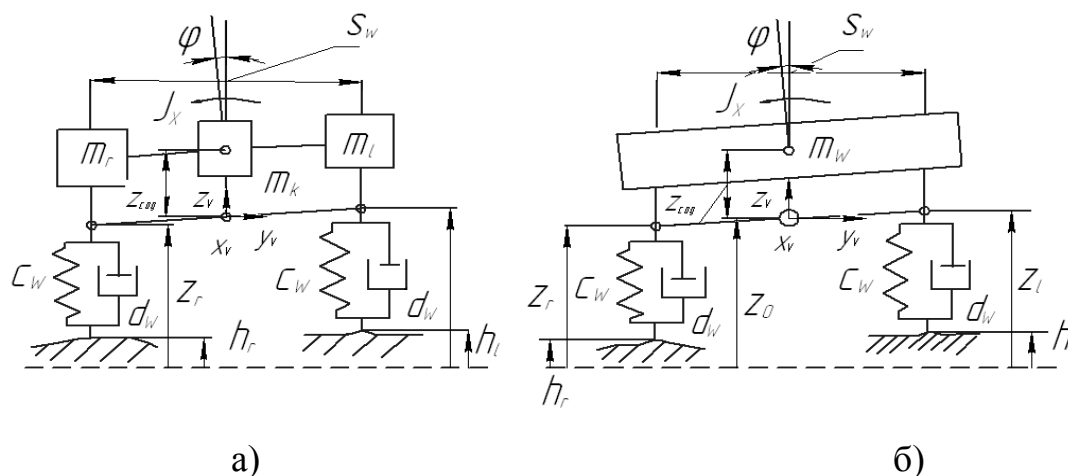
$$m_i \ddot{z}_i = -m_i g + c_S (z_{S0} - z_i + z_{Si}) - d_S (\dot{z}_i - \dot{z}_{Si}) - \text{sgn}(\dot{z}_i - \dot{z}_{Si}) F_C. \quad (4.8)$$

Результати розрахунку наведено на рис. 4.5, б.

Симуляція показала швидкий перехідний процес через високий ступень загального демпфування. Збільшення тертя зменшує динамічні характеристики, але суттєво погіршує експлуатацію механічних систем.

4.2. Дослідження та моделювання поздовжніх коливань автомобіля

Для моделі коливань у поперечному та вертикальному напрямках, як і у випадку коливань у поздовжньому, будувалась проста лінійна модель, оскільки за умов нормальної роботи кут коливань маленький ($\sin \varphi = \operatorname{tg} \varphi = \varphi$). Ресори керованих коліс м'якші, знаходяться ближче до поздовжньої осі, ніж ведучі колеса [3]. Для автомобіля бралась модель коливань (рис. 3.6) такою, у якій центр тяжіння при невеликих кутах несуттєво зсувається в бік [17].



а – варіант з розділеною масою; б – варіант з розподіленою масою

Рис. 3.6. Коливальні системи конструкції з різною поведінкою при стисканні

Схема моделі (рис. 3.6, а) характеризувала подвоювання моделі маси колеса. Маса сполучення m_k є обчислюваною величиною в загальному центрі тяжіння і характеризує, як сильно збурення правого боку впливають на прискорення конструкції ліворуч і навпаки.

У більшості автомобілів $m_k \approx 0$ і не враховувалась при моделюванні [17]. Коли один бік збурюється при проїзді через нерівність, то точка повороту

конструкції знаходиться в центрі тяжіння іншого боку. Тоді рівняння руху пов'язані один з одним:

$$\begin{aligned} m_r \ddot{z}_r &= -m_r g + c_W (z_{W0} - z_r + h_r) - d_W (\dot{z}_r - \dot{h}_r); \\ m_l \ddot{z}_l &= -m_l g + c_W (z_{W0} - z_l + h_l) - d_W (\dot{z}_l - \dot{h}_l) \end{aligned} \quad (3.10)$$

