



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.

## ЗАВДАННЯ

### НА БАКАЛАВРСЬКУ РОБОТУ

на здобуття освітнього ступеня бакалавр  
(назва освітнього ступеня)

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

студенту Магезі Максиму Петровичу  
(прізвище, ім'я, по батькові)

1. Тема роботи Розроблення технологічного процесу ремонту поворотної цапфи 66-02-2304080 та технічного обслуговування вантажних автомобілів ГАЗ-66

Керівник роботи Навроцька Т.Д., к.т.н., асистент.  
(прізвище, ім'я, по батькові, науковий ступінь, вчене звання)

Затверджені наказом ректора від « 21 » січня 2021 року № 4/7-57

2. Термін подання студентом завершеної роботи 13 червня 2022

3. Вихідні дані до роботи Базовий технологічний процес

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)

Опора шарова в зборі – А1;

Поворотний кулак без шарніра в зборі – А1;

Механізм колеса переднього моста – А1;

Приспосіблення фрезерне – А1;

Шарнір в зборі – А1;

Цапфа поворотного кулака – А1;

## 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	09.02.2022	
2	Технологічний розділ	08.03.2022	
3	Конструкторський розділ	12.04.2022	
4	Безпека життєдіяльності, основи охорони праці	13.05.2022	
5	Оформлення графічної частини	01.05.2022	
6	Захист бакалаврської роботи	20.06.2022	

Студент

\_\_\_\_\_  
(підпис)

Магега М.П.

\_\_\_\_\_  
(прізвище та ініціали)

Керівник роботи

\_\_\_\_\_  
(підпис)

Навроцька Т.Д.

\_\_\_\_\_  
(прізвище та ініціали)

## РЕФЕРАТ

Бакалаврська робота на тему: «Розроблення технологічного процесу ремонту поворотної цапфи 66-02-2304080 та технічного обслуговування вантажних автомобілів ГАЗ-66».

Роботу виконували на території кафедри автомобілів ТНТУ імені Івана Пулюя. Керівником кваліфікаційної роботи бакалавра була к.т.н., асистент Навроцька Т.Д.

Пояснювальна записка складається з 52 сторінки формату А4 і 6 аркушів формату А1 графічної частини 11 сторінок додатків.

Ключові слова: динаміка, кулак, відновлення, діагностика, дефектація.

## ЗМІСТ

<b>Вступ</b> .....	6
<b>1 ЗАГАЛЬНО-ТЕХНІЧНИЙ РОЗДІЛ</b> .....	7
1.1 Огляд вузла, що підлягає ремонту.....	7
1.2 Проведення defeкації і огляд причин їх виникнення.....	11
1.3 Висновки та постановка завдання на бакалаврську роботу.....	13
<b>2 ТЕХНОЛОГІЧНИЙ РОЗДІЛ</b> .....	14
2.1 Виробнича програма випуску виробів. Тип виробництва.....	14
2.2 Проведення діагностики механізму автомобіля.....	15
2.3 Розрахунок залишкового ресурсу автомобіля.....	20
2.4 Аналіз технічних вимог до деталі.....	22
2.5 Технічне нормування операцій.....	35
<b>3 КОНСТРУКТОРСЬКИЙ РОЗДІЛ</b> .....	37
3.1 Проектування пристосування для виконання ТП.....	37
3.2 Розрахунок на точність і зусилля закріплення.....	37
<b>4 БЕЗПЕКА ЖИТТЄДІЯЛЬНОСТІ, ОСНОВИ ОХОРОНИ ПРАЦІ</b> .....	41
4.1 Шкідливі виділення в ремонтних цехах.....	41
4.2 Техніка безпеки при фарбуванні виробів.....	44
4.3 Додержання безпеки при роботі з абразивними кругами.....	46
<b>ЗАГАЛЬНІ ВИСНОВКИ</b> .....	50
<b>БІБЛІОГРАФІЯ</b> .....	51
<b>ДОДАТКИ</b>	

## ВСТУП

Безвідмовністю автомобіля являється його властивість безперервно зберегти працездатність деякого пробігу. При аналізі безвідмовних агрегатів та систем автомобіля завжди проводиться класифікація відмов залежно від направленості управлінських рішень, для прийняття яких проводиться аналіз. Відмова окремого елемента конструкції в одних випадках може не викликати відмови агрегата, а в інших — викликати часткова або повна відмова агрегату, системи і автомобіля в цілому. При частковій відмові, наприклад відмові гальмівного приводу передніх коліс автомобіля з роздільним приводом гальм мостів, система залишається працездатною, але працює зі значно меншою ефективністю. При класифікаціях відмов розглядають критерій, причини, ознаки, характер і наслідки порушення працездатності.

