Міністерство освіти і науки України
Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя
(повне найменування вищого навчального закладу)
Інженерії машин, споруд та технологій
(назва факультету)
Автомобілів
(повна назва кафедри)

БАКАЛАВРСЬКА РОБОТА

на здобуття освітнього ступеня

Бакалавр
(назва освітнього ступеня)

на тему: Розроблення технологічного процесу ремонту рульової рейки DSR1190L автомобіля Audi A6

Виконав(ла): студент(ка) 4 курсу, групи МАс – 41
спеціальності 274
«Автомобільний транспорт»
(шифр і назва спеціальності)

(підпис) Цяпало Р.Л.
(прізвище та ініціали)

Керівник (підпис) Ляшук О.Л.
(прізвище та ініціали)

Нормоконтроль (підпис) Левкович М.Г.
(прізвище та ініціали)

Зав. кафедри (підпис) Ляшук О.Л.
(прізвище та ініціали)

Рецензент (підпис) (прізвище та ініціали)

м. Тернопіль – 2022

Міністерство освіти і науки України

Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя

Факультет Факультет інженерії машин, споруд та технологій
(повна назва факультету)

Кафедра Кафедра автомобілів
(повна назва кафедри)

ЗАТВЕРДЖУЮ

Завідувач кафедри

_____ Ляшук О.Л.
(підпис) (прізвище та ініціали)

«21» січня 2022 р.

З А В Д А Н Н Я

НА БАКАЛАВРСЬКУ РОБОТУ

на здобуття освітнього ступеня бакалавр
(назва освітнього ступеня)

за спеціальністю 274 «Автомобільний транспорт»
(шифр і назва спеціальності)

студенту Цяпалу Руслану Любомировичу
(прізвище, ім'я, по батькові)

1. Тема роботи Розроблення технологічного процесу ремонту рульової рейки DSR1190L автомобіля Audi A6

Керівник роботи Ляшук Олег Леонтійович., д.т.н., професор.
(прізвище, ім'я, по батькові, науковий ступінь, вчене звання)

Затверджені наказом ректора від « 21 » січня 2022 року № 4/7 – 57

2. Термін подання студентом завершеної роботи 13 червня 2022

3. Вихідні дані до роботи Вимоги до рульової рейки DSR1190L автомобіля Audi A6
Базовий технологічний процес ремонту рульової рейки DSR1190L.

4. Зміст роботи (перелік питань, які потрібно розробити)
1 Загально – технічний розділ. 2 Технологічний розділ. 3 Конструкторський розділ.
4 Безпека життєдіяльності, основи охорони праці.

5. Перелік графічного матеріалу (з точним зазначенням обов'язкових креслень, слайдів)
Підвіска передня автомобіля AUDI – A6 – A1;
Люфтомір – A1;
Приспосіблення для розбирання – збирання рульової рейки – A1;
Пристосування для правки рульових валів – A1;
Стенд для перевірки рульових механізмів – A1;
Контрольне приспосіблення – A1;

6. Консультанти розділів роботи

Розділ	Прізвище, ініціали та посада консультанта	Підпис, дата	
		завдання видав	завдання прийняв
Безпека життєдіяльності, основи охорони праці.	к.т.н. доц. Сенчишин В.С.		

7. Дата видачі завдання 21.січня 2022р.

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

№ з/п	Назва етапів роботи	Термін виконання етапів роботи	Примітка
1	Загально – технічний розділ	10.02.2022	
2	Технологічний розділ	09.03.2022	
3	Конструкторський розділ	13.04.2022	
4	Безпека життєдіяльності, основи охорони праці	14.05.2022	
5	Оформлення графічної частини	02.05.2022	
6	Захист бакалаврської роботи	23.06.2022	

Студент _____ Цяпало Р.Л.
(підпис) (прізвище та ініціали)

Керівник роботи _____ Ляшук О.Л.
(підпис) (прізвище та ініціали)

РЕФЕРАТ

КРБ на тему: «Розроблення технологічного процесу ремонту рульової рейки DSR1190L автомобіля Audi A6».

Даний проект виконувався на кафедрі автомобілів ТНТУ ім.. І. Пулюя. Керівником даної роботи був д.т.н., професор Ляшук Олег Леонтійович.

Робота складається з 56 сторінок формату А4 та 6 аркушів формату А1 графічної частини 3 сторінок додатків.

Ключові слова: рульова рейка, стук, керованість, надійність, довговічність.

ЗМІСТ

Вступ……..…….…. 7

1 ЗАГАЛЬНО – ТЕХНІЧНИЙ РОЗДІЛ……..……...…… 8

1.1 Аналіз та огляд рульових механізмів…….. 8

1.2 Висновки та постановка завдання на бакалаврську роботу…….. 16

2 ТЕХНОЛОГІЧНИЙ РОЗДІЛ…..……..……..…. 17

2.1 Розроблення ТП розбирання та складання рульового механізму автомобіля…… 17

2.2 Розробка структурної послідовності технологічного процесу відновлення деталі……. 28

2.3 Вибір установочних баз при виконанні технологічних операцій…….. 29

2.4 Розрахунок режимів і складання технологічної документації…… 29

3 КОНСТРУКТОРСЬКИЙ РОЗДІЛ……..……..…….…. 33

3.1 Вибір пристосування для механічної обробки…….. 33

3.1.1 Пристрій для фрезерування рейки рульового механізму……. 33

3.1.2 Пристрій для свердління отв.∅7,5 мм в рейці рульового механізму… 34

3.2 Розрахунок похибки встановлення деталі…… 35

3.2.1 Розрахунок похибки встановлення деталі в пристрої для фрезерування рейки рульового механізму……. 35

3.2.2 Розрахунок похибки встановлення деталі в пристрої для свердління отв.∅7,5 мм в рейці рульового механізму……. 36

3.3 Розрахунок і вибір приводу пристосування……. 36

3.3.1 Розрахунок і вибір приводу пристосування для фрезерування рейки рульового механізму…….. 36

3.3.2 Розрахунок і вибір приводу пристосування для свердління отв. ∅7,5 мм в рейці рульового механізму…… 40

4 БЕЗПЕКА ЖИТТЄДІЯЛЬНОСТІ, ОСНОВИ ОХОРОНИ ПРАЦІ…… 42

4.1 Вимоги пожежної безпеки при гасінні електроустановок…… 42

4.2 Розрахунок штучного освітлення для проектованого цеху для ламп розжарювання…….. 46

4.3 Розрахунок витяжної вентиляції для проектованого цеху по вмісту

шкідливих домішок……. 48
ЗАГАЛЬНІ ВИСНОВКИ..... 54
БІБЛІОГРАФІЯ…….……..…..… 55
ДОДАТКИ

ВСТУП

Процес експлуатації автомобіля призводить до втрати ним своїх початкових характеристик це відображається зношування в деталей і механізмі, вузлів та систем автомобіля. В даному випадку ми розглядаємо систему рульового керування і в основі рульовий механізм. До цього агрегату приділяється багато уваги у зв’язку безпечним керуванням всього автомобіля на дорозі. До даного агрегату відносяться дуже відповідально по тій причині що від нього залежить безпека руху.

Якщо говорити про сам процес ремонту то він має практичну цінність по тій причині що сап вузол являється дорого вартісним агрегатом, а сама правильно підібрана програма технічного обслуговування можуть відтягнути вихід його з ладу і відстрочити процес капітального ремонту.

1 ЗАГАЛЬНО – ТЕХНІЧНИЙ РОЗДІЛ

1.1 Аналіз та огляд рульових механізмів

Сам рульовий механізм призначений для передачі зусиля від руль на керовані колеса автомобіля для зміни напрямку руху.

Сама рульова рейка на нашу думку є надійним агрегатом. Але і вона не є вічно справною і виходить з ладу.

В даному пункті ми розглянемо будову рульового механізму і самої рульової рейки. На рисунку 1.1. ми показали загальний вигляд рульового механізму даного автомобіля.

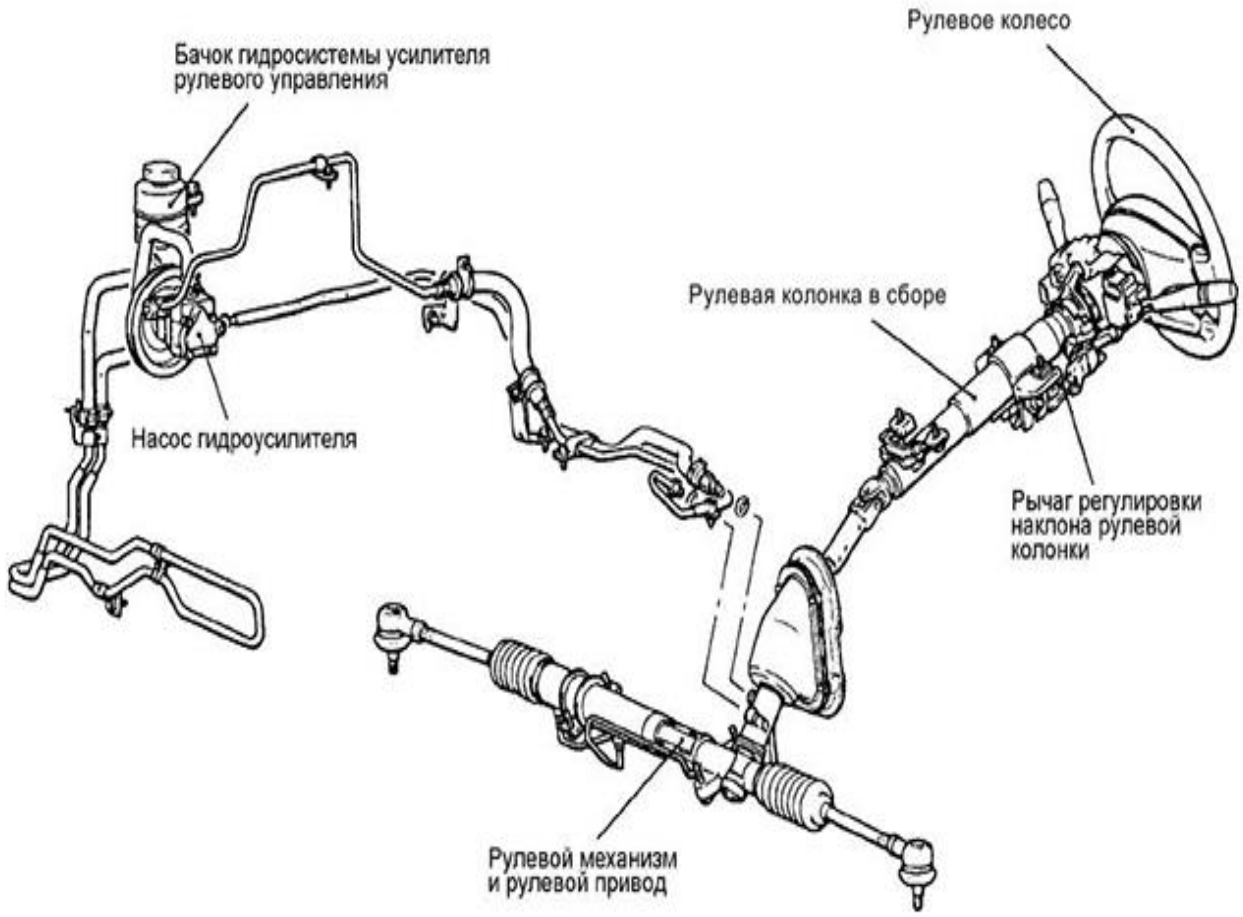


Рис. 1.1. Загальний вигляд рульового керування.

Рульові рейки бувають різник типів а саме:

Не має серватроніки.

Рис. 1.2. Рейка не має серватроніки

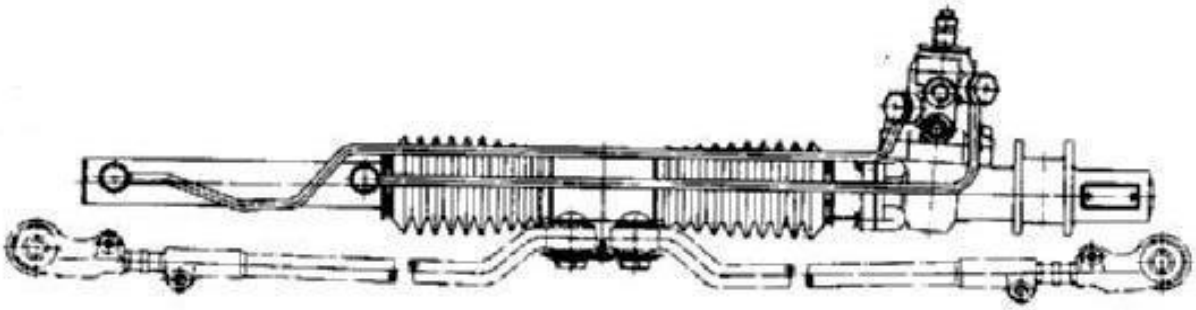


Рис. 1.3. Рейка не має серватроніки але має гідро підсилювач.

Наступний вид рульових рейок які мають в собі серватроніку.

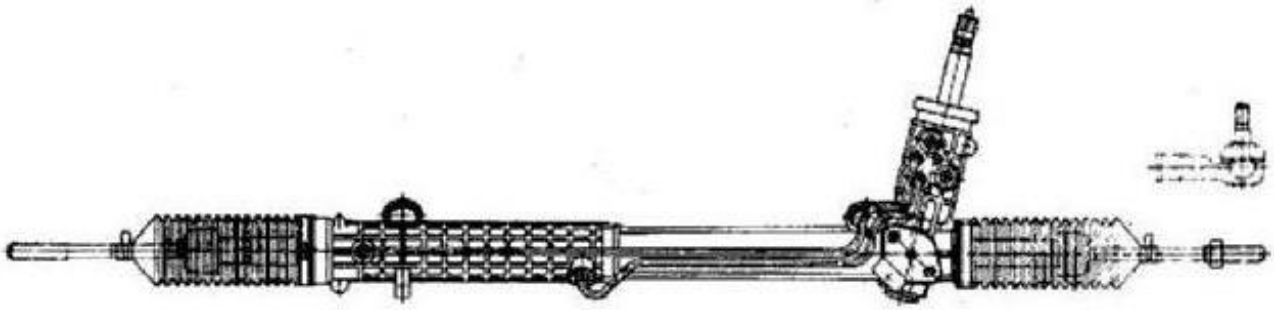


Рис. 1.4. Рейка має серватроніку.

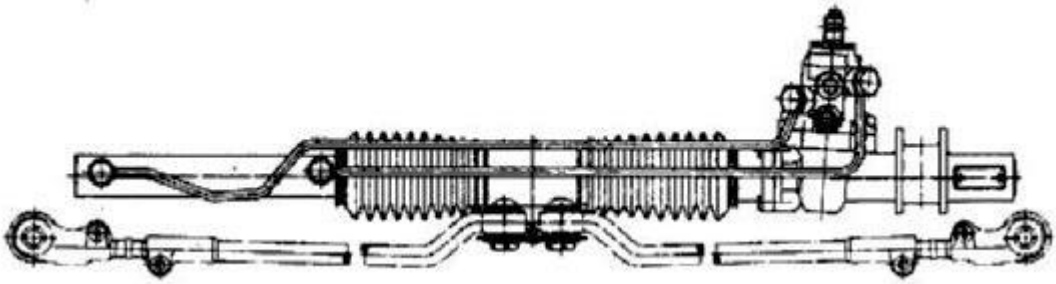


Рис. 1.5. Рейка має серватроніку та має гідро підсилювач.