Умовами для відриву колеса від поверхні зневажають, щоб зображення рівнянь зробити більш наочними. Кут нахилу знайдено геометрично:

$$\varphi = \frac{z_l - z_r}{s_W} \quad (3.11)$$

Схема моделі (рис. 3.6, б) розглядалось для розподіленої маси автомобіля, так що прискорення конструкції праворуч і ліворуч впливають один на одного. Рівняння балансу для сил і моментів має вигляд:

$$m_W \ddot{z}_C = -m_W g + F_r + F_l \quad \text{та} \quad J_x \ddot{\varphi} = \frac{s_W}{2} (F_l) - F_r \quad (3.12)$$

Причому,

$$F_i = \begin{cases} 0, & z_i > (z_{W0} + h_i) \\ c_W (z_{W0} - z_i + h_i) - d_W (\dot{z}_i - \dot{h}_i), & z_i \leq (z_{W0} + h_i) \end{cases}, i \in \{l, r\} \quad (3.13)$$

Через підстановку отримувалось рівняння руху для прискорення конструкції над лівим та правим колесами:

$$\ddot{z}_{r(l)} = -g + \frac{1}{m} (F_l + F_r) - \frac{s_W^2}{4J_x} (F_l - F_r) \quad (3.14)$$

Результати симуляції при переїзді одного колеса через сходинку висотою 30 мм та швидкістю $v = 2$ м/с зображені на рис. 3.7. Час перехідного процесу для $h_i(t)$ становить приблизно 40 мс. Інші значення, що використані в моделі: $m_W = 120$ кг, $J_x = 10$ кгм², $c_s = 70$ кН/м, $d_s = 800$ Нс/м та $s_W = 0,5$ м, радіус колеса 0,26 м та $z_{W0} = 0,128$ м.

На рис. 3.8 наведено значення $h(t)$, $z_i(t)$ і $z_r(t)$ лінійної моделі без урахування маси та куту коливань $\varphi(t)$. Як і у випадку симуляції вертикальної моделі

перехідний процес протікає від ненавантаженого стану до стаціонарних значень. Сходінка під лівим колесом веде до відхилення від $z_l(t)$. Ліве колесо відривається два рази від поверхні, при наїзді та при з'їзді з перешкоди, ці відрізки відповідають різкому підйому та спаду на кривій для кута нахилу.

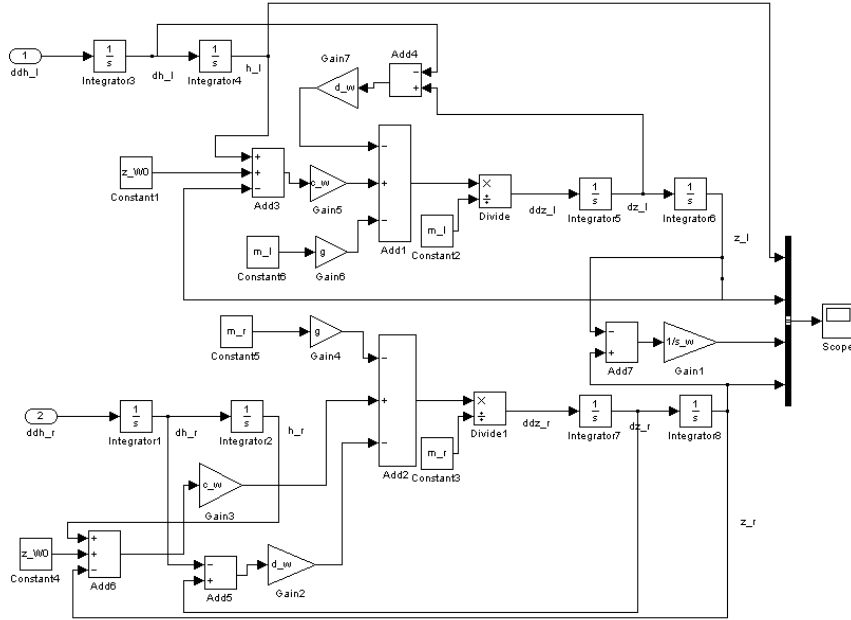


Рис. 3.7. Схема реалізації (3.10) для динаміки коливань у поздовжньому напрямі (варіант з розділеною масою)