Критерії і ознаки відмов вказуються в нормативно-технічній документації (рівень зносу протектора шин, витрата олії в двигуна і т. д.) і виявляються вимірами за допомогою приладів або не-посереднім спостереженням (певний шум при роботі агрегата, димлення, підвищений нагрів і т. д.). При тривалій експлуатації автомобілів більшість відмов викликано різного роду ушкодженнями і природними процесами зношування і старіння, темп наростання яких залежить від якості ТО.

# 1 ЗАГАЛЬНО-ТЕХНІЧНИЙ РОЗДІЛ

## 1.1 Огляд вузла, що підлягає ремонту

Головна передача і диференціал переднього моста:

Основні дані переднього моста

Діаметр шліців зовнішнього кулака шарніра в мм:

зовнішній 44,5<sub>-0,17</sub>

внутрішній 39,2<sub>-0,5</sub>

середній 41,75

Кут нахилу бічних поверхонь шліців в градусах - 29

Ширина шліців (на середньому діаметрі) в мм. - 4,32<sub>-0,06</sub>

Розміри конічного роликотидшипника (27307)

шкворнів поворотних кулаків в мм 35<sup>±</sup>80<sup>±</sup>23

Діаметри ведучих, кульок шарніра рівних кутових

швидкостей в мм 39,91 — 39,93

39,93 — 39,95

39,95 — 39,97

39,97 — 39,99

39,99 — 40,01

40,01 — 40,03

40,03 — 40,05

40,05 — 40,07

40,07 — 40,09

Діаметр настановної кульки в мм 34,926 ± 0,025

Проміжок в з'єднанні зовнішнього кулака шарніра і

втулки поворотної цапфи в мм 0,17 — 0,039

Маса переднього моста (без коліс) в кг... 330 і назви деталей

представлено в таблиці 1.1.

Таблиця 1.1: Механізм переднього моста.

№ з/п.	Позначення	Найменування	К-ть одиниць
1	66-23.04 026	Прокладення	2
2	250 559-П8	Гайка	16
3	252 138-П2	Шайба	16
4	66-02-23 04 011	Поворотний кулачок лівий	1
5	66-02-23 04 061	Шарнір в зборі лівий	1
6	63-23 04 084	Прокладення	2
7	66-02-23 04 080	Цапфа у зборі	2
8	66-35 01 010	Гальмо праве	1
9	66-35 01 011	Гальмо ліве	1
10	250 513-П8	Гайка	24
11	252 156-П2	Шайба	24
12	63-31 03 035-А3	Сальник у зборі	2
13	53-31 04 050	Шайба наполеглива	2
14	7515	Підшипник	2
15	53-24 03 036 * )	Підшипник	2
16	53-24 03 048	Прокладення	2
17	66-02-23 04 091	Фланець ведучий	2
18	66-02-42 24 021	Прокладення	2
19	201 454-П8	Болт	6
20	252 155-П2	Шайба	6
21	66-02-42 24 020	Кришка фланця	2
22	13-35 10 273	Кільце ущільнювач	2
23	53-24 01 054	Гайка підшипників	2
24	53-24 01 052	Гайка підшипників	2
25	51-24 01 050	Шайба стопорна	2
26	292 855-П8	Гайка	20
27	252 138-П2	Шайба	20
28	66-31 01 100	Підніжка	2