Дальше розглянемо механічні рульові механізми.

Рис.1.6. Рульові рейки механічного типу.

Рис. 1.7. Рульові рейки із гідропідсилювачом.

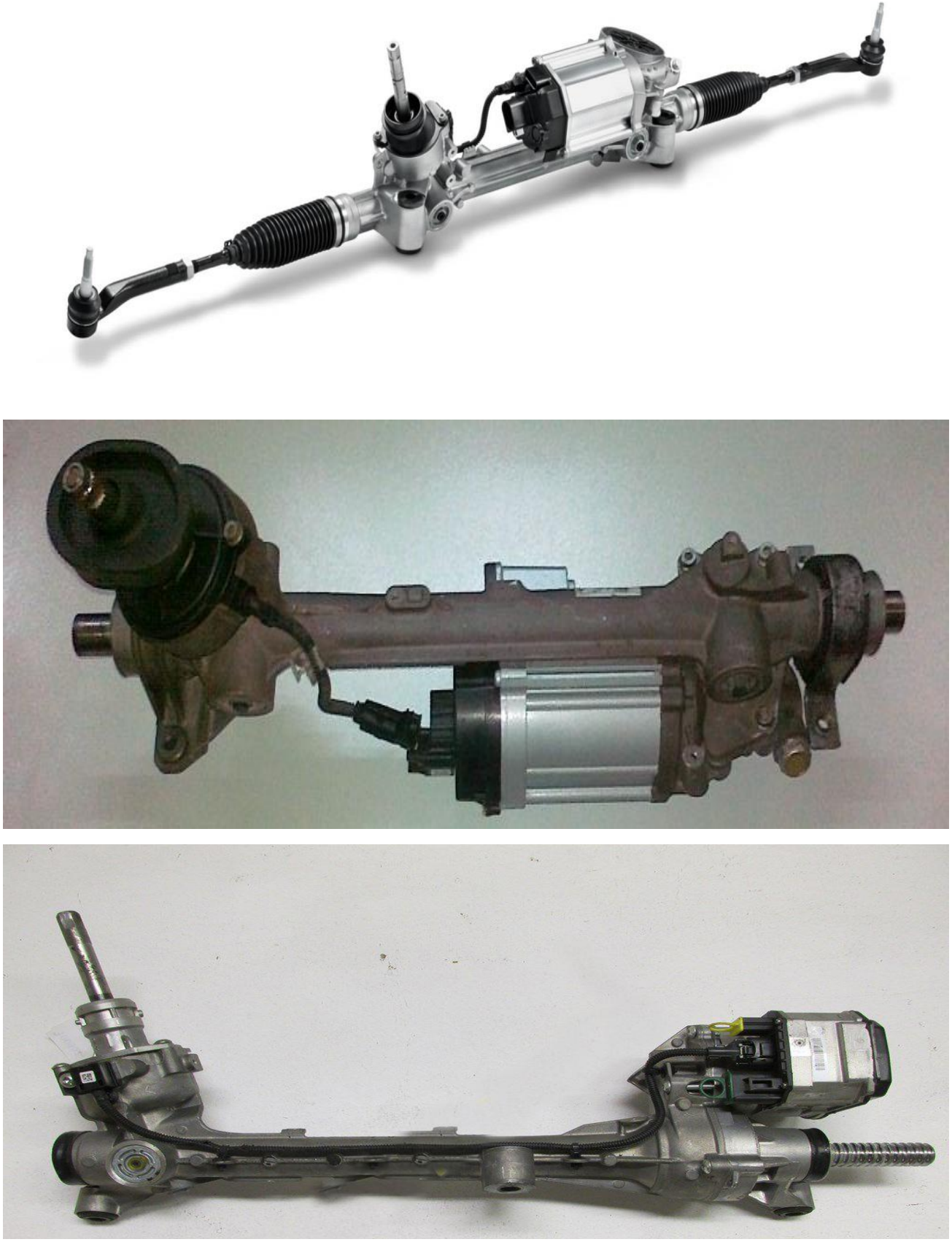


Рис. 1.8. Електричні рульові рейки.

Розглянемо загальну будову рейки яка не має серватроніки і покажемо це на рис. 1.9.

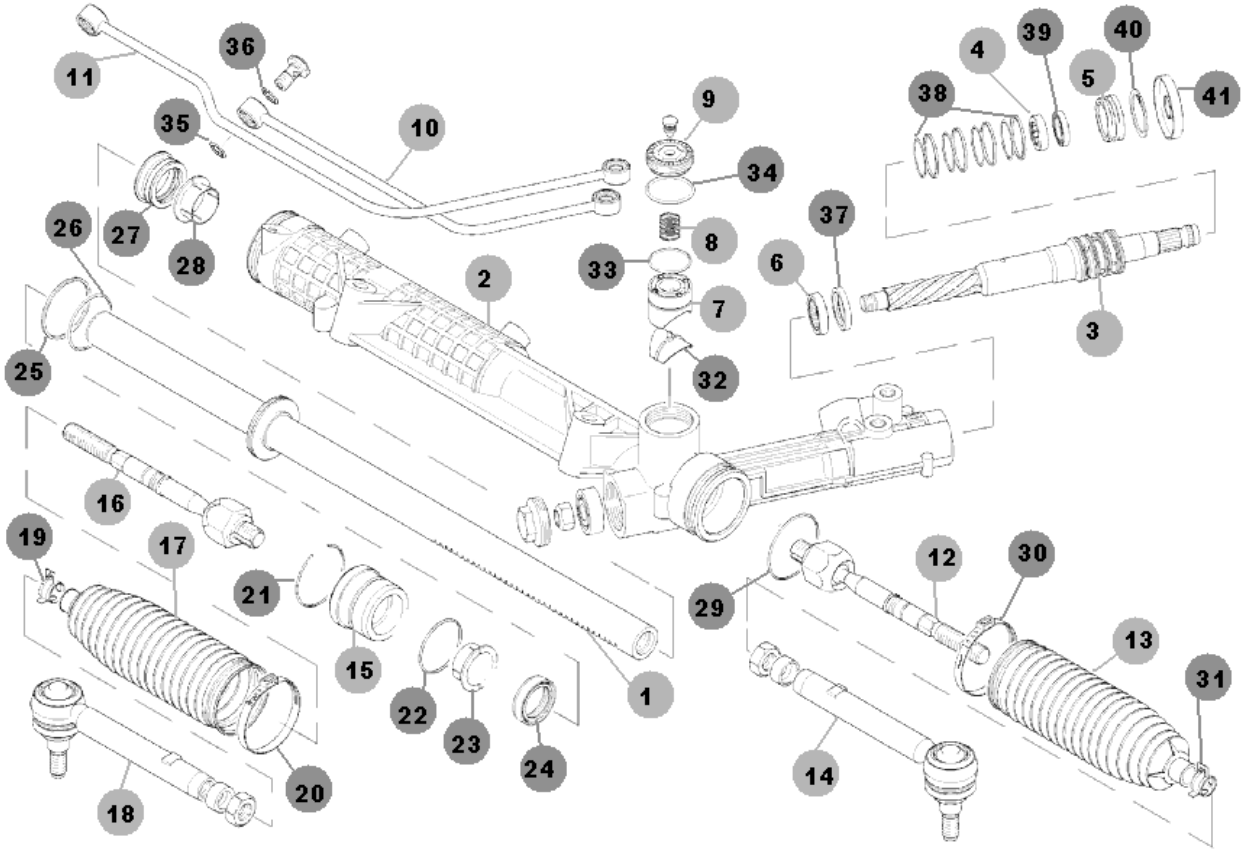


Рис. 1.9. Будова рейки яка не має серватроніки:

1 – вал; 2 – корпус; 3 – золотнік; 4 – підшипник; 5 – золотнік, 6 – кришка; 7 – механізм для регульовання; 8 – пружина; 9 – гайка; 10, 11 – трубопровід; 12, 16 – тяга; 13, 17 – пильник; 14, 18 – наконечник; 15, 23, 28 – втулка; 19, 20 – хомут; 21 – стопорне кільце; 22, 25, 26, 29, 33, 34, 35, 36, 38, 40 – кільце; 24, 27, 37, 39 – сальник; 30, 31 – хомут; 32 – вкладиш; 41 – брудознімач.

Розглянемо загальну будову рейки яка має серватроніку і покажемо це на рис. 1.10.

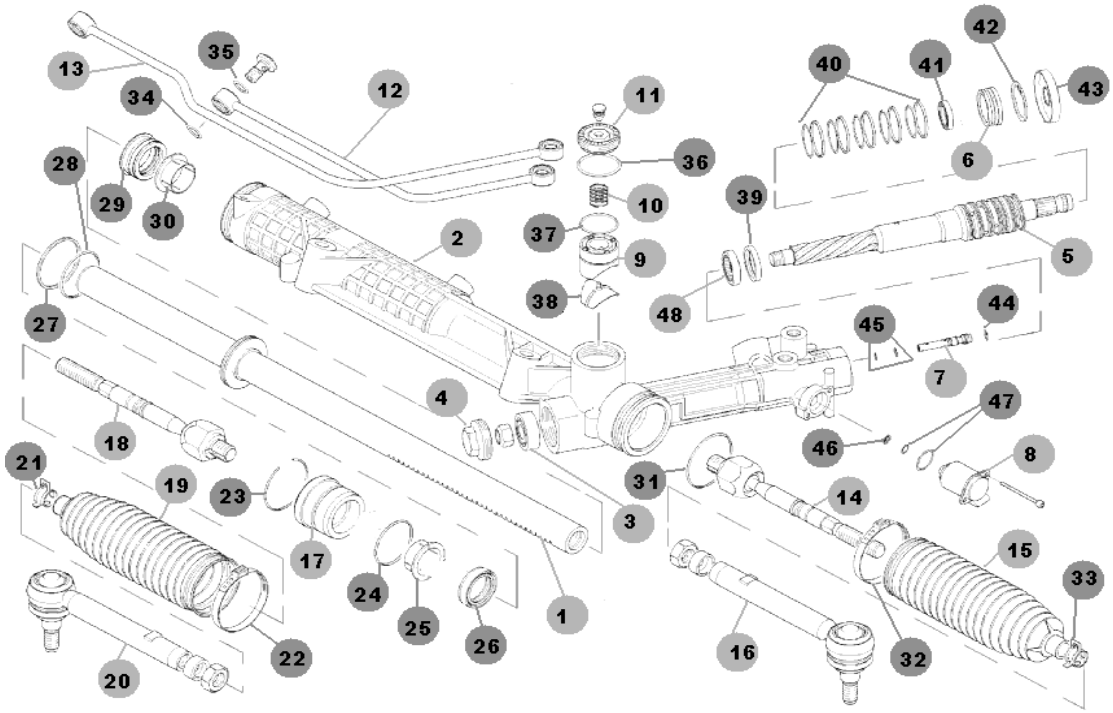


Рис. 1.10. Будова рейки яка має серватроніку:

1 – вал;, 2 – корпус; 3 – підшипник; 4, 6 – кришка; 5 – золотник; 7 – клапан; 8 – датчик; 9 – притискач; 10 – пружина; 11 – гайка; 12, 13 – трубопровід; 15, 19 – тяга; 16 – пильник; 17, 20 – наконечник; 18 – втулка; 21, 22, 32, 33 – хомут; 23 – стопорне кільце; 24, 27, 28, 31, 34, 35, 36, 37, 40, 42 44. 45, 47 – кільце; 25, 30 – втулка; 26, 29, 39, 41 – сальник; 38 – вкладиш; 43 – грязезнімач; 46 – фільтр серватроніки.

Розглянемо загальну будову рейки яка має гідро підсилювач і не має серватроніки і покажемо це на рис. 1.11.

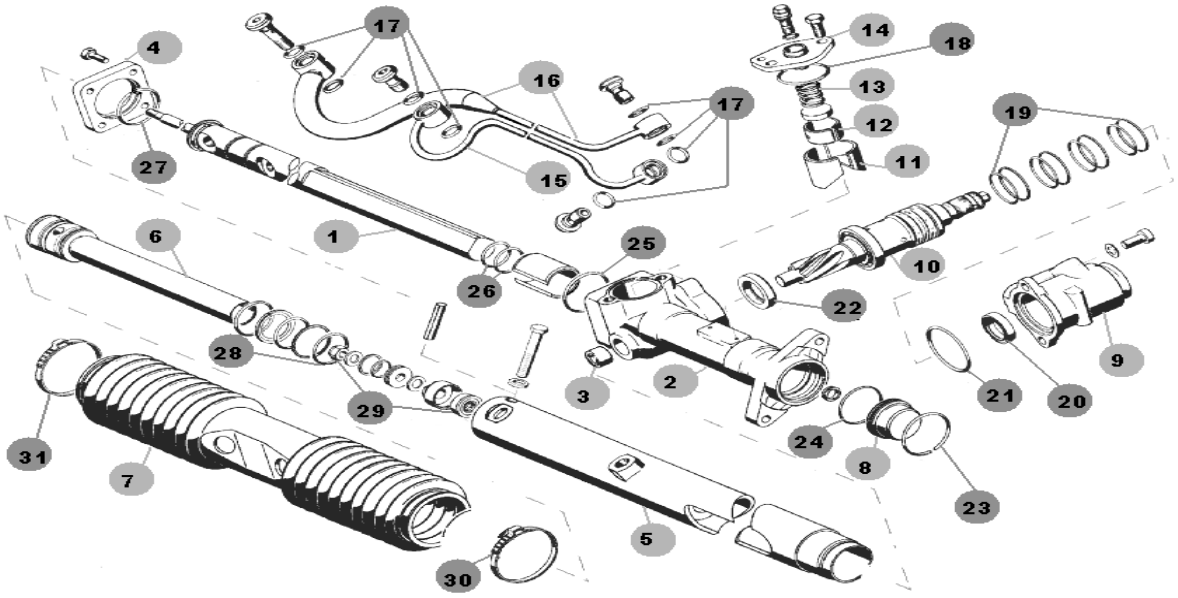


Рис. 1.11. Будова рейки яка має гідро підсилювач і не має серватроніки:

1 – вал; 2 – корпус; 3 – підшипник; 4 – фланець; 5 – корпус; 6 – силовий циліндр; 7 – пильник; 8 – заглушка; 9 – корпус; 10 – золотник; 11 – притискач; 12 – направляюча; 13 – пружина; 14 – фіксатор; 15, 16 – трубопровід; 17, 18, 19, 21, 24, 25, 26, 27, 28, 29 – кільце; 20, 22 – сальник; 23 – стопорне кільце; 30, 31 – хомут.

Розглянемо загальну будову рейки яка має гідро підсилювач та має серватроніку і покажемо це на рис. 1.12.