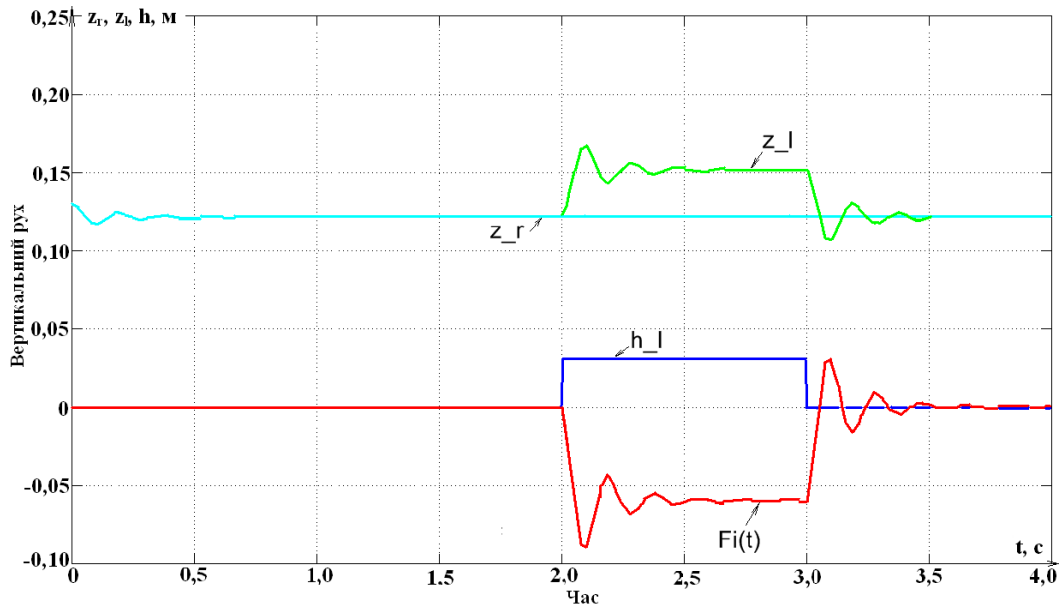


Рис. 3.8. Симуляція моделі коливань, лінійна та сполучена за (3.10); збурення через наїзд на перешкоду висотою 30 мм лівим колесом (залежності $h(t)$, $z_l(t)$, $z_r(t)$)

Висновки за розділом 4

Дослідження динамічних процесів в функціональних елементах підвісі показали, що раціональний її вибір з урахуванням реальних умов експлуатації дозволяє зменшити амплітуду і кількість коливань, кути відхилення та забезпечити його рівномірний характер, уникаючи плямистого зносу, що здебільшого залежить від циклічності коливань, а також зменшують знос деталей рульового управління.

ВИСНОВКИ

У магістерській роботі вирішувалася важлива мета – своєчасне, якісне і повне проведення робіт ТО та ремонту основних частин автомобільного транспорту. Виконання цього завдання неможливе без підтримки автомобільного транспорту у технічно справному та роботоздатному стані. У ході виконаної роботи отримані наступні основні результати:

1. Встановлено, при виборі способу ремонту рульового управління слід в першу чергу увагу звертати на якість і фізичні властивості деталі, а потім на економічні показники. При виконанні демонтажних робіт, пов'язаних зі значною масою, виникає можливість появи дефектів – взаємного розташування робочих органів. Тому є необхідність забезпечення технічних умов при виконанні операцій технологічного процесу демонтажу і ремонту деталей рульового управління автомобіля.