29	66-02-31 03 013	Маточина права	1
30	66-02-31 03 011	Маточина ліва	1
31	66-02-30 03 050	Сальник зовнішній	2
32	250 712-П8	Гайка праве різьблення	6
33	250 713-П8	Гайка ліве різьблення	6
34	66-31 01 011	Колесо у зборі	2
35	41-42 24 023	Блок сальників	2
36	66-30 03 010	Тяга подовжня	1
37	250 979-П8	Гайка	1
38	258 054-П	Шплінт	1
39	66-02-42 24 047	Втулка захисна	2
40	66-110 04 145	Скоба	2
41	201 451-П8	Болт	2
42	252 155-П2	Шайба	2
43	298 430-П	Сапун	2
44	66-02-42 24 049	Трубка	2
45	66-02-42 24 055	Трубка	1
46	353 052-S	Пробка транспортна	1
47	66-02-23 04 010	Поворотний кулачок правий	1
48	201 495-П8	Болт	2
49	250 612-П8	Гайка	2
50	252 158-П2	Шайба	2
51	66-02-42 24 052	Кронштейн	1
52	66-02-42 24 058	Трійник правий	1
53	66-35 06 054	Кронштейн правий	1
54	A-24 457-П5	Пробка	1
55	298 430-П	Сапун	1
56	66-23 01 005	Картер у зборі	1
57	66-23 02 010	Редуктор у зборі	1
58	250 512-П8	Гайка	2
59	201 499-П8	Болт для демонтажу	2

60	252 137-П2	Шайба	10
61	291 554-48	Болт	10
62	53-24 02 045	Прокладення	1
63	66-02-23 04 050	Шарнір в зборі правий	1
64	66-02-42 24 051	Двійник підведення повітря	1
65	66-02-42 24 053	Кронштейн	1
66	216 301-П8	Шпилька	10
67	216 306-П8	Шпилька	6
68	66-29 05 510-Г	Кронштейн	1
69	66-29 05 511-Г	Кронштейн	1
70	66-35 06 055	Кронштейн лівий	1
71	258 040-П29	Шплінт	1
72	66-34 05 011-А	Силовий циліндр	1
73	66-34 05 247	Кільце стяжне	1
74	66-34 05 245-А2	Ущільнювач	1
75	66-34 05 200	Шайба штока	1
76	66-34 05 220	Шайба штока	1
77	66-34 05 198	Подушка штока	2
78	66-34 05 201	Шайба штока	1
79	258 039-П29	Шплінт	1
80	66-30 03 052-А	Тяга поперечна	1
81	258 056-П29	Шплінт	2
82	40П-42 25 212-А	Кронштейн	2
83	201 417-П8	Болт	4
84	252 154-П2	Шайба	4
85	41-42 24 202	Кран повітря	2
86	66-02-42 24 011	Трубка	2
87	201 452-П8	Болт	4
88	252 152-П2	Шайба	4
89	66-02-42 24 018	Кожух захисний	2

## 1.2 Проведення дефекації і огляд причин їх виникнення

На сучасних автомобілях підвищеної прохідності, наприклад па автомобілі ГАЗ-66, встановлюють з переду ведучий міст, який складається з картеру, головної передачі, диференціалу, півосей та приводних валів. Для передачі крутного моменту від диференціала до ведучих коліс під змінним кутом між піввіссю і приводним валом коліс встановлюється кардан рівних кутових швидкостей. Враховуючи, що головна передача і диференціал переднього ведучого моста мають таку саму будову, що й заднього ведучого моста, розглянемо будову привода до переднього ведучого колеса (рис. 1.1.). До кінців кожуха півосей прикріплено шарові опори поворотних цапф. На сферичній поверхні шарової опори приварено шворні, на шипах яких на конічних підшипниках встановлено поворотні цапфи. Маточини коліс встановлюються на двох роликів конічних підшипниках на порожнистій поверхні поворотної цапфи, всередині якої проходить приводний вал, який за допомогою фланця з'єднується з маточиною колеса. Натяг підшипників маточин коліс регулюють гайкою, а зазор у підшипниках шворнів — регульовальними прокладками, що знаходяться під кришками підшипників.