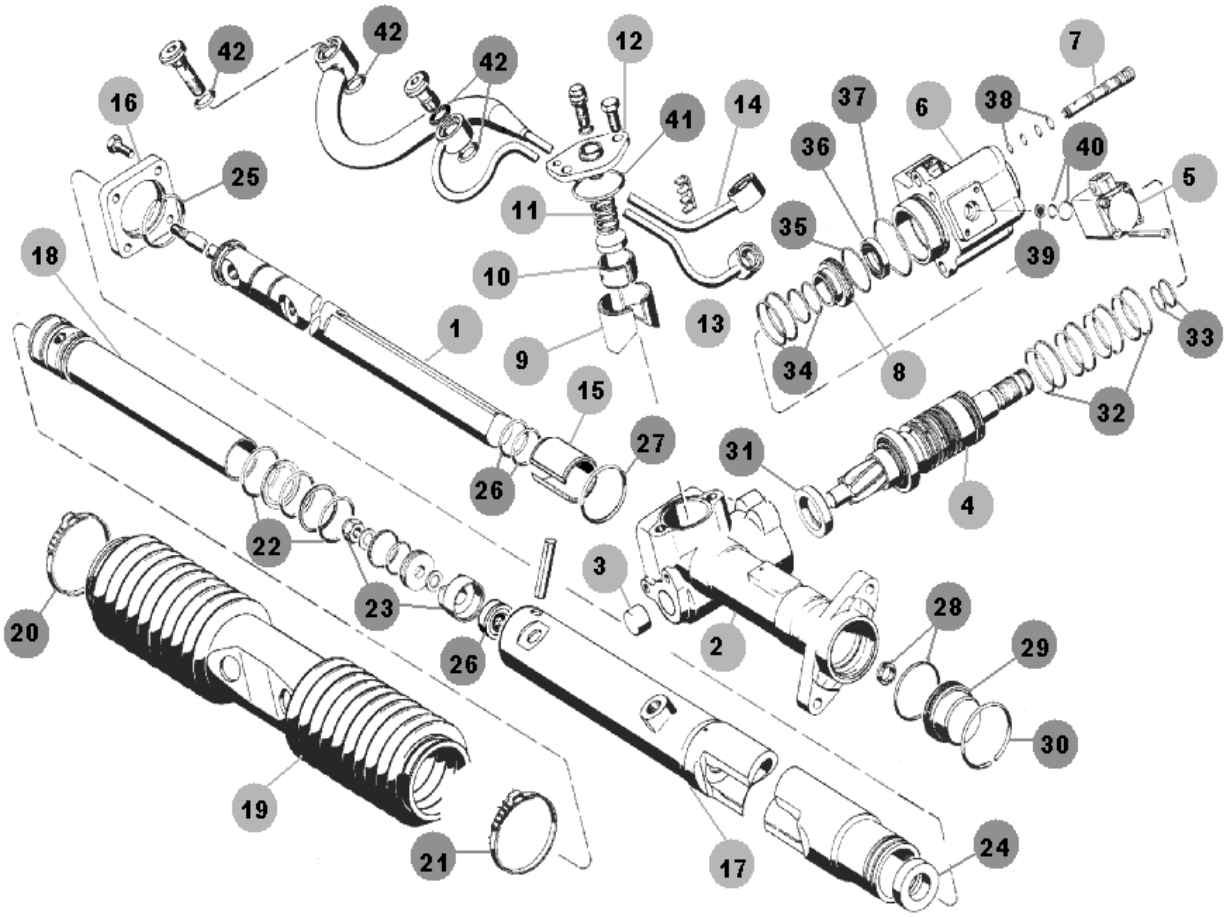


Рис. 1.12. Загальна будова рейки яка має гідро підсилювач та має серватроніки:

1 – вал; 2 – корпус; 3 – підшипник; 4 – золотник; 5 – датчик серватроніки; 6 – корпус; 7 – клапан; 8 – регулятор; 9 – вкладиш; 10 – напрямна; 11 – пружина; 12 – фіксатор; 13, 14 – трубопровід; 15 – втулка; 16 – фланець; 17 – корпус; 18 – циліндр; 19 – пильник; 20, 21 – хомут; 22, 23, 25, 26, 27, 28, 32, 33, 34, 35, 37, 38, 39, 40, 41 – ущільнювальне кільце; 24 – втулка; 29 – заглушка; 30 – стопорне кільце; 31, 36 – сальник.

Розглянемо загальну будову механічної рульової рейки і покажемо це на рис. 1.13.

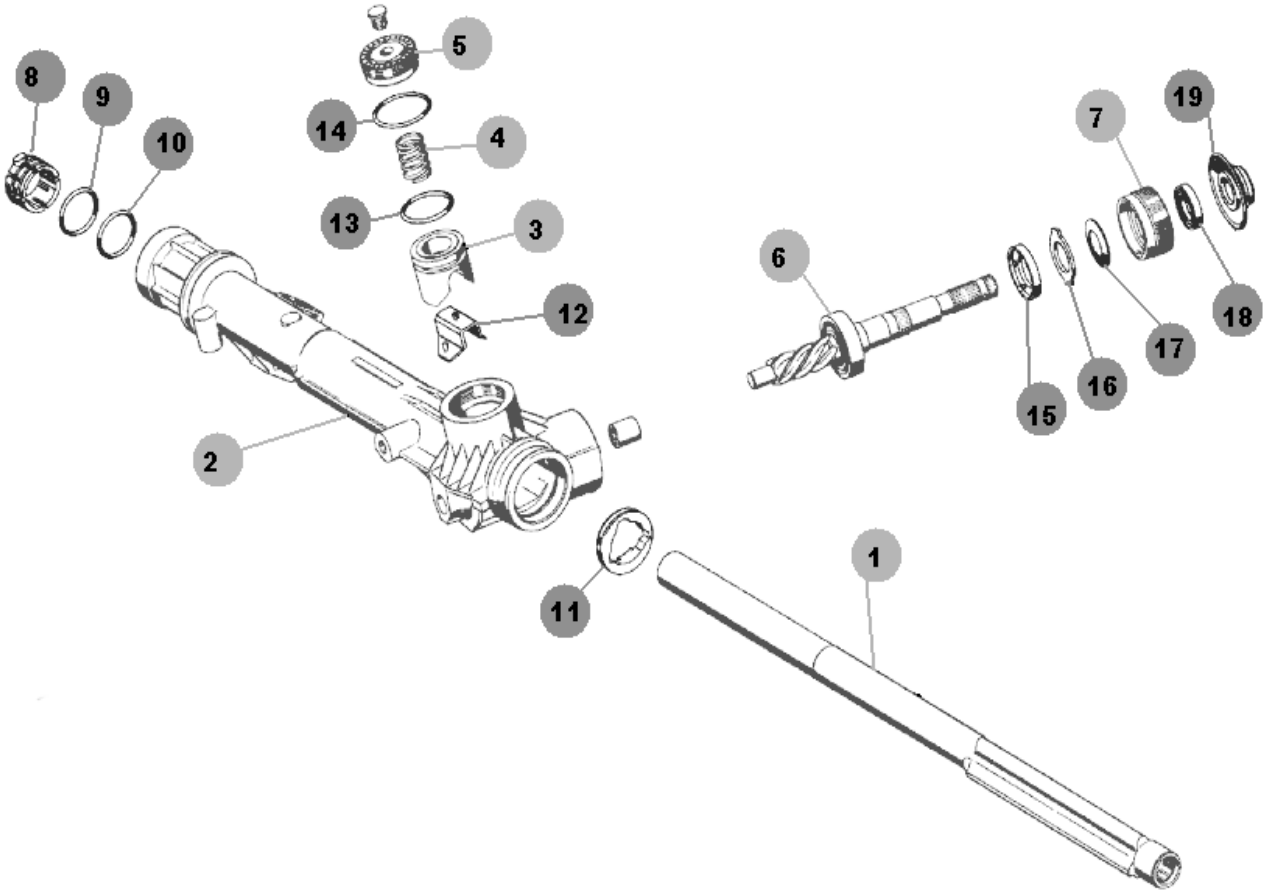


Рис. 1.13. Загальна будова механічної рульової рейки:
1 – вал; 2 – корпус; 3 – притиск; 4 – пружина; 5 – гайка; 6 – первинний вал; 7, 16 – підшипник; 8, 12 – втулка; 9 – пружина; 10, 11, 14, 15, 17,18 – кільце ущільнювальне; 13 – вкладиш; 19 – сальник; 20 – брудознімач.

1.2 Висновки та постановка завдання на бакалаврську роботу

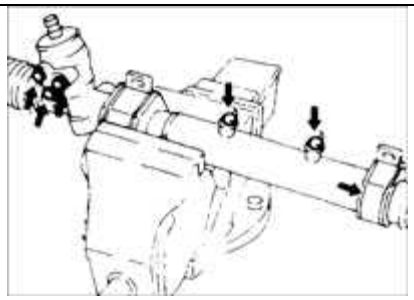
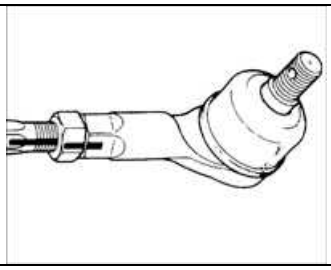
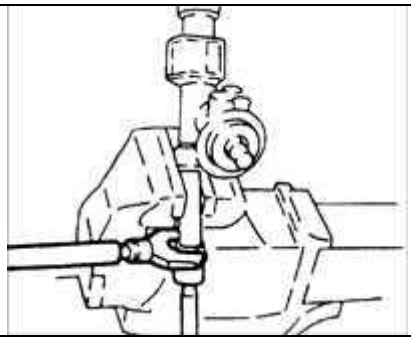
Розглянувши процес експлуатації автомобіля і рульового механізму та будову рульової рейки. Нам необхідно розробити технологічний процес розбирання рульової рейки і заміну пошкоджених деталей.

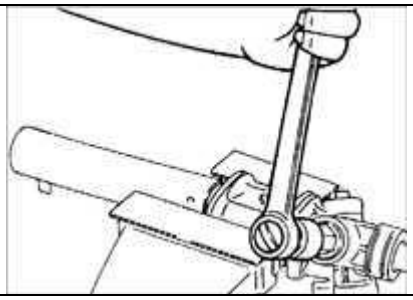
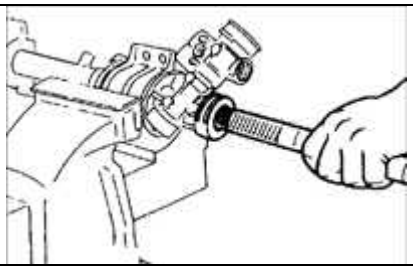
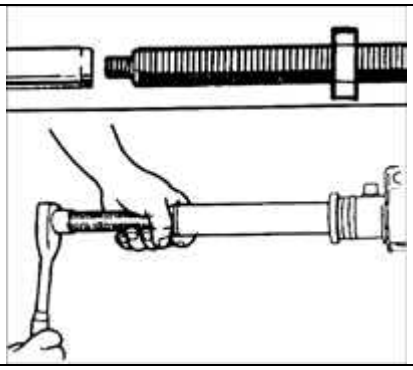
В конструкторській частині представити обладнання що використовуватиметься при виконанні технологічного процесу.

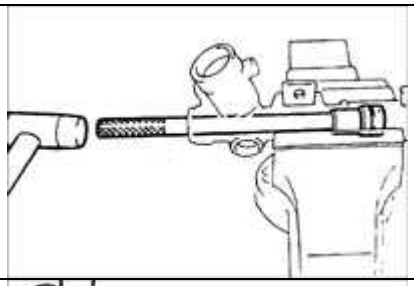
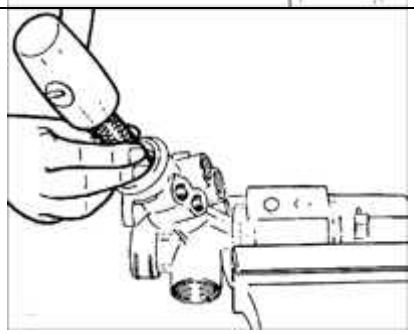
2 ТЕХНОЛОГІЧНИЙ РОЗДІЛ

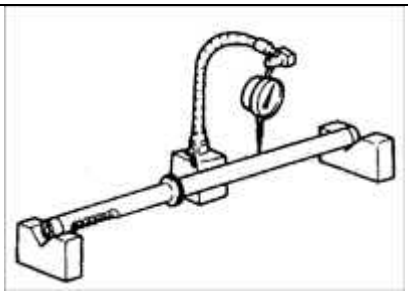
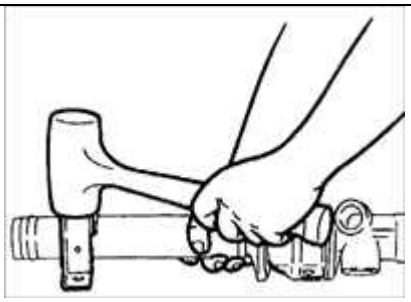
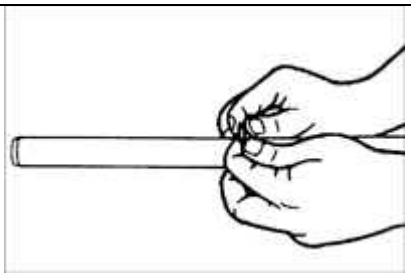
2.1 Розроблення ТП розбирання та складання рульового механізму автомобіля

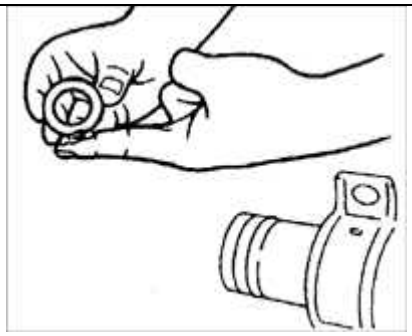
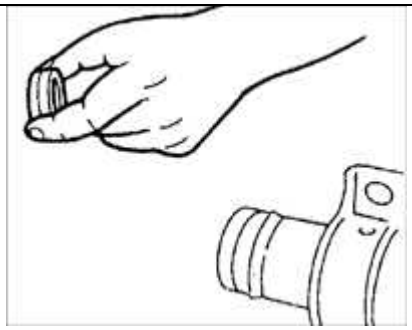
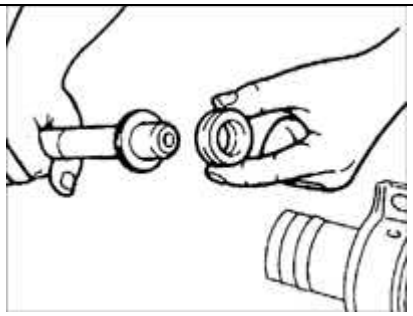
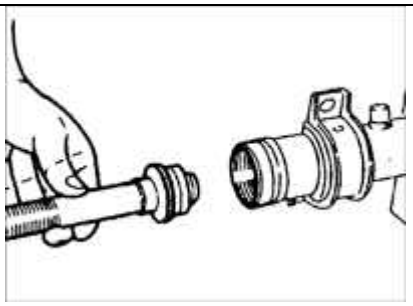
Таблиця 2.1 – ТП розбирання та збирання механізму рульового керування.