2. Розроблено технологічний процес ремонту деталей рульового управління автомобіля. Визначені дефекти та критерії граничного зносу деталей рульових рейок.

3. Матеріали магістерської роботи впроваджено в ДВНЗ ПДАБА (м. Дніпро) при проведенні лекційній та практичних робіт з дисципліни «Технічна експлуатація автомобілів».

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Канарчук В. С. Основи технічного обслуговування і ремонту автомобілів. / Канарчук В. С., Лудченко О. А., Чигринець А.Д. – К., Вища школа,; 1994 (у трьох книгах).
2. Карагодин В. И. Устройство и техническое обслуживание грузовых автомобилей. / Карагодин В. И., Шестопапов С. К. – М. Транспорт, 1991.
3. Ульман И. Е. Ремонт машин / Ульман И. Е. – М.: Колос, 1967.
4. Авдонькин Ф. Н. Теоретические основы технической эксплуатации автомобилей./ Авдонькин Ф. Н. – М.: Транспорт, 1985.
5. Положення про профілактичне обслуговування і ремонт рухомого складу автомобільного транспорту України /Міністерство транспорту України. – К., 1994. – 36 с.
6. Говорущенко Н. Я. Техническая эксплуатация автомобилей / Говорущенко Н. Я. - Харьков: Вища школа, изд-во Харьковского Университета, 1984. – 271 с.
7. Напольский Г. М. Технологическое проектирование АТП и СТО. Учебник для ВУЗов. – 2-е изд-е. М: Транспорт, 1993. – 271с.
8. Положение о техническом обслуживании и ремонте подвижного состава автомобильного транспорта. – М.: Транспорт, 1986. – 72 с.
9. Положение о техническом обслуживании и ремонте подвижного состава автомобильного транспорта. Часть вторая (нормативная). – М.: Транспорт, 1978. – 46
10. Рудзінський В. В. Транспортні засоби: навч. посібник / В. В. Рудзінський. – К.: НТУ, 2001. – 136 с.
11. Техническая эксплуатация автомобилей / Е. С. Кузнецов. – М.: Транспорт, 1991. – 413 с.
12. Технологія відновлення деталей та ремонту автомобілів: навчальний посібник / О. С. Полянський, Б. В. Савченков, Є. О. Дубінін та ін. – Х.: ХНАДУ, 2012. – 320с.

13. ГОСТ 25478-91. Автотранспортні засоби. Вимоги до технічного стану за умовами безпеки руху. Методи перевірки.

14. Работа автомобильной шины / под ред. В. И. Кнороза. – М.: Транспорт, 1976. – 238 с.

15. Сакно О. П. До застосовування прогресивних технологій в системі технічного обслуговування автотранспортних засобів / Сакно О. П., Попенко Н.В., Кривенко В.В., Сушко А.А., Тарасов Д.В., Ковальчук С.О. - Матеріали міжнародної науково-практичної конференції студентів, аспірантів та молодих вчених «Експлуатаційна та сервісна інженерія» (27-28 травня 2020 року). – Харків: Харківський національний технічний університет сільського господарства імені Петра Василенка, Кафедра надійності, міцності та технічного сервісу машин імені В.Я. Аніловича – С. 36-39.

16. Сакно О. П. Аналіз використання нечіткої системи управління транспортним процесом / Сакно О. П., Попенко Н. В., Сушко А. А., Кривенко В. В., Тарасов Д. В., Ковальчук С. О. - Матеріали Другої науково-практичної конференції студентів ДВНЗ ПДАБА : збірник тез, травень 2020 р. – Дніпро : ДВНЗ ПДАБА, 2020. - С. 104-105/

17. Сакно О. П. Визначення ресурсу шин вантажних автомобілів за коефіцієнтами впливу експлуатаційних факторів та їх оцінка експертним аналізом / Сакно О. П. // Вісті Автомобільно-дорожнього інституту [Наукововиробничий збірник]. – Горлівка : ДВНЗ «ДонНТУ»АДІ, 2011. - №2 (13). – С. 92-100.