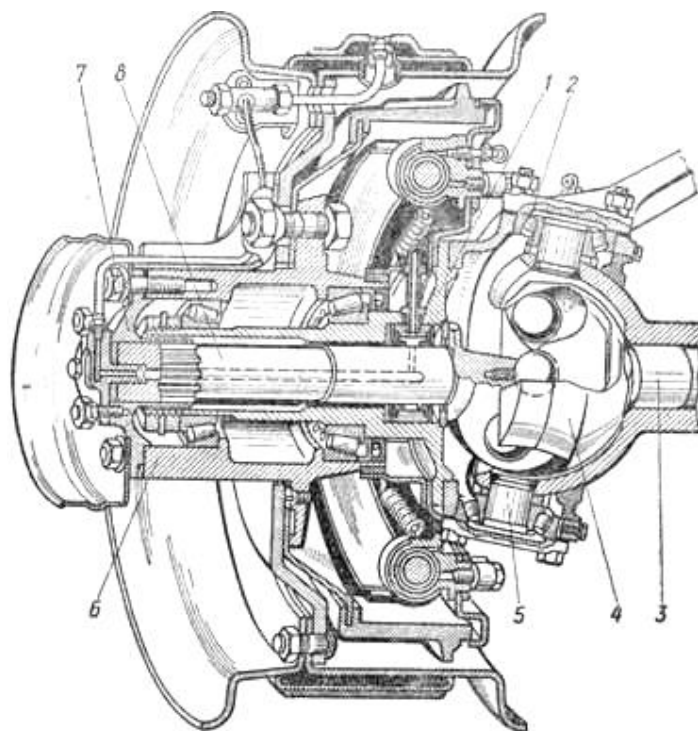


Рис. 1.1 Привід ведучого колеса переднього.

При конструюванні і виробництві автомобіля його деталям додають необхідні якості відносно форми, розмірів, властивостей матеріалів, чистоти поверхні, точність виготовлення і тому подібне. Всі ці якості задаються зазвичай робочими кресленнями, і дотримання їх забезпечує визначені, найбільш сприятливі для даних сполучень умови змащування, розподіл навантаження, тип посадки і ін.

В процесі експлуатації автомобіля первинні якості деталей, обумовлені кресленнями і технічними умовами, змінюються унаслідок зносу деталей або появи різного роду дефектів.

Знос деталей виявляється в зміні якості їх поверхні, геометричних розмірів і форми: на робочих поверхностях з'являються риски і подряпини, геометрична форма з циліндричної переходить в овальну, по довжині деталей з'являються дефекти у вигляді конусності, а в деяких випадках і погнутості.

Властивості поверхневих шарів деталі також змінюються. В деяких випадках поверхнева твердість деталі зменшується в процесі зносу, наприклад при зносі поверхнево закалених, цементованих і цянірованих деталей, а іноді твердість росте унаслідок наклепання, викликаючи при перенаклепанні поступове підвищення крихкості поверхневого шару, прискорений знос.

Зміна геометричних розмірів і форми деталей приводить до порушення характеру заданих сполучень – посадки. Знос деталей рухомих спряжень виявляється в збільшенні зазорів, які ростуть від початкових до максимально допустимих, викликаючи появлення шумів і стукотів. У міру експлуатації автомобіля, особливо за поганих умов роботи і не якісного догляду, знос виникає і в деталях нерухомих сполучень. В цьому випадку замість натягу може виникнути зазор (особливо при використанні деталей з допустимим зносом) і нерухомі посадки набувають характеру рухомих, викликаючи порушення міцності сполучення.

Окрім вказаних явищ у ряді випадків на деталях вузла появляються різні дефекти у вигляді мікроскопічних тріщин, утворення нагару на робочих поверхнях і ін. Спостереження за характером наростання і прояви зносу показує, що при дотриманні правил експлуатації і своєчасному проведенні

технічного обслуговування знос росте поступово, і зміна його величини зв'язана з часом роботи автомобіля.

Величина і ступінь інтенсивності зносу припрацювання залежать від якості поверхні деталей. Чим краще оброблені і припрацьовані деталі, поверхні яких труться, відповідно до умов роботи спряження, тим менший їх знос.

Якщо зазори в спряженнях різко збільшуються то робота їх при цьому супроводиться появою різного роду шумів і стукотів.