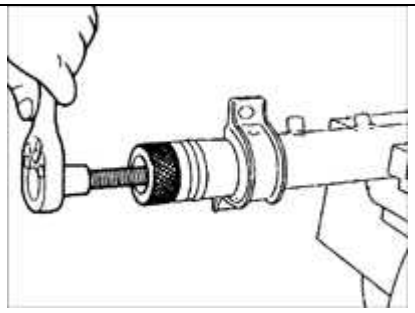
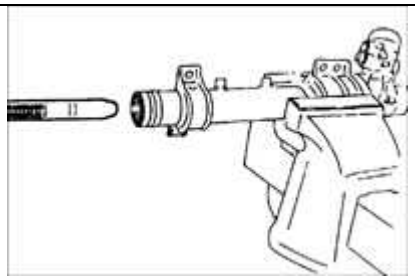
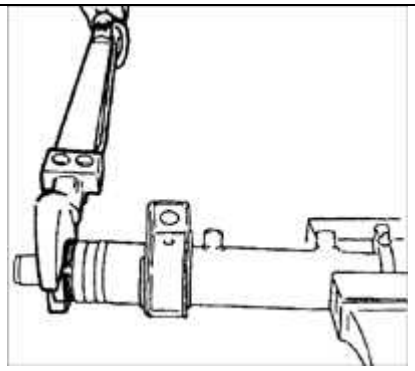
№	Назва операції	Ескіз
	Розбирання	
1	Відкрутити 2 болти та гайки та зняти кронштейн маслопроводу, дальше зняти 4 масляну магістраль від рульової передачі.	
2	Перед початком відкручування наконечника рульової тяги потрібно позначити розміщення рульових тяг, фіксуючої гайки наконечнику рульових тяг.	
3	Потрібно відпустити фіксуючу гайку та відкрутити наконечника рульової тяги із рульової тяги.	
4	Демонтувати за допомогою молотка не великими ударами пружинного штифта.	
5	Відкрутити фіксуючу гайку пробки.	
6	Відкрутити пробку.	

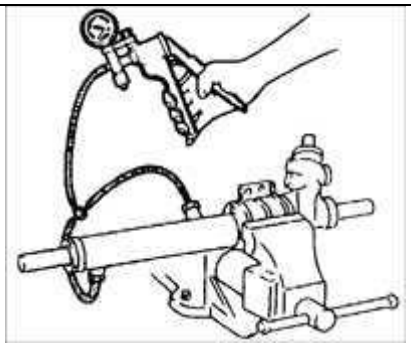
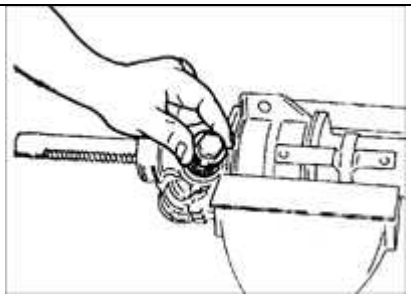
7	Демонтувати пружину та плаваючого упора.	
8	Відкрутити фіксуючу гайку.	
9	Потрібно закріпити корпус рульового механізму у тіски або спеціальному стенді та демонтувати вал шестерню.	
10	Зняти втулку рульового механізму.	
11	За допомогою спеціальне пристосування потрібно витягнути зубчасту рейку із корпусу зі сторони вала шестерні.	
12	Вставити спеціальне пристосування до різьбової частини рульового механізму зі сторони кожуху шестерні.	
13	Зняти ущільнювач коли зубчаста рейка буде у витягнутому стані.	
14	Після вставлення спеціальне пристосування із сторони вала шестерні таким чином, щоб інструмент дойшов щоб торкнувся із розпірною втулкою.	
15	Після встановлення другого спеціальне пристосування із протилежної сторони уже	

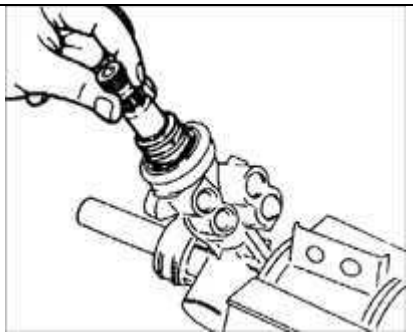
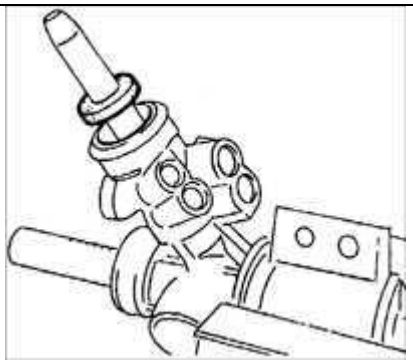
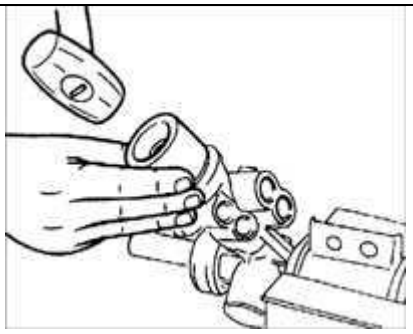
	закріпленому попередньо спеціального інструмента.	
16	Дальше потрібно закріпити корпус рульового механізму у тіски або на стенд.	
17	Потрібно демонтувати підшипники та ущільненя рульової рейки.	
18	За допомогою спеціального інструменту вибиваємо нижнього підшипника із корпусу.	
	Контроль	
1	Провести контрольну перевірку деталей рульової рейки на наявність тріщинів чи пошкодженів, та на наявність нерівномірного зношування зубчастої передачі рульової рейки. У разі потреби потрібно провести заміну пошкоджених деталів.	
2	Оглянути ущільнюючі кольца щоб на них не було нерівномірного зношування та пошкодженів. У разі потреби потрібно провести заміну пошкоджених деталів.	

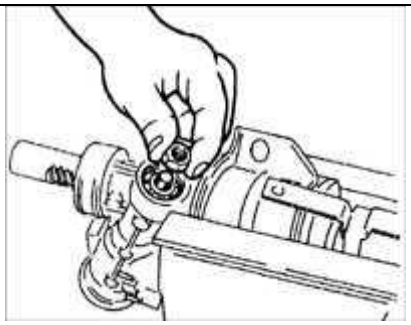
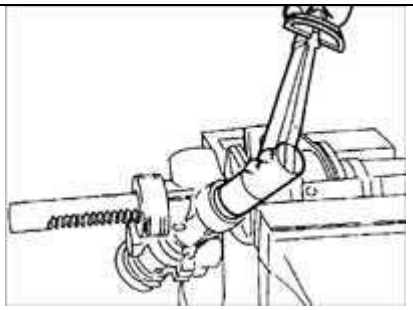
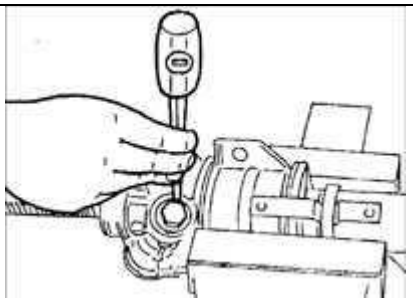
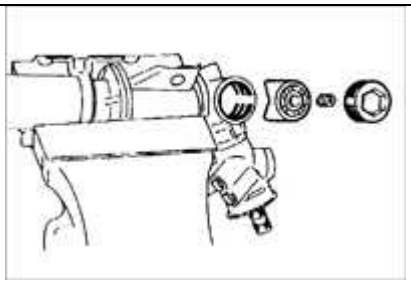
3	Встановити рейку зубчасту у V-подібний блок з індикатором годиникового типу та провести заміри прогину рейки. Коли прогин перевищить допустимі результати, тоді потрібно провести заміну на нову деталь. Прогин має становити не більше 0,16 мм.	
	Складання	
1.	Встановити резинові упори на корпус рульової рейки.	
2.	За допомогою пластикового молотка встановити кронштейна.	
3.	Змастити тонким шаром трансмісійною рідиною кольцо ущільнююче круглого перетину та кольцо ущільнювача.	
4.	Встановити ущільнююче кільце круглого перетину у посадочне місце зубчатої рейки.	
5.	Встановити ущільнююче кільце круглого перетину у посадочне місце зубчатої рейки.	
6.	Поставити в ручному режимі ущільнююче кільце таким чином, щоб кільце стало на своє місце.	

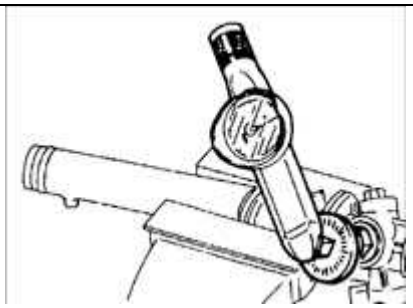
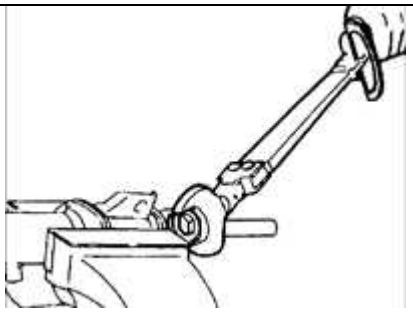
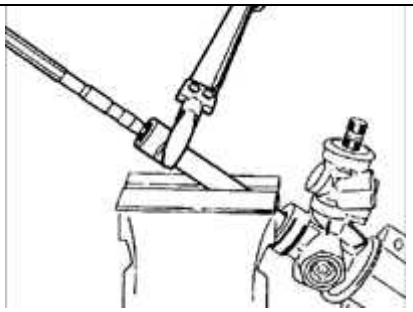
7.	Змастити тонким шаром мастилом плоску поверхню вставки корпуса.	
8.	Скласти до купи ущільненя рейки з змащеною площиною поверхні вставки корпуса.	
9.	Змастити тонким шаром трансмісійною рідиною внутрішню та зовнішню поверхню вставки корпуса та ущільненя рейки.	
10.	Поставити вставку корпуса та ущільненя рейки у спеціальне пристосування.	
11.	За допомогою спеціальне пристосування вставити у гніздо вала шестерні.	
12.	Накрутити і затягнути гайки спеціальне пристосування.	
13.	Прокрутити вала спеціальне пристосування наскільки це можливо та втиснути кольцо у корпуса.	

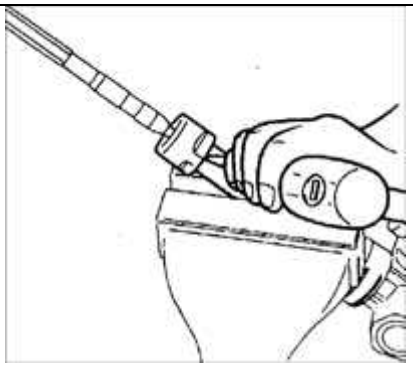
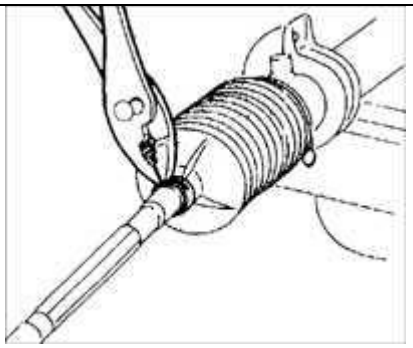
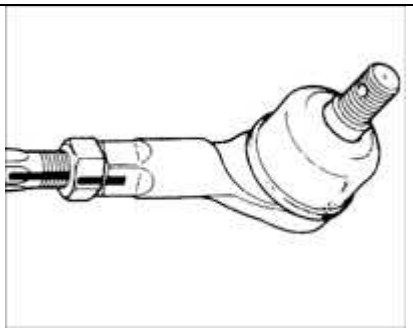
14.	Зняти спеціальне пристосування.	
15.	Змастити мастилом на літієвій основі (NLGI №2) поверхню тертя та зуби зубчастої рейки.	
16.	За допомогою спеціального пристосуванням встановити зубсчату рейку у корпус рульової рейки із сторони привідної шестерні.	
17.	Зняти спеціальне пристосування.	
18.	Нанести тонкий шар герметику на різьбу даної втулки.	
19.	Поставити втулку у корпус рульової рейки.	
20.	Закрутити втулку, і після того ущільненя рейки мусить встати у корпусі. Момент затяжки: 89 – 99 Н•м.	
21.	Скласти спеціальне пристосування із корпусом циліндру.	
22.	Скласти вакуумний насос за допомогою спеціального пристосуванням.	

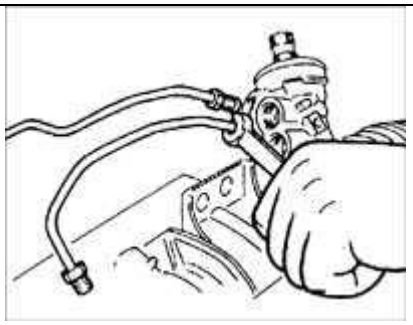
23.	Створвши розрідження 410 мм. Ртутного стовпчика.	
24.	подивитися, щоб вакуум витримував потік повітря як мінімум 30 с. А якщо ні то тоді потрібно перевірити ущільнення корпуса рульової рейки.	
25.	Зафіксувати корпус шестерні у тісках чи на спеціальному стенді таким чином, щоб отвір який знаходиться у нижній частині корпуса розмістився до гори.	
26.	Потрібно нанести тонкий шар трансмісійного мастила підшипник що встановлений у нижній частині та встановити підшипник у корпус рульової рейки.	
27.	Встановити даного підшипника у корпус шестерні за допомогою кришки яка закриває шестерню. Провести затягування пробки щоб досягти моменту різкого збільшення крутильного моменту, яке створюється.	
28.	Змастити мастило на літієвій основі (NLGI №2) зубчасту поверхню шестерні.	
29.	Змастити тонким шаром трансмісійного мастила кольцо ущільнююче поверхні терття клапану котрий регулювальний.	

30.	Встановити вала шестерні у корпус.	
31.	Змастити тонким шаром трансмісійного мастила підшипника вала та встановити.	
32.	Змастити тонким шаром трансмісійного мастила масляне кольцо ущільнюючеа та змастити виступа мастилом.	
33.	Встановити спеціальне пристосування на шліцеву поверхнб вала шестерні.	
34.	Встановлюючи на спеціальне пристосування втулку встановити масляне кольцо ущільнююче у корпус рульової рейки.	
35.	За допомогою втулки певного діаметра та спеціального молотка поставити кольцо масляне таким чином, щоб бачити канавку у яку встановимо стопорне кольцо.	
36.	На деякий час встановити з'єднувача із з сторони трубки корпуса рульової рейки.	
37.	Встановити фіксуючу гайку на вала	

	шестерні щоб зєднати сполучну тягу із трубкою корпуса рульової рейки.	
38.	Затягнути фіксуючу гайку. Момент затягуваня: 40 – 50 Н•м.	
39.	Змастити тонким шаром герметику різьбову кришку корпуса рульової рецки.	
40.	Встановити кришку корпуса. Момент затягуваня: 45 – 55 Н•м.	
41.	За допомогою керна, у кількох точках, зафіксувати кришку у корпусі.	
42.	Зафіксувати корпус рульової рейки у тісках або у спеціальному пристосуванні таким чином щоб упора яка переміщається була у верху.	
43.	Змастити упору яка переміщається мастилом.	
44.	Встановити упору яка переміщається у корпус.	

45.	Встановити зубчасту рейку у центральне положення.	
46.	Затягнутипробку упора який переміщається моментом затягжки 9,9 Н•м.	
47.	Затягнути пробку упора який переміщається моментом затягуваня 4,8±0,6 Н•м з подальшим ослабленням на 45°.	
48.	Нанести тонкий шар герметику на різьбупробки упора який переміщається.	
49.	Встановити та затягнути фіксуючу гайку. Момент затягуваня: 50 - 60 Н•м.	
50.	Зафіксувати корпус рульової рейки у тісках або у спеціальному пристосуванні.	
51.	Встановити рульову тягу на рульову рейку. Момент затягуваня: 109–129 Н•м.	