18. Сакно О.П. Поліпшення технічного сервісу автомобілів на підставі контролю інтенсивності зносу шин / Кравченко О.П., Сакно О.П., Лукічов О.В. // Вісник ХНТУСГ [Ресурсозберігаючі технології, матеріали та обладнання у ремонтному виробництві]. – Х. : ХНТУСГ, 2012. – Вип. 122. – С. 41–48.

19. Разборка и сборка рулевого механизма, диагностика и ремонт. – Режим доступу: <https://auto.today/bok/16716-razborka-i-sborka-rulevogo-mehanizma-diagnostika-i-remont.html> - Назва з екрану

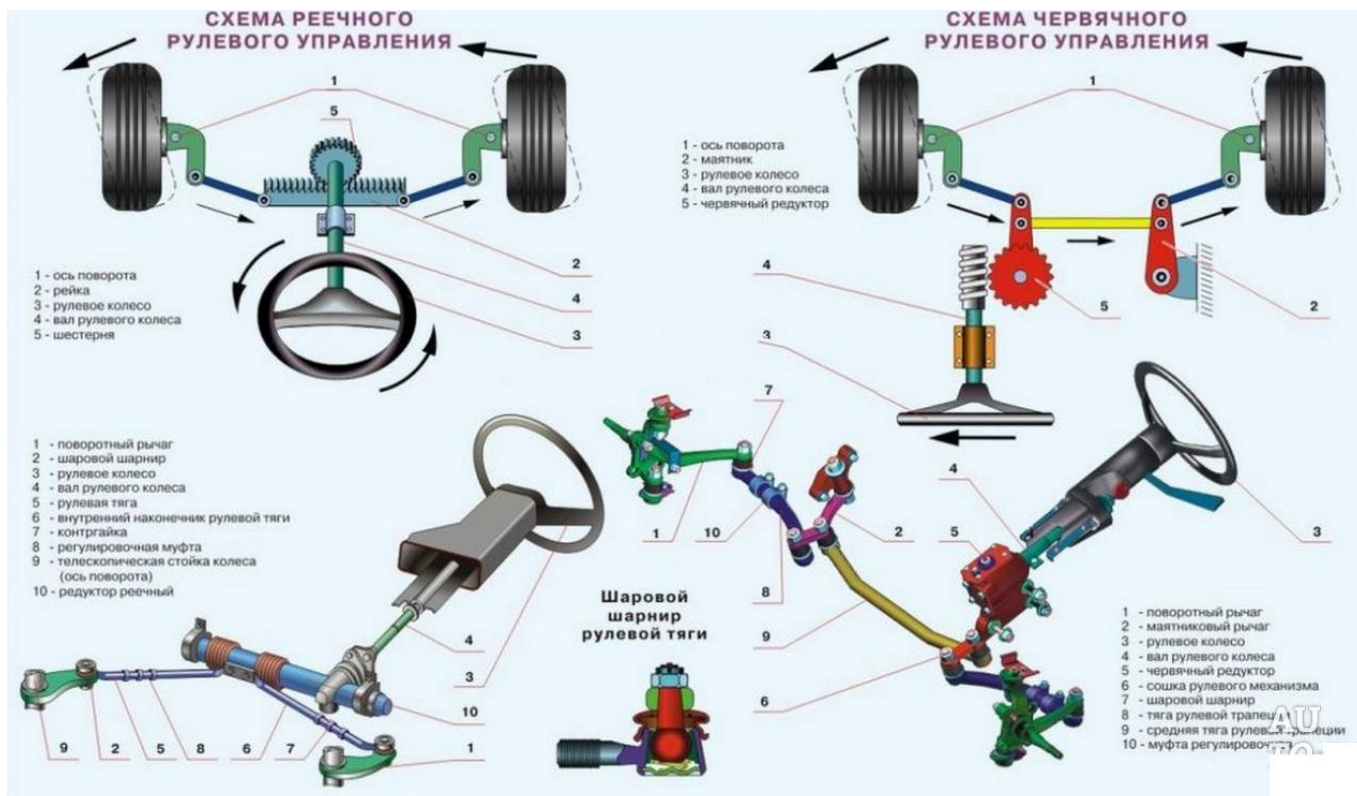
20. Розбирання та складання механізмів рульового керування автомобіля. – Режим доступу: <http://spal.inf.ua/Doc/meh.pdf> - Назва з екрану