Деталі спряження яких є з гарантованим натягом, наприклад шийка вала – кільце підшипника, не мають припрацювання і знос їх настає після закінчення часу роботи, тобто коли посадка з нерухомої переходить в рухому, що виникає при використанні деталей з допустимим зносом.

Швидкість зношування шийок валів, спряжених з підшипниками кочення із посадками з гарантованим натягом, і особливо деталей із шпонковим з'єднанням, буде менш зростаючою в порівнянні з швидкістю зношування зубів шестерень і бігових доріжок кілець підшипників кочення після руйнування їх поверхонь від втоми. Проте тривалість періоду тут може бути триваліший ніж із порівнянням з періодом деталей спряження вал – підшипник кочення. Все залежатиме від умов роботи деталей і зовнішніх дій, визначаючих міцність нерухомих посадок (тривалість збереження натягу) і міцність поверхневих шарів металу від руйнування під впливом втоми.

### **1.3 Висновки та постановка завдання на бакалаврську роботу**

В ході проведеного аналізу механізму колеса переднього моста, ми можемо зробити укладення про доцільність проведення ремонтних робіт, в нашому випадку ми можемо зробити ремонт найбільш зношуваних деталей шляхом регулювання частин вузла ( ТО-1, ТО-2 ), при зносі граничний розмір, що перевищує, заміни частин вузла не піддаються відновленню, і механічне відновлення частин вузла ( ТР, КР ).

Вдосконалити технологічний процес ремонту вузла. Розробити пристосування для виконання технологічного процесу.

## 2 ТЕХНОЛОГІЧНИЙ РОЗДІЛ

### 2.1 Виробнича програма випуску виробів. Тип виробництва

Виходячи, із заданої програми випуску виробів розраховують тип виробництва. Тип виробництва на цьому етапі визначають орієнтовно.

Для визначення типу виробництва, визначають річну програму випуску виробів з урахуванням кількості деталей в партії і запасних і запасних частин по формулі:

$$N = N_1 \times m(1 + \beta / 100); \text{шт} \quad (2.1)$$

$$N_1 = 2000.$$

$$N = 2000 \cdot 1 ( 1 + 5 / 100 ) = 2100 \text{ шт.}$$

На основі початкових даних розраховують штучний час що витрачається на поточну операцію; кількість верстатів, робітників, практичний коефіцієнт закріплення операції.

Згідно з річною програмою випуску деталей ( N = 3150 шт. ) і початкових даних розраховуємо здійснення технологічного процесу по формулі:

$$M_p = N \cdot T_{шт.к.} / 60 \cdot F_g \cdot \eta_{з.н.} \quad (2.2)$$

$$F_g = 20 / 5 \text{ годин ( при 1 зміни робіт )}.$$

$$\eta_{з.н.} = 0,7 \dots 0,9.$$

Усі розрахунки зводимо в таблицю 2.1

Таблиця 2.1: Зведена таблиця розрахунків

№ з/п	Найменування Операції	$T_{шт.к.}$ хв.	$m_p$	$P$	$\eta_{з.н.}$	$O$
025	Токарно-гвинторізна	19,36	0,42	1	0,42	3
030	Горизонтально-фрезерна	3,91	0,085	1	0,085	10
$\Sigma$				2		13

Кількість операцій на одне робоче місце визначається по формулі:

$$O = з.н. / з.ф. \quad (2.3)$$

Коефіцієнт закріплення операції визначається по формулі:

$$K_{з.о.} = \Sigma O / \Sigma P \quad (2.4)$$

$$K_{з.о.} = 126 / 12 = 10,5.$$

Коефіцієнт закріплення операцій являється одна з основних характеристик типу виробництва (ГОСТ 31121 - 84)

При масовому і великосерійному виробництві:

$1 = K_{з.о.} < 10$ , при серійному виробництві  $10 < K_{з.о.} < 20$ , при дрібносерійному:  $10 < K_{з.о.} < 40$ .

У нашому випадку коефіцієнт закріплення операцій відповідає середньо серійному типу виробництва  $10 < K_{з.о.} < 20$ .