52.	Встановити нового циліндричного штифта.	
	Заповнити новий пильника рульової рейки потрібною кількістю мастила.	
53.	Змастити тонким шаром герметику поверхню пильника, для подальшого встановлення у корпус рульової рейки.	
54.	Змастити тонким шаром мастила внутрішню поверхню пильника, для подальшого встановлення на рульову тягу.	
55.	Встановлюючи на рульову тягу, встановити захисний чохол рульової рейки. Зафіксувати обидві сторони пильника спеціальними хомутами.	
56.	Зафіксувати обидві сторони пильника спеціальними хомутами.	
57.	Закрутити фіксуючу гайку рульової тяги до теї пори щоб зійшлися мітки, які ми нанесли перед тим як відкручували дану фіксуючу гайку. Накрутити наконечника рульової тяги, та зєднати мітку, н які ми	

	нанесли перед тим як відкручували даний наконечник. Закрутити до кінця фіксуючу гайку наконечника рульової тяги.	
58.	Закріпити корпус рульової рейки у тісках або у спеціальному пристосуванні таким чином, щоб масло привідні отвори знаходилися у верхньому положенні.	
59.	Встановити кронштейна маслопровода до маслопроводів та корпуса рульової рейки та зафіксувати 2-ма болтами та гайками. Момент затягуваня: 40 -50 Н•м.	

2.2 Розробка структурної послідовності технологічного процесу відновлення деталі

Під час роботи рульового механізму зношування опорної шийки вала сошки відбувається нерівномірно (кут повороту вала не перевищує 90°). Крім того відбувається перенос металу з бронзової втулки на поверхню шийки і навпаки. Тому спочатку потрібно відновити правильну геометричну форму (циліндричну) шийці вала сошки, що можна зробити з допомогою шліфування.

Нарощування поверхні проводиться з допомогою електролітичного хромування. Але оскільки під час гальванічної операції осаджування металу не є ідеально рівномірним, то нарощування слід проводити з припуском на наступну механічну обробку.

Після електролітичного нарощування потрібно обробити поверхню до номінального розміру $Ø42f7(^{-0,025}_{-0,050})$. Задану точність може забезпечити чистове шліфування.

Останньою операцією технологічного процесу відновлення є заключний контроль.

Отже, технологічний процес відновлення опорної шийки вала сошки рульового керування буде мати наступну структуру (див. додаток А):

Операція 005 – Шліфувальна. Шліфувати відновлювану циліндричну поверхню до Ø41,8±0,02 мм.

Операція 010 – Гальванічна. Наростити відновлювану поверхню до розміру 42,2 мм.

Операція 015 – Шліфувальна. Шліфувати відновлювану циліндричну поверхню до $Ø42f7(^{-0,025}_{-0,050})$.

Операція 020 – Заключний контроль. Проконтролювати розміри і якість відновленої поверхні.

2.3 Вибір установочних баз при виконанні технологічних операцій

В конструкції вала сошки рульового керування передбачено два центрових отвори для закріплення деталі під час механічної обробки при її виготовленні [3]. Для шліфувальних операцій при відновленні деталі в якості базових поверхонь вибираю теж центрові отвори, що призведе до забезпечення співвісності вала і обробленої шийки з достатньою точністю.

При гальванічній операції важливим є не точність базування деталі, а надійний контакт між самою деталлю і тримачем, через який буде протікати електричний струм. Найкраще для такого типу закріплення підходить шліцьовий кінець вала.

2.4 Розрахунок режимів і складання технологічної документації

Залежно від величини спрацювання, визначити припуск на наплавку до номінального розміру з рівняння:

$$h = \frac{Д - d}{2} + z; \qquad (2.1)$$

$$h = \frac{43-40}{2} + 0{,}9 = 2{,}4\,\text{мм}.$$

де: *Д* – номінальний діаметр деталі, мм.;

d – діаметр спрацьованої деталі після її підготовки до нарощення, мм.;

z – припуск на завершальну механічну обробку після наплавлювання, мм., який для наплавлення під шаром флюсу приймається у межах 0,8...1,5 мм. на сторону.

Отримавши величину припуску *h*, визначаємо швидкість наплавлювання з рівняння:

$$V_H = \frac{\alpha_H \times I}{h \times S \times \gamma}; \qquad (2.2)$$

$$V_H = \frac{11 \times 208}{2{,}4 \times 2{,}86 \times 7{,}85} = 42{,}5.$$

де: α_H – коефіцієнт наплавлювання, г/А. год. Приймаємо α_H=11...14 г/А. год.;

I – сила зварювального струму, А.;

h – припуск на наплавлювання на сторону, мм.;

S – крок наплавки, мм/об.;

γ – маса електродного дроту, г/см^3. для розрахунків приймаємо γ=7,85 г/см^3.

Силу зварювального струму *А* вибирають залежно від діаметру деталі або товщини наплавлюваного шару, та діаметра електродного дроту, або ж розраховують.

Сила зварювального струму розраховуємо з рівняння:

$$I = S_{ел.}\rho;\ A; \qquad (2.3)$$

$$I = 2{,}6 \times 80 = 208\ \text{А}.$$

де: $S_{ел.}$ – площа перерізу електродного дроту, мм. Діаметр дроту заміряємо на робочому місці;

ρ – густина струму, A/мм^2. Для розрахунку приймаємо ρ=80...90 A/мм^2.

Результати розрахунку порівнюємо з рекомендованими табличними даними й коректуємо.

Визначаємо частоту обертання деталі з рівняння:

$$n = \frac{1000V_{н}}{60\pi d}; \tag{2.4}$$

$$n = \frac{1000 \times 42{,}5}{60 \times 3{,}14 \times 40} = 5{,}64.$$

де: d – діаметр вала, що підлягає наплавленню, мм.

Визначаємо швидкість подачі дроту з виразу:

$$V_{ДР} = \frac{4\alpha_{н} I}{\pi d_{ЗР}^{2}\gamma}; \tag{2.5}$$

$$V_{ДР} = \frac{4 \times 11 \times 208}{3{,}14 \times 1{,}69 \times 7{,}85} = 219{,}7$$

де: $d_{ЗР}$ – діаметр електродного дроту, мм.

Визначаємо крок на плавки з виразу:

$$S=(2{,}0\ldots2{,}5)d_{ДР}; \tag{2.6}$$

$$S=2{,}2\times1{,}3=2{,}86$$

Визначаємо виліт електроду, що дорівнює:

$$\delta=(10...12)\ d_{ДР}; \tag{2.7}$$

$$\delta=11\times1,3=14,3$$

Визначаємо зміщення електроду від зеніту, що приймається рівним:

$$l=(0,05...0,07)d; \quad (2.8)$$

$$l=0,05\times40=2$$

Визначаємо основний час на наплавлювання з рівняння:

$$T_O=\frac{\pi dL60}{1000V_H S}; \quad (2.9)$$

$$T_O=\frac{3,14\times40\times30\times60}{1000\times42,5\times2,86}=1,86$$

де: L – довжина наплавлюваної поверхні, мм., яку приймаємо рівною довжині наплавлюваної шийки.

Визначаємо додатковий час з рівняння:

$$T_{ДОД}=\frac{(T_O+T_{ДОП})к}{100}; \quad (2.10)$$

$$T_{ДОД}=\frac{(1,86+4)\times14}{100}=0,82$$

де: $T_{ДОП}$ – допоміжний час, хв. Приймаємо $T_{ДОП}$ =2...4 хв.;

$к$ – коефіцієнт, що враховує частоту додаткового часу від основного та допоміжного, %. Приймаємо $к$ =14.

За результатами розрахунків заповнюємо операційну карту на наплавлювання.

3 КОНСТРУКТОРСЬКИЙ РОЗДІЛ

3.1 Вибір пристосування для механічної обробки

3.1.1 Пристрій для фрезерування рейки рульового механізму

Оскільки ремонтна деталь «рейка рульового механізму» легкового автомобіля моделі має специфічну конструкцію то закріплення її в стандартних затискних пристроях під час механічної обробки є проблематичним. Тому необхідно вибрати схеми закріплення і розробити спеціальні приспосіблення для фіксації деталі під час її механічної обробки.

Зокрема для фрезерування площини рейки під ремонтну пластину можна використати пристрій конструкція і принцип роботи якого наступні (рис.3.1).

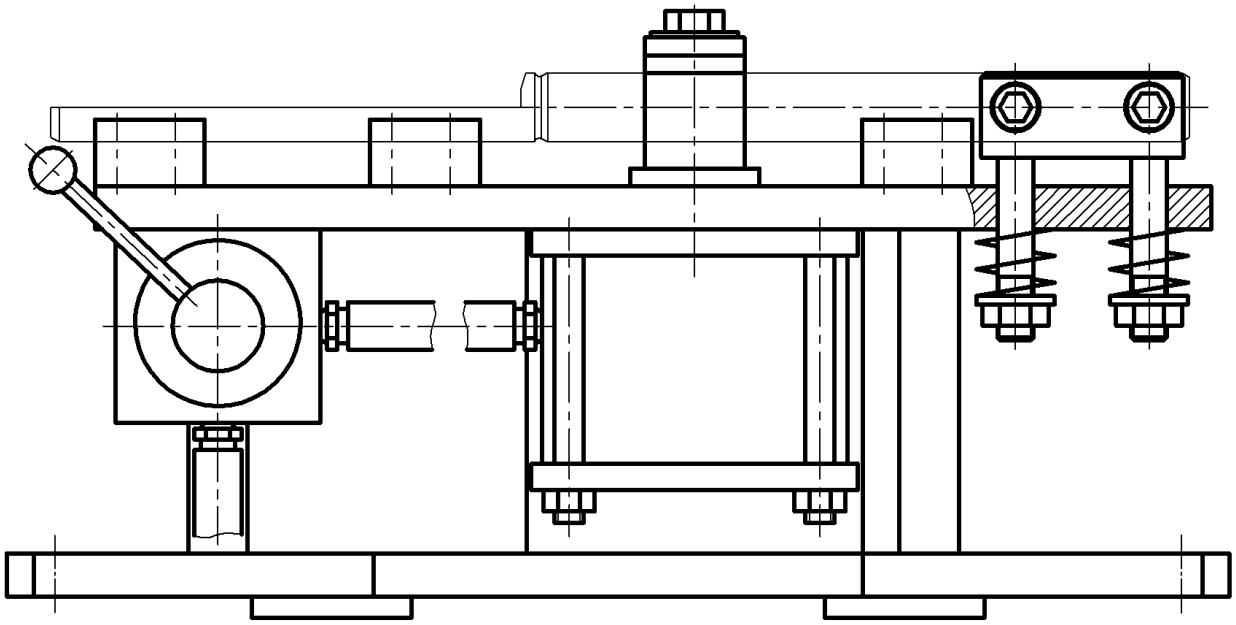


Рис. 3.1. Загальний вигляд пристрою для фрезерування рейки.

Даний пристрій складається з корпуса зварної конструкції на якому змонтовані інші елементи пристрою. Базою для встановлення деталі під час механічної обробки служить призма з накладними планками і два установочні пальці. Кріплення деталі здійснюється за допомогою Г-подібного прихвату, який через болт з'єднаний із штоком пневмоциліндра.

Для здійснення технологічних операцій «затиск-розтиск деталі» використовується пневморозподільний кран, який за допомогою трубопроводів з'єднаний з пневмоциліндром. Подача стисненого повітря в пневмоциліндр здійснюється від пневмосистеми. Монтаж пристрою на столі верстата здійснюється за допомогою 2-х шпонок і фіксується болтами в пазах на нижній частині плити корпуса.

3.1.2 Пристрій для свердління отв.∅7,5 мм в рейці рульового механізму

Даний пристрій складається з корпуса зварної конструкції на якому змонтовані інші елементи пристрою. Базою для встановлення деталі під час механічної обробки служить призма з накладними планками і чотири установочні пальці. Кріплення деталі здійснюється за допомогою Г-подібного прихвату, який через болт з'єднаний із штоком пневмоциліндра.

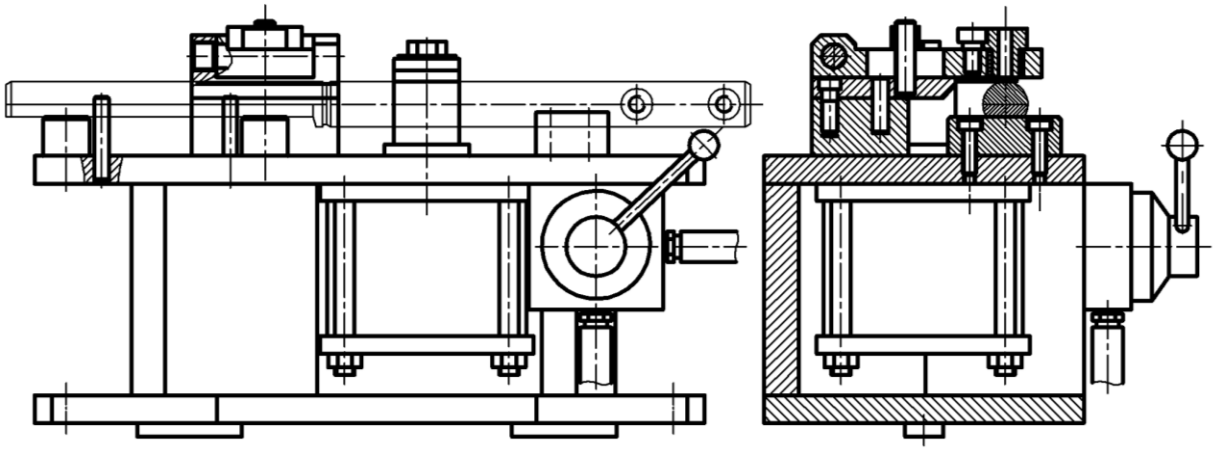


Рис. 3.2 Загальний вигляд пристрою для свердління отв.∅7,5 мм.

Для здійснення технологічних операцій «затиск-розтиск деталі» використовується пневморозподільний кран, який за допомогою трубопроводів з'єднаний з пневмоциліндром. Подача стисненого повітря в пневмоциліндр здійснюється від пневмосистеми. Монтаж пристрою на столі верстата здійснюється за допомогою 2-х шпонок і фіксується болтами в пазах на нижній частині плити корпуса.

3.2 Розрахунок похибки встановлення деталі

3.2.1 Розрахунок похибки встановлення деталі в пристрої для фрезерування рейки рульового механізму

Похибка встановлення деталі в пристрій зумовлена рядом технологічних факторів, які визначають величину сумарної похибки. Для розрахунку точності виготовлення пристрою можна використати наступну залежність [2]

$$\varepsilon_{пр} = \delta - k\sqrt{(k_1\varepsilon_б)^2 + \varepsilon_з^2 + \varepsilon_{уст}^2 + \varepsilon_{зн}^2 + \varepsilon_{р.і}^2 + (k_2\omega)^2}\,, \qquad (3.1)$$

де δ – допуск на виконуючий розмір, δ = 0,4 мм;

k – коефіцієнт, що враховує можливе відхилення від нормального розміщення окремих складових, k = 1,2;

$\varepsilon_б$ – похибка базування, що знаходиться з наступної залежності [2]

$$\varepsilon_б = \frac{\delta_D}{2 \cdot \sin\frac{\alpha}{2}}, \qquad (3.2)$$

де δ_D – допуск на поверхню, що встановлюється в призму, δ_D = 0,19 мм;

α – кут нахилу поверхонь призми, α = 120°.