21. Krutil Vertel. – Режим доступу: <https://krutilvertel.com/zamena-nakonechnika-rulevoj-tjagi-audi-80-b4> - Назва з екрану

22. Козловцев Д. В. Загальний аналіз несправностей рульового управління сучасного легкового автомобіля / Д. В. Козловцев, М. В. Полуєтков // Молодий вчений. - 2017. - № 10 (144). - С. 61-64. - URL: <https://moluch.ru/archive/144/40367/> (дата звернення: 03.12.2020).

Конструкція рульового управління автомобіля

Рульове управління - це найважливіша частина автомобіля, яка завжди повинна бути в справності. Її ремонт і заміну слід доручати професіоналам. Якщо ж установка нових деталей проводилася власноруч, все одно необхідно відвідати автосервіс для тестування її нормальної роботи. Від стану РУ залежить безпека пересуваються в машині людей.



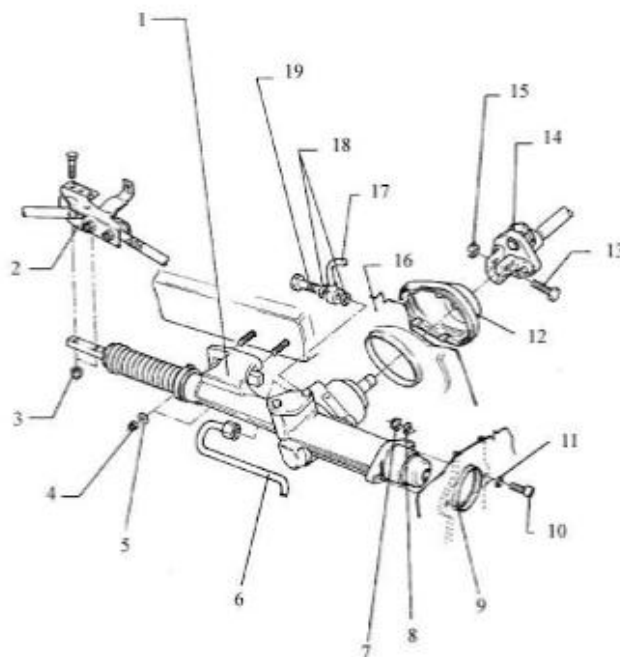


Рис. А.1. Привід рульового управління Ауди-80

Пояснення до рис. А.1:

1. Рульова передача. Встановлюйте точно по центру валу рульової колонки. Встановлюйте рульову передачу так, щоб не було перекосів і натягу. Якщо необхідно, пересуньте її трохи в місцях кріплення.
2. Кронштейн поперечної тяги. При затягуванні гайок кріплення поперечної тяги до кронштейну, автомобіль повинен стояти на землі.
3. 45 Нм. Завжди замініуйте.
4. 45 Нм. Завжди замініуйте
5. Шайба.
6. Трубопровід високого тиску. Момент затяжки кріплення: 50 Н.м. Встановіть шланговий зажим на впускний шланг перед зняттям.
7. 20 Нм. Завжди замініуйте.
8. Шайба.
9. Кожух колеса.
10. Болт з головкою під торцевий ключ. Затягніть перед затягуванням болтів кріплення рульової передачі до панелі кузова.
11. Пружинна шайба.
12. Чохол. Чи не знімайте з панелі кузова при знятті рульової передачі. Встановлюйте акуратно в круглу канавку на кожусі головною шестерні.
13. Болт, завжди замініуйте.
14. З'єднувальний диск знімайте з провідною шестерні разом з трубкою з фланцями.
15. 25 Нм, завжди замініуйте.
16. Панель кузова.
17. Зворотна лінія.
18. Ущільнювальні кільця. Завжди замініуйте.
19. Болт "банджо". Момент затягування: 40 Нм. Перед відкручуванням, встановіть шланговий зажим на зворотний трубопровід.

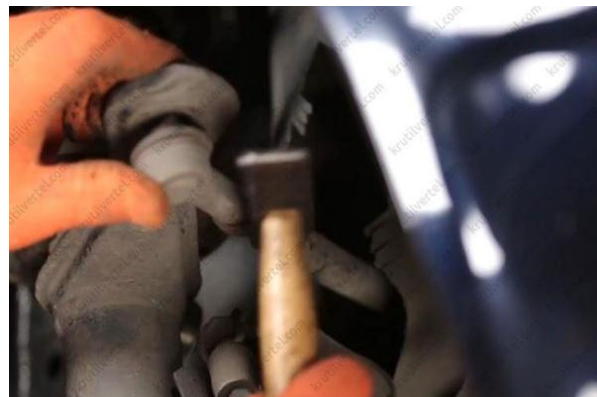
Технологічний процес ремонту рульової рейки автомобіля Audi A80

В обов'язковому порядку, щоб не створити небезпечних моментів на дорозі і повністю контролювати хід машини, водієві слід звернутися в автосервіс, якщо він помітив появу таких проблем:

- сторонні звуки при повороті рульового колеса;
- поворот керма провокує скачки і різкі рухи машини;
- з'явився люфт керма; колеса запізнилося реагують на поворот рульового колеса;
- є протікання системи гідропідсилювача керма (ГУР)

Як показує практика, найчастіше приходять в непридатність наступні елементи: рейки; колонки і наконечники; рульова тяга.



Технологічний процес заміни наконечника рульової тяги Audi-80

Дубл.	Зам.	Ор..															
А	Цех	Дільн	РМ	Опер.	Код, назва операції			Позначення документа									
Б	Код, назва обладнання				СМ	Проф	Р	УТ	КР	КОВ	ОН	ОП	Кшт.	Т _{из}	Т _{шт.}	Н _{ра}	
К/М					Позначення, код												
А 01					030 Вібродугове наплавлення												
Б 02					1А720												
О 03					1. Встановити і закріпити деталь.												
О 04					2. Наплавляти поверхню в розмір 1,2												
Р 05					L=40 мм, і=1, S=0,5 мм-об, n=750 хв ⁻¹ , v=35												
О 06					3. Наплавляти конусну поверхню.												
Р 07					L=425 мм, у = 7,8 г/см, a _n = 5 г/А·год.												
О 08					4. Зняти деталь.												
Т 09					Конусна скоба												
Т 10					Мікрометр МК-100 ГОСТ 6507-78.												
А 12					035 Токарня												
Б 13					5А312												
О 14					1. Встановити і закріпити деталь.												
О 15					2. Точити до ремонтного розміру.												
Р 16					L=40 мм, v=200 м/хв, n=750 хв ⁻¹ ./.												
О 17					3. Зняти деталь.												