Після підстановки даних отримаємо

$$\varepsilon_б = \frac{0{,}19}{2 \cdot \sin 60^\circ} = 0{,}1 \text{ мм.}$$

k_1, k_2 – коефіцієнти серійності виробництва, k_1 = 0,8; k_2 = 0,6;

$\varepsilon_з$ – похибка, що враховує деформування заготовки при затиску, $\varepsilon_з$ = 0,04 мм;

$\varepsilon_{уст}$ – похибка встановлення пристрою на верстаті, $\varepsilon_{уст}$ = 0,11 мм;

$\varepsilon_{зн}$ – похибка внаслідок зношення деталей пристрою, $\varepsilon_{зн}$ = 0,06 мм;

$\varepsilon_{р.і}$ – похибка ріжучого інструменту, $\varepsilon_{рі}$ = 0;

ω – економічна похибка для даного методу обробки, ω = 0,1 мм.

Підстановкою числових значень отримаємо

$$\varepsilon_{пр} = 0{,}4 - 1{,}2\sqrt{(0{,}8 \cdot 0{,}1)^2 + 0{,}004^2 + 0{,}11^2 + 0{,}06^2 + (0{,}6 \cdot 0{,}1)^2} = 0{,}24 \text{ мм.}$$

3.2.2 Розрахунок похибки встановлення деталі в пристрої для свердління отв.∅7,5 мм в рейці рульового механізму

Точність пристрою розрахуємо за попередньо наведеною формулою (3.1). Значення коефіцієнтів згідно рекомендацій [2]. Відповідно δ = 0,24 мм; $\varepsilon_б$ =0,1 мм; $\varepsilon_з$ = 0 мм; $\varepsilon_{уст}$ = 0,02 мм (по допуску центрувального отвору пристрою); $\varepsilon_{зн}$ = 0,04 мм; $\varepsilon_{рі}$ = 0; ω = 0,05 мм; k = 1,2; k_1 = 0,8; k_2 = 0,7.

Точність пристрою

$$\varepsilon_{пр} = 0{,}24 - 1{,}2\sqrt{(0{,}8 \cdot 0{,}1)^2 + 0{,}002^2 + 0{,}04^2 + (0{,}7 \cdot 0{,}05)^2} = 0{,}12 \text{ мм.}$$

3.3 Розрахунок і вибір приводу пристосування

3.3.1 Розрахунок і вибір приводу пристосування для фрезерування рейки рульового механізму

Схема розміщення і базування деталі в пристрої показана на рисунку 3.3. Під час обробки деталі фрезою деталь базується на призмі. Відповідно сила затиску діє по нормалі до поверхні заготовки і створює зусилля, що перешкоджає зміщенню оброблюваної заготовки під дією горизонтальної складової сили різання $P_{різ}$.

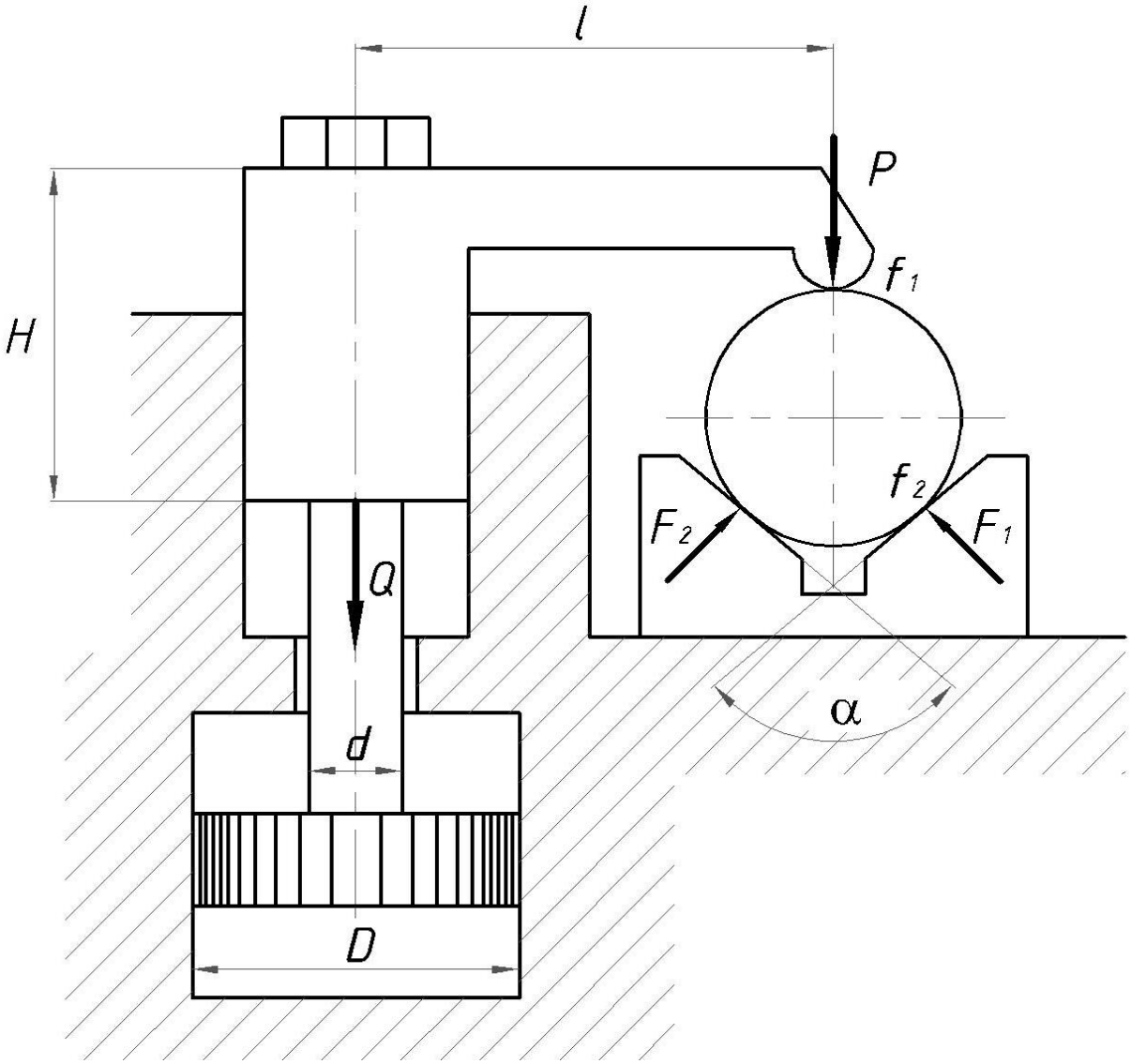


Рис. 3.3. Схема базування та затиску деталі в пристрої для фрезерування рейки.

Крутний момент від сили різання $M_{різ}$, який виникає від обертового руху фрези під час механічної обробки, спричиняє поворот деталі навколо осі, а момент тертя, що створюється силою затиску, має обернено протилежний напрямок дії.

Необхідну силу затиску знаходимо за наступною формулою [2]

$$P \cdot \frac{d_i}{2}\left(f_1 + f_2 \cdot \sin\frac{\alpha}{2} \right) = kM_{різ}, \qquad (3.3)$$

звідки сила затиску буде рівною

$$P = \frac{2kM_{різ}}{d_i\left(f_1 + f_2 \cdot \sin(\alpha/2)\right)}, \qquad (3.4)$$

де k – коефіцієнт запасу;

d_i – діаметр фрези, мм;

f_1 і f_1 – коефіцієнти тертя в місці контакту притискного важеля і на призмі, $f_1 = f_1 = 0{,}15$;

α – кут призми, $\alpha = 120°$.

Залежність між силою затиску P і тяговим зусиллям Q пневмоциліндра для Г-подібних захватів [2]

$$P = Q\left(1 - 3\frac{l}{H} \cdot f\right). \qquad (3.5)$$

Тобто

$$Q\left(1 - 3\frac{l}{H} \cdot f\right) = \frac{2kM_{різ}}{d_i f\left(1 + \sin(\alpha/2)\right)}. \qquad (3.6)$$

Звідки тягове зусилля штока пневмоциліндра

$$Q = \frac{kP_{різ}}{f\left(1 + \sin(\alpha/2)\right) \cdot \left(1 - 3 \cdot (l/H) \cdot f\right)}. \qquad (3.7)$$

Коефіцієнт запасу k може бути представлений як добуток первинних коефіцієнтів [2]

$$k = k_1 \cdot k_2 \cdot k_3 \cdot k_4 \cdot k_5 \cdot k_6, \qquad (3.8)$$

де k_1 – гарантований коефіцієнт запасу, $k_1 = 1{,}5$;

k_2 – коефіцієнт зміни величини припуску для чистових заготовок, $k_2 = 1{,}0$;

k_3 – коефіцієнт, що враховує збільшення сили різання при затуплені інструменту, $k_3 = 1{,}2$;

k_4 – поправочний коефіцієнт при неперервному фрезеруванні, k_4 = 1,0;

k_5 – коефіцієнт, що враховує пневмозатиск деталі, k_5 = 1,0;

k_6 – поправочний коефіцієнт при додаткових крутних моментах, k_1 = 1,5.

Підстановкою первинних коефіцієнтів в рівність (3.8) отримаємо

$$k = 1{,}5 \cdot 1{,}2 \cdot 1{,}0 \cdot 1{,}0 \cdot 1{,}0 \cdot 1{,}5 = 2{,}7 .$$

Сила різання при фрезеруванні (п.3.6) $P_{різ}$ = 565,3 Н

Тягове зусилля штока пневмоциліндра

$$Q = \frac{2{,}7 \cdot 16{,}98}{0{,}15\left(1 + \sin 60^\circ\right) \cdot \left(1 - 3 \cdot \left(50/80\right) \cdot 0{,}15\right)} = 627{,}32 \text{ Н}.$$

Визначення діаметра пневмоциліндра затискного пристрою доцільно проводити за наступною залежністю

$$Q = \frac{\pi\left(D^2 - d^2\right)}{4} \cdot p , \qquad (3.9)$$

де D – діаметр пневмоциліндра, см;

d – діаметр штока пневмоциліндра, d = 2,5 см;

p – робочий тиск в пневмосистемі, p = 4 кг/см^2.

Відповідно

$$D = \sqrt{\frac{4Q}{\pi \cdot p} + d^2} . \qquad (3.10)$$

Підставивши дані отримаємо

$$D = \sqrt{\frac{4 \cdot 627{,}32}{3{,}14 \cdot 4} + 2{,}5^2} = 8{,}87 \text{ см} \approx 89 \text{ мм}.$$

Із стандартних значень діаметрів пневмоциліндрів приймаємо діаметр пневмоциліндра D = 100 мм [10].

3.3.2 Розрахунок і вибір приводу пристосування для свердління отв.∅7,5 мм в рейці рульового механізму

Схема розміщення і базування деталі в пристрої аналогічна як і в попередньому пристрої.

Під дією крутного моменту різання M деталь намагається повернутись навколо осі свердління. Цьому моменту протидіє момент тертя, який створюється осьовою силою і силою затиску.

Відповідно сила затиску Q буде рівна

$$Q = \frac{2M_K \cdot k \cdot R}{d \cdot f \cdot R_1} - P_o, \text{ Н} \qquad (3.11)$$

де M_K – крутний момент на інструменті, Н·м.

Оскільки в одному приспосібленні проводиться свердління в два переходи, то подальші розрахунки будемо проводити по більшому значенні крутного моменту. Крутний момент при свердлінні $M_K \approx 70$ Н·м;

k – коефіцієнт запасу, який розраховується за рівністю (3.8) при наступних значеннях первинних коефіцієнтів [2]

$k_o = 1,5;$
$k_1 = 1,0;$
$k_2 = 1,15;$
$k_3 = 1,2;$
$k_4 = 1;$
$k_5 = 1;$
$k_6 = 1.$

$$k = 1,5 \cdot (1 \cdot 1,15 \cdot 1,2 \cdot 1 \cdot 1 \cdot 1) = 2,07.$$

R – відстань від центра інструменту до центра заготовки, R = 12 мм;

f – коефіцієнт тертя, f = 0,15;

R_1 – відстань між опорними площинами заготовки, R_1 = 100 мм;

P_o – осьова сила різання [10];

$$P_o = 10 \cdot C_p \cdot d^q \cdot S^y \cdot k_p, \qquad (3.12)$$

$де C_p = 68;$

$q = 1;$

$y = 0,7;$

$k_p = 0,75.$

Підстановкою числових даних отримаємо

$$P_o = 10 \cdot 68 \cdot 10^1 \cdot 0,2^{0,7} \cdot 0,75 = 145 \text{ Н}.$$

Тоді необхідне зусилля пневмоциліндра

$$Q = \frac{2 \cdot 70 \cdot 2,07 \cdot 0,012}{0,01 \cdot 0,15 \cdot 0,1} - 145 \approx 48 \text{ Н}.$$

Розрахунок діаметра пневмоциліндра затискного пристрою можна проводити за рівністю (3.10), d = 3 см., p = 4 кг/см^2. Відповідно підставивши числові дані отримаємо

$$D = \sqrt{\frac{4 \cdot 48}{3,14 \cdot 4} + 3^2} = 8,7 \text{ см} = 87 \text{ мм}.$$

Із стандартних значень діаметрів пневмоциліндрів приймаємо діаметр пневмоциліндра D = 100 мм [10].

4 БЕЗПЕКА ЖИТТЄДІЯЛЬНОСТІ, ОСНОВИ ОХОРОНИ ПРАЦІ

4.1 Вимоги пожежної безпеки при гасінні електроустановок

Пожежна безпека підприємств забезпечується шляхом проведення організаційно-технічних та інших заходів з попередження пожеж, забезпечення безпеки людей, зниження можливих матеріальних збитків, зменшення негативних екологічних наслідків, створення умов для швидкого виклику пожежних підрозділів та успішного гасіння пожеж, а також евакуації з зони виникнення та можливого розповсюдження пожежі людей, документів і матеріальних цінностей.

Особовий склад всіх караулів пожежних частин і підрозділів, які прибувають для гасіння пожежі, не рідше одного разу на рік повинен проходити спеціальний інструктаж з особливостей експлуатації енергетичних установок та техніки безпеки при пожежах.

Інструктаж проводиться інженерно-технічним персоналом об’єкта за узгодженою програмою.

Енергетичні об’єкти виготовляють в необхідній кількості пристосування для заземлення пожежних стволів, піногенераторів і насосів пожежних машин з

гнучкого мідного голого проводу перерізом не менше 25 мм2, які забезпечуються спеціальними струбцинами для з’єднання з заземленими конструкціями (гідрантами водогінної мережі, металевими опорами повітряних ліній електропередач, обсадними трубами артезіанських свердловин тощо).

Місця приєднання до заземлених конструкцій визначаються спеціалістами енергетичних об’єктів спільно з представниками гарнізону пожежної охорони, позначаються знаком заземлення та вносяться до графічної частини плану пожежогасіння.

Для забезпечення безпеки персоналу та пожежників, які беруть участь у гасінні пожежі електроустановок під напругою, застосовуються індивідуальні ізолюючі електрозахисні засоби (діелектричні рукавиці, боти).

Кількість заземлень та індивідуальних ізолюючих захисних засобів і місця їх зберігання визначаються керівниками енергетичних об’єктів з

розрахунку подачі вогнегасних засобів на електроустановки, які знаходяться під напругою.

Випробування електрозахисних засобів виконується енергетичним об’єктом в установленому порядку.

Забороняється використання заземлюючих пристосувань і електрозахисних засобів для інших цілей, крім випадків пожеж або проведення спільних з пожежними підрозділами ДПО тренувань (навчань) на об’єкті.