Дубл.																	
Зам.																	
Ор..																	
															5		
А	Цех	Дільн	РМ	Опер.	Код, назва операції								Позначення документа				
					СМ	Проф	Р	УТ	КР	КОВД	ОН	ОП	К _{шт.}	Т _{шт.}	Т _{шт.}	КВ	ОН
Б	Код, назва обладнання				Назва деталі, ск. одиниці або матеріалу												
К/М	Назва деталі, ск. одиниці або матеріалу				Позначення, код												
Т 01	Різець.																
А 03	040 Шліфувальна																
Б 04	Круглошліфувальний верстат 3Д180																
О 05	1. Встановити і закріпити деталь.																
О 06	2. Круг ПП 420x40x220.																
Р 07	t=3-5мм; T _о =12хв.																
О 08	3. Зняти деталь.																
Т 09	Профілометр ТРГОСТ 13407-67.																
10																	
А 11	045 Гальванічна																
Б 12	2М55																
О 13	1. Встановити і закріпити деталь.																
О 14	2. Обезжирити деталь.																
О 15	3. Нанести покриття на довжину шийки, що покривається; l ₁ = 20 мм та l ₂ = 38 мм.																
О 16	4. Зняти деталь.																
Т 17	Щільність струму D _к = 50...60А/м																
КТП																	

Апробація результатів магістерської роботи

ISBN 978-966-323-207-2

УДК 001 (06)

Упорядники :

д. т. н., проф., ректор ДВНЗ ПДАБА *Савицький М. В.*, д. т. н., проф., зав.каф. будівельної механіки та опору матеріалів *Данішевський В. В.*, к. т. н., доц. каф. екології та охорони навколишнього середовища, радник ректора з редакційно-видавничої роботи *Тимошенко О. А.*

Матеріали друкуються в авторській редакції

Матеріали II науково-практичної конференції студентів ДВНЗ ПДАБА : збірник тез / упорядники В. В. Савицький, В. В. Данішевський, О. А.Тимошенко. – Дніпро : ДВНЗ ПДАБА, 2020. – 148 с.

Відповідальний за випуск : доцент кафедри екології та охорони навколишнього середовища, к. т. н. Тимошенко О. А.

Матеріали Другої науково-практичної конференції студентів ДВНЗ ПДАБА, травень 2020 р.

МЕХАНІЧНА ІНЖЕНЕРІЯ

Ведмеденко Іван, Аксьонов Максим (Шатов С. В.)
**ОБЛАДНАННЯ МОБІЛЬНОГО БУДІВЕЛЬНОГО
 3D-ПРИНТЕРА.....102**

Попенко Н. В., Сушко А. А., Кривенко В. В.,
 Тарасов Д. В., Ковальчук С. О. (Сакно О. П.)
**АНАЛІЗ ВИКОРИСТАННЯ НЕЧІТКОЇ СИСТЕМИ УПРАВЛІННЯ
 ТРАНСПОРТНИМ ПРОЦЕСОМ.....104**

ЦИВІЛЬНА ІНЖЕНЕРІЯ ТА ЕКОЛОГІЯ

Ананіч Денис (Адегов О. В.)
**СКОРОЧЕННЯ ТЕПЛОТРАТ ЧЕРЕЗ ОГОРОДЖУВАЛЬНІ
 КОНСТРУКЦІЇ БУДІВЛІ, ЯК ОСНОВНА МЕТА
 ЕНЕРГОЕФЕКТИВНОГО БУДІВНИЦТВА В УКРАЇНІ.....106**

Міністерство освіти і науки України
 Харківський національний технічний університет сільського
 господарства імені Петра Василенка
 Національний університет біоресурсів і природокористування України
 Сумський національний аграрний університет
 Дніпровський державний аграрно-економічний університет
 Білоруський державний аграрний технічний університет
 Туркменський сільськогосподарський університет імені С.А. Ніязова
 Харківська філія Українського науково-дослідного інституту прогнозування
 та випробування техніки і технологій для сільськогосподарського
 виробництва імені Леоніда Погорілого

МАТЕРІАЛИ
 міжнародної науково-практичної конференції
 студентів, аспірантів та молодих вчених
 «ЕКСПЛУАТАЦІЙНА ТА СЕРВІСНА ІНЖЕНЕРІЯ»
 28-29 травня 2020 року