При виникненні пожежі на енергетичному об’єкті особа, яка першою виявила займання, зобов’язана негайно повідомити начальника зміни електростанції (диспетчера або чергового підстанції, підприємства електромереж), старшого зміни та приступити до гасіння пожежі засобами пожежогасіння, дотримуючись при цьому правил техніки безпеки.

Начальник зміни електростанції (диспетчер підстанції або підприємства електромережі) під час гасіння пожежі повинен забезпечити посилення охорони території об’єкта і не допускати до місця пожежі сторонніх осіб.

Старший у зміні особисто або за допомогою чергового персоналу зобов’язаний визначити місце осередку пожежі, можливі шляхи її поширення, загрозу діючому електрообладнанню, яке опинилося в зоні пожежі, можливість виникнення нових осередків горіння на іншому електрообладнанні, а також до прибуття пожежних підрозділів виконати такі роботи:

— особисто або з допомогою чергового персоналу перевірити ввімкнення автоматичної установки пожежогасіння (при її наявності), а у випадку відмови задіяти її в ручному режимі;

— вжити заходів із створення безпечних умов для персоналу і пожежних підрозділів для ліквідації пожежі;

— провести можливі операції на технологічних установках (вимкнення або перемикання на обладнанні, витіснення водню з генератора, зняття напруги з електроустановок, зливання мастила з мастилобаків турбогенераторів тощо);

— приступити до гасіння пожежі силами та засобами енергетичного об’єкта;

— виділити для зустрічі пожежних підрозділів особу, яка добре знає місця заземлення технічних засобів і розташування під'їзних шляхів та вододжерел;

— при необхідності вжити заходів для охолодження водою металевих ферм, колон будівлі за допомогою пожежних кранів або стаціонарно встановлених лафетних пожежних стволів з урахуванням дотримання заходів техніки безпеки;

— проінформувати керівника гасіння пожежі (КГП) про безпечні маршрути руху пожежних на бойові позиції.

Вимкнення або перемикання приєднань в зоні пожежі може проводитись за карткою пожежогасіння начальником зміни станції (диспетчером або черговим підстанції, підприємства електромережі) або за його розпорядженням черговим персоналом, з наступним повідомленням вищого оперативного керівництва (диспетчера енергосистеми) після закінчення операції вимкнення.

Старший начальник ДПО, який прибув на місце пожежі, зобов'язаний негайно зв'язатися зі старшим зміни енергетичного об'єкта, отримати від нього дані про обставини пожежі і письмовий допуск на проведення гасіння.

Зі старшого начальника енергетичного об'єкта або ДПО, які не взяли на себе керівництво гасінням пожежі, не знімається відповідальність за організацію гасіння пожежі. Пожежні підрозділи розпочинають гасіння пожежі на електроустановках після інструктажу старшим з присутніх технічних працівників або ОВБ.

Під час гасіння пожежі робота пожежних підрозділів (розміщення сил і засобів пожежогасіння, зміна позицій, перехід від одних засобів пожежогасіння до інших тощо) проводиться з урахуванням вказівок старшої особи з присутніх інженерно-технічних працівників енергетичного об'єкта або ОВБ.

В свою чергу, старший з присутніх інженерно-технічних працівників або ОВБ погоджує з КГП свою роботу і розпорядження, а також інформує під час гасіння пожежі про зміни в стані роботи електроустановок та іншого обладнання.

Займання в електроустановках під напругою ліквідуються персоналом енергетичного об'єкта за допомогою ручних і пересувних вогнегасників.

Гасіння пожежі ручними засобами в дуже задимлених приміщеннях енергетичних об’єктів (з видимістю до 10 метрів), з проникненням в них без зняття напруги з електроустановок і кабельних ліній не допускається.

Під час гасіння пожежі компактними та розпиленими струменями без зняття напруги з електроустановок ствол повинен бути заземлений, а ствольник має працювати в діелектричних ботах, діелектричних рукавицях і знаходитись на відстані від вогнища пожежі не меншій ніж 4–10 м залежно від рівня напруги.

Гасіння пожежі в приміщеннях з електроустановками під напругою всіма видами піни, а також водою зі змочувачами за допомогою ручних засобів забороняється.

Особовому складу пожежних підрозділів категорично забороняється проводити будь-які переключення та інші операції з електротехнічним обладнанням на електростанції та підстанції.

Заходити до розподільчих улаштування та інших приміщень електротехнічних улаштувань з метою гасіння пожежі особовий склад пожежних підрозділів має право лише після одержання допуску та інструктажу персоналу, який обслуговує цей пристрій.

Основою безпечного гасіння пожежі електроустановок під напругою є суворе дотримання організаційно-технічних заходів, а також усвідомлена дисципліна пожежників, які зобов’язані суворо виконувати всі заходи із забезпечення безпеки гасіння.

Гасіння пожежі електроустановки під напругою КГП має право розпочати тільки після одержання відповідного письмового допуску та інструктажу персоналом, який обслуговує цю установку.

Гасіння пожежі електроустановок під напругою здійснюється за виконання таких обов’язкових умов:

— не допускається наближення пожежних до струмопровідних частин електроустановок на відстань менше 4 метрів;

— маршрути руху пожежних на бойові позиції КГП повинен погоджувати з черговим персоналом енергооб’єкта і конкретно вказувати кожному пожежнику під час інструктажу;

— пожежні і водії пожежних автомобілів, які забезпечують подачу вогнегасних речовин, повинні працювати в діелектричних рукавицях і взутті;

— подавання вогнегасних речовин необхідно проводити після заземлення ручних пожежних стволів і пожежних автомобілів;

— перестановку сил і засобів, зміну бойових позицій тощо КГП повинен виконувати після узгодження зі старшою посадовою особою з присутнього інженерно-технічного персоналу енергетичного об’єкта.

4.2 Розрахунок штучного освітлення для проектованого цеху для ламп розжарювання

Мінімальне освітлення приміщення, в якому виконуються зорові роботи розряду IVв становить E = 300 лк. згідно ДБН-В.2.5-28-2006 – Природне і штучне освітлення. Як світлові пристрої приймаємо світильники типу ЛПОО1 (з двома лампами), які доцільно використовувати на дільниці по ремонту рульових рейок. Площа цеху становить 88м^2.

Оскільки світильники кріпляться до стелі, то їх висота над підлогою рівна висоті приміщення h_0 = 3,8 м, що не суперечить вимогам ДБН-В.2.5-28-2006, відповідно до яких h_0 = 2,6 – 4 м, коли у світильнику менше чотирьох ламп.

Визначаємо висоту світильника над робочою поверхнею:

$$h = h_0 - h_p \text{, м,} \tag{4.1}$$

$$h = 3.8 - 0.7 = 3.1 \text{, м.}$$

Показник приміщення становить:

$$i = \frac{ab}{h(a+b)} \quad , \tag{4.2}$$

$$i = \frac{10 \cdot 8}{3{,}1(10+8)} = 1{,}4.$$

При i = 1,5, $\rho_{стелі}$ = 70%, $\rho_{стін}$ = 50% для світильників ЛПОО1 коефіцієнт використання дорівнює η = 0,55.

Визначаємо необхідну кількість світильників, для забезпечення необхідної нормованої освітленості робочих поверхонь, якщо відомо, що кожному світильнику встановлено по дві лампи, а світловий потік однієї такої лампи становить $Ф_Л$ = 3200лм [8]:

$$N = \frac{E \cdot S \cdot K_З \cdot Z}{2Ф_Л \cdot \eta}, \qquad (4.3)$$

де E – нормативна освітленість, лк; E = 300 лк;

S – площа приміщення, що освітлюється, м^2; S = 88 м^2;

$K_З$ – коефіцієнт запасу, що враховує зниження освітленості $K_З$ = 1,5;

Z – коефіцієнт нерівномірності освітлення;

Z =1,1 – для люмінесцентних ламп;

$Ф_Л$ – світловий потік лампи;

η – коефіцієнт використання світлового потоку; η = 0,55;

$$N = \frac{300 \cdot 88 \cdot 1,5 \cdot 1,1}{2 \cdot 3200 \cdot 0,55} = 12 \text{ штук.}$$

Приймаємо 12 світильників, які для забезпечення рівномірності освітлення розташовуємо у два ряди по 6 штук в кожному.

Оскільки довжина світильників мало що більша за довжину люмінесцентної лампи, встановленої в ньому, то загальна довжина усіх світильників у ряді становитиме:

$$\sum L_{СВ} = 1,2 \cdot 6 = 7,2 \text{ м.}$$

Це значення менше довжини приміщення, тому між світильниками будуть розриви рівні 0,45 м.

Схема розташування світильників ЛПОО1 у дільниці ремонту рульових рейок показана на рисунку 4.1.

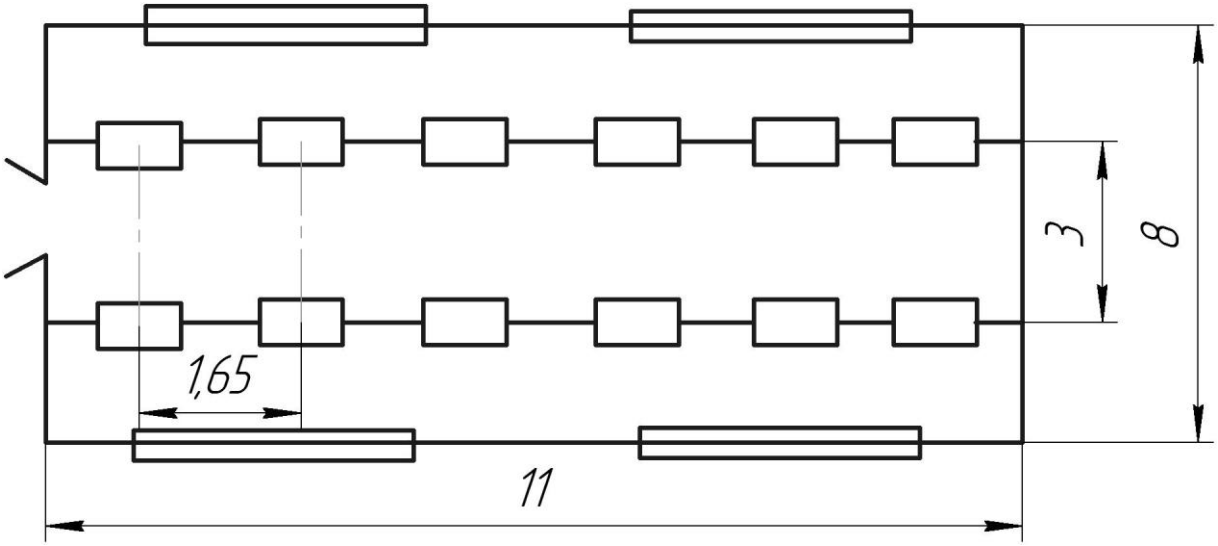


Рис. 4.1. Схема розташування світильників ЛПОО1 у дільниці ремонту рульових рейок.

Визначаємо сумарну електричну потужність усіх світильників, встановлених в дільниці:

$$\Sigma P_{СВ} = P_{Л} \cdot N \cdot n \ , \tag{4.4}$$

де $P_{Л}$ – потужність лампи, Вт;

n – кількість ламп у світильнику, шт.

$$\Sigma P_{СВ} = 40 \cdot 12 \cdot 2 = 960 \text{ Вт.}$$

4.3 Розрахунок витяжної вентиляції для проектованого цеху по вмісту шкідливих домішок

Для нормальної роботи працівників в дільниці ремонту рульових рейок розраховуємо витяжну вентиляцію.

Схема витяжної мережі показана на рис. 4.2.

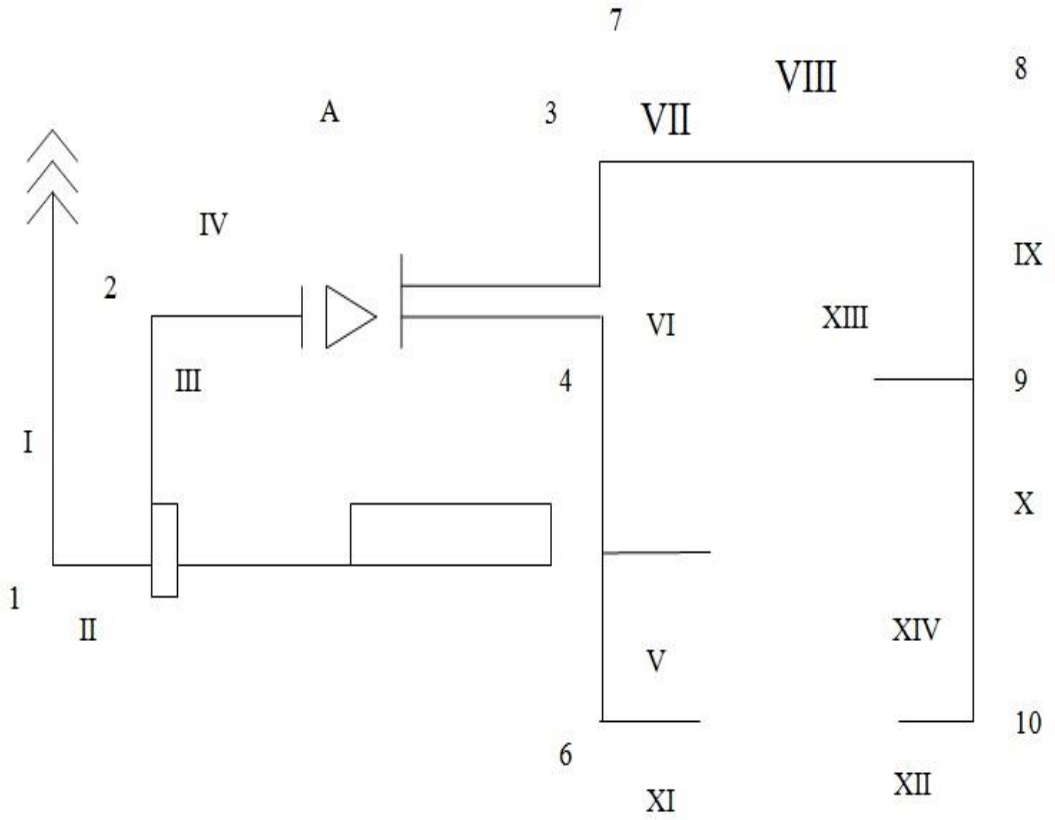


Рис. 4.2. Схема витяжної мережі:

I, II, III, IV, V, VI, VII, VIII, IX, X – ділянки мережі;

1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10 – згини повітропроводів;

А – перехід;

d_1 = 0,6 м;

d_2 = 0,1 м;

Таблиця 4.1 Таблиця довжин ділянок труб витяжної мережі

l_I = 1,5 м	l_{VI} = 3 м
l_{II} = 1,0 м	l_{VII} = 3 м
l_{III} = 0,5 м	l_{VIII} = 6м
l_{IV} = 1 м	l_{IX} = 3 м
l_V = 3 м	l_X = 6 м

Визначаємо продуктивність вентилятора:

$$W_B = K_З \cdot W \,, \tag{4.5}$$

де $K_З$ – коефіцієнт запасу; $K_З$ = 1,3 ... 2. Приймаємо $K_З$ = 1,5.

Для приміщень з нормальним мікрокліматом і при вмісті шкідливих речовин в межах норми повітрообмін визначаємо за формулою:

$$W = n \cdot W_0, \text{ м}^3/\text{год}.. \quad (4.6)$$

Згідно пояснювальної записки дипломного проекту n = 3 чол.

У зв'язку з тим, що на одного працюючого припадає більше 20 м^3 об'єму приміщення приймаємо $W_0 = 20$ м^3/год [6].

Отже:

$$W = 3 \cdot 20 = 60, \text{ м}^3/\text{год.},$$

$$W_B = 1.5 \cdot 60 = 960, \text{ м}^3/\text{год}..$$

Враховуючи кратність повітрообміну m = 12, тоді

$$W = m \cdot W_B, \quad (4.7)$$

$$W = 12 \cdot 80 = 960, \text{ м}^3/\text{год}..$$

Визначаємо втрати тиску на прямих ділянках труб

$$H_{ВП} = \frac{\varphi_T \cdot l_T \cdot \rho_B \cdot v_{ср}^2}{2d_T}, \quad (4.8)$$

де φ_T – коефіцієнт, який враховує опір стальних труб (для стальних труб – 0,02)

$v_{ср}$ – середня швидкість повітря на ділянці повітряної сітки, $v_{ср}$ = 8 ... 12 м/с.

l_T – довжина ділянки труби;

d_T – діаметр труби;

ρ_B – густина повітря, для даних кліматичних умов 1,2 кг/м^3.

$$H_{ВПI} = \frac{0,02 \cdot 1,5 \cdot 1,2 \cdot 10^2}{2 \cdot 0,6} = 3 \text{ Па};$$

$$H_{ВПII} = \frac{0,02 \cdot 1 \cdot 1,2 \cdot 12^2}{2 \cdot 0,6} = 3,5 \text{ Па};$$

$$H_{ВПIII} = \frac{0,02 \cdot 0,5 \cdot 1,2 \cdot 11^2}{2 \cdot 0,6} = 1,25 \text{ Па};$$

$$H_{ВПIV} = \frac{0,02 \cdot 1 \cdot 1,2 \cdot 10^2}{2 \cdot 0,6} = 2 \text{ Па};$$

$$H_{ВПV} = \frac{0,02 \cdot 3 \cdot 1,2 \cdot 8^2}{2 \cdot 0,6} = 3,84 \text{ Па};$$

$$H_{ВПVI} = \frac{0,02 \cdot 3 \cdot 1,2 \cdot 8^2}{2 \cdot 0,6} = 3,84 \text{ Па};$$

$$H_{ВПVII} = \frac{0,02 \cdot 3 \cdot 1,2 \cdot 4^2}{2 \cdot 0,6} = 1,15 \text{ Па};$$

$$H_{ВПVIII} = \frac{0,02 \cdot 6 \cdot 1,2 \cdot 2^2}{2 \cdot 0,6} = 0,48 \text{ Па};$$

$$H_{ВП IX} = \frac{0,02 \cdot 3 \cdot 1,2 \cdot 1^2}{2 \cdot 0,6} = 0,06 \text{ Па};$$

$$H_{ВП X} = \frac{0,02 \cdot 6 \cdot 1,2 \cdot 1,21^2}{2 \cdot 0,6} = 0,2 \text{ Па};$$

$$H_{ВП XI} = \frac{0,02 \cdot 2 \cdot 1,2 \cdot 4^2}{2 \cdot 0,1} = 3,86 \text{ Па};$$

$$H_{ВП XII} = \frac{0,02 \cdot 2 \cdot 1,2 \cdot 2^2}{2 \cdot 0,1} = 0,96 \text{ Па};$$

$$H_{ВП XIII} = \frac{0,02 \cdot 3 \cdot 1,2 \cdot 1^2}{2 \cdot 0,1} = 0,36 \text{ Па};$$

$$H_{ВП XIV} = \frac{0,02 \cdot 3 \cdot 1,2 \cdot 1^2}{2 \cdot 0,25} = 0,36 \text{ Па}.$$

Розраховуємо місцеві втрати тиску в переходах та жалюзі

$$H_M = 0,5 \cdot \psi_M \cdot V_{CP}^2 \cdot \rho_B, \tag{4.9}$$

$$H_{M1} = 0,5 \cdot 1,1 \cdot 11^2 \cdot 1,2 = 80 \text{ Па};$$

$$H_{M2} = 0,5 \cdot 1,1 \cdot 10^2 \cdot 1,2 = 65.8 \text{ Па};$$

$$H_{M3} = 0,5 \cdot 1,1 \cdot 9^2 \cdot 1,2 = 53,5 \text{ Па};$$

$$H_{M4} = 0,5 \cdot 1,1 \cdot 9^2 \cdot 1,2 = 53,46 \text{ Па};$$

$$H_{M5} = 0,5 \cdot 1,1 \cdot 8^2 \cdot 1,2 = 42,2 \text{ Па};$$

$$H_{M6} = 0,5 \cdot 1,1 \cdot 8^2 \cdot 1,2 = 42,24 \text{ Па};$$

$$H_{M7} = 0,5 \cdot 1,1 \cdot 4^2 \cdot 1,2 = 10,6 \text{ Па};$$

$$H_{M8} = 0,5 \cdot 1,1 \cdot 2^2 \cdot 1,2 = 2,6 \text{ Па};$$

$$H_{M9} = 0,5 \cdot 1,1 \cdot 2^2 \cdot 1,2 = 2,64 \text{ Па};$$

$$H_{M10} = 0,5 \cdot 1,1 \cdot 1^2 \cdot 1,2 = 0,7 \text{ Па}.$$

Визначаємо втрати в переході

$$H_{MA} = 0,5 \cdot \psi_M \cdot V_{CP}^2 \cdot \rho_B, \tag{4.10}$$

$$H_{M\,A} = 0,5 \cdot 1,1 \cdot 11^2 \cdot 1,2 = 79,9 \text{ Па.}$$

Визначаємо втрати в жалюзі

$$H_{M\,XI} = 0,5 \cdot 1,1 \cdot 5^2 \cdot 1,2 = 16,5 \text{ Па;}$$

$$H_{M\,XII} = 0,5 \cdot 1,1 \cdot 1^2 \cdot 1,2 = 0,7 \text{ Па;}$$

$$H_{M\,XIII} = 0,5 \cdot 1,1 \cdot 6^2 \cdot 1,2 = 23,8 \text{ Па;}$$

$$H_{M\,XIV} = 0,5 \cdot 1,1 \cdot 7^2 \cdot 1,2 = 32 \text{ Па.}$$

Визначаємо сумарні втрати тиску

$$H_{ВП} = H_{ВП\,I} + H_{ВП\,II} + H_{ВП\,III} + ... + H_{ВП\,XIV}, \qquad (4.11)$$

$$H_{ВП} = 3 + 3,5 + 1,25 + 2 + 2 \cdot 3,84 + 1,15 + 0,45 + 0,06 + 0,2 + 3,86 + 0,96 + 2 \cdot 0,36 = 24,86 \text{ Па.}$$

$$H_{ВМ} = H_{ВМ1} + H_{ВМ2} + H_{ВМ3} + ... + H_{ВМ10} + H_{МА} + H_{M\,XI} + H_{M\,XII}, \qquad (8.12)$$

$$H_{ВМ} = 80 + 65,8 + 53,5 + 53,46 + 42,2 + 42,24 + 10,6 + 2,6 + 2,64 + 0,7 + 79,86 + 16,5 + 0,66 = 450,76 \text{ Па.}$$

За номограмою (рис. 4.3) [7] вибираємо номер вентилятора: $n_В$-коефіцієнт корисної дії вентилятора, А – безрозмірне число.

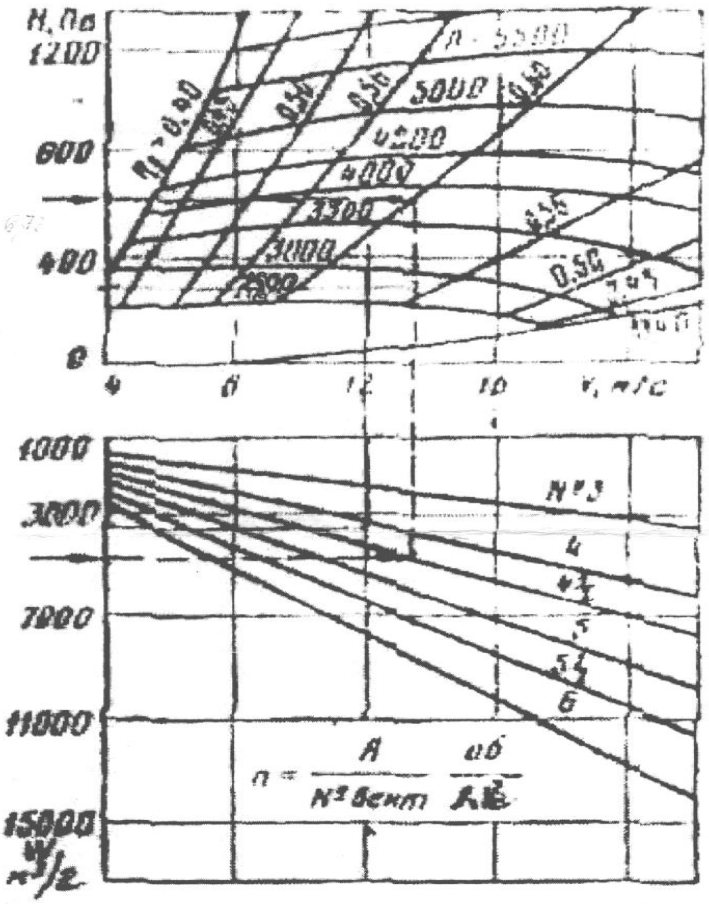


Рис. 4.3. Номограма вибору вентилятора.

Визначаємо загальні втрати:

$$H = H_{ВП} + H_{ВМ}\,, \tag{4.13}$$

$$H = 24{,}86 + 450{,}76 = 475{,}62 \text{ Па}.$$

Тому, приймаємо вентилятор № 3,2, з електродвигуном 4А80А4, частотою обертання n = 1420хв$^{-1}$, N = 1,1 кВт, вентилятор серії В-ц14-46.

Отже, достатню кількість свіжого повітря на дільниці по ремонту рульових рейок забезпечено.

Витяжну вентиляцію розраховано.

ЗАГАЛЬНІ ВИСНОВКИ

В роботі ми виконали, провели аналіз та огляд рульових механізмів. Розробили ТП розбирання та складання рульового механізму автомобіля. Розробили структурну послідовності технологічного процесу відновлення деталі.

Провели вибір установочних баз при виконанні технологічних операцій та розрахунок режимів і складання технологічної документації.

Вибрали пристосування для механічної обробки. Провели розрахунок похибки встановлення деталі. Розрахунок і вибір приводу пристосування.

БІБЛІОГРАФІЯ

1. Ляшук О.Л., Гудь В.З., Пиндус Ю.І., Левкович М.Г., Хорошун Р.В. Методичний посібник до виконання бакалаврської роботи за освітньо – кваліфікаційним рівнем «бакалавр» галузі знань 27 «Транспорт» спеціальністі 274 «Автомобільний транспорт» – Тернопіль: Видавництво ТНТУ, 2021. – 60 с.

2. Гевко І.Б Техніко – економічне обґрунтування процесу механічної обробки з використанням комбінованого свердла – мітчика / І.Б.Гевко, Р.Я., Лещук, І.І.Стойко, Н.М.Марчук, М.Д.Сіправська // Сільськогосподарські машини: Зб. наук. ст.–Вип. 40.–Луцьк, 2018. С.21 – 31.

3. Техніко – економічне обґрунтування інженерних рішень на СТО та АТП : Навчальний посібник / Укладачі : Гевко І.Б., Ляшук О.Л., Луциків І.В., Плекан У.М., Клендій В.М. – Тернопіль : Вид – во ТНТУ імені Івана Пулюя, 2021. 276 с.

4. Основи технології виробництва та ремонту автомобілів : Навчальний посібник / Укладачі : Гевко І.Б., Рогатинський Р.М., Ляшук О.Л., Гудь В.З., Левкович М.Г., Сташків М.Я., Сіправська М.Д. – Тернопіль : Вид – во ТНТУ імені Івана Пулюя, 2021. 544 с.

5. Лудченко, О. А. Технічне обслуговування і ремонт автомобілів. Організація і управління : підручник / О. А. Лудченко. – К. : Знання – Прес, 2004. – 478 с. : іл.

6. Сажко, В. А. Електрообладнання автомобілів і тракторів : підручник / В. А. Сажко ; рец.: В. В. Рудзінський, С. К. Полянський, А. З. Філіпов. – К. : Каравела, 2008. – 400 с. : іл.

7. Технологічне проектування автотранспортних підприємств : навч. посібник / С. І. Андрусенко, В. О. Білецький, П. І. Бортницький та ін. ; рец.: О. М. Коробочка, В. В. Рудзінський, В. В. Березняцький. – К. : Каравела, 2009. – 368 с.

8. Желобов, А. А., Конаков, А. М. Устройство и техническое обслуживание автомобилей категории «В» и «С» на примере ВАЗ 2110, ЗиЛ 5301 «Бычок» : учеб. пособие / Л. А. Желобов, А. М. Конаков. – Ростов н/Д : Феникс, 2002. – 256 с. : ил.

9. Автомобілі. Тягово – швидкісні властивості та паливна економічність : навч. посібник / В. П. Сахно, Г. Б. Безбородова, М. М. Маяк, С. М. Шарай. – К. : КВІЦ, 2004. – 174 с : іл.

10. Довідник водія. Добірка законодавчих актів для власників транспортних засобів / упорядкув. Є. К. Пашутинського. – К. : КНТ, 2005. – 408 с.

11. Дерех, З. Д., Душник В. Ф. Підручник водія. Основи керування автомобілем / З. Д. Дерех, В. Ф. Душник. – К. : Арій, 2008. – 144 с. : іл.

12. Справочник автомобилиста. Руководство по ремонту и обслуживанию автомобиля / сост. В. Н. Москвин. – Харьков : Книжный клуб семейного досуга, 2006. – 351 с. : ил.

13. Лукин П.П. Конструктирование и расчет автомобиля [Текст] / П.П. Лукин и другие. – М.: Машиностроение, 2009.-376 с.

14. Артемонов М.Д. Теория експлуатации автомобиля AUDI A6. Учебник для техникумов [Текст] / М.Д. Артемонов, В.И. Иларионов, М.М. Норик. –М.: Машиностроение, 1998.-283 с.

15. Іванов О.В. Охорона праці. – К.: «Будівельні норми», 2006 р. - 98 с.

16. Гандзюк М.П., Желібо Є.П., Халімовський М.О. Основи охорони праці: Підручник. 5-е вид. / За ред. М.П. Гандзюка. - К.: Каравела, 2011. - 384 с.

17. Методические указания и задания к курсовой работе по дисциплине "Гидравлика и гидропневмоприводы"/Составитель: Волков Н.И. - Сумы: Изд-во СумГУ, 2003.

18. Інтернет ресурси

http://prom.ua/Rulevaya-rejka-audi-a6.html?no_redirect=1

http://pidruchniki.com/12920522/bzhd/organizatsiya_ohoroni_pratsi

http://avtosovet.com.ua/remontavto/rulova-rejka-oznaki-nespravnosti

http://zakon3.rada.gov.ua/laws/show/z0322-02

http://buklib.net/books/25031/

http://dtkt.com.ua/show/0sid0178.html