## 2.2 Проведення діагностики механізму автомобіля

Найбільший вплив на техніко-економічні показники роботи автомобілів робить якість діагностування рухливого складу перед ТЕ, за допомогою якого





Колеса	Стенд для діагностування ходових якостей автомобіля СХК-1, СХК-2	Верстат для балансування коліс К-125
--------	--	--------------------------------------

Розрахунок добової програми Д1, Д2 або Т01, Т02. Відповідно до керівництва по діагности при ТО-1 передбачається діагностування Д-1 рухомого складу, яке проводиться з періодичністю ТО-1. Перед ТО-2 передбачається діагностування Д-2.

Користуючись методом циклового розрахунку виробничої програми робіт по технічному обслуговуванню і ремонту, визначаємо добову кількість діагностичних дій.

Добова програма Д-1

$$C_{Д-1} = \frac{A_C \left( \frac{1}{L_{ТО-1}} - \frac{1}{L_{ТО-2}} \right)}{\frac{1}{l_{CC}} + \frac{D_{ТО-2} + D_{ТР} + D_{КР}}{1000} + \frac{D_{Ц}}{D_{Ц}}} \quad (2.5)$$

Добова програма Д-2

$$C_{Д-2} = \frac{A_C \left( \frac{L_{Ц}}{L_{ТО-2}} - 1 \right)}{\frac{L_{Ц}}{l_{CC}} + (D_{ТО-2} + D_{ТР}) \frac{L_{Ц}}{1000} + D_{КР}}, \quad (2.6)$$

$A_C$  – 500автомобілів;

$L_{Ц}$  - для автомобіля ГАЗ 66 - 250 000 км;

$l_{CC}$  ГАЗ 66 - 150 км;

$D_{кр}, D_{ТР}, D_{ТО-2}$  – – 15 днів, в поточному ремонті і на технічному обслуговуванні  $ТО-2$  – 0,4 дн/1000км;

$L_{ТО-1}, L_{ТО-2}$  –  $ТО-1$  – 3 000 км,  $ТО-2$  – 12 000 км.

звідси:

Добова програма Д-1:

$$C_{Д-1} = \frac{500 \left( \frac{1}{3000} - \frac{1}{12000} \right)}{\frac{1}{150} + \frac{0,4+0,4}{1000} + \frac{15}{250000}} = 17$$

Добова програма Д-2:

$$C_{Д-1} = \frac{500 \left( \frac{250000}{12000} - 1 \right)}{\frac{250000}{150} + (0,4+0,4) \frac{250000}{1000} + 15} = 6$$

Розрахунок трудомісткості діагностичної дії або ТО.

Трудомісткість діагностичної дії автомобіля ГАЗ 66 при Д-1 складає 8-10% при Д-2 6-1% при ТР 1,5-2% нормативної скоректованої трудомісткості відносно трудомісткості ТО-1, ТО-2 для визначення трудомісткості діагностичної дії визначаємо трудомісткість КР, ТО-1 і ТО-2 по формулі;

$$T_{ТО-1} = N_{ТО-1} \times t_{ТО-1} \quad (2.7)$$

$$T_{ТО-2} = N_{ТО-2} \times t_{ТО-2} \quad (2.8)$$

$$T_{ТР} = \frac{L_{Ц} \times t_{КР}}{1000} \quad (2.9)$$

$$t_{ТО-1} - ТО-1 = 2,6 \text{ люд.год};$$

$$t_{ТО-2} - ТО-2 = 10,3 \text{ люд.год};$$

$$t_{ТР} - ТР = 3,9 \text{ люд.год} / 1000 \text{ км.};$$

$$N_{КР} = \frac{L_{ПР}}{L_{Ц}} \quad (2.10)$$

$$N_{ТО-2} = \frac{L_{ПР}}{L_{ТО-2}} - N_{КР} \quad (2.11)$$

$$N_{TO-1} = \frac{L_{ПП}}{L_{TO-1}} - (N_{TO-2} + N_{КР}) \quad (2.12)$$

$L_{Ц}$  - для автомобіля ГАЗ 66 - 250 000 км;

$L_{TO-1}, L_{TO-2}$  -  $TE-1$  - 3 000 км,  $TO-2$  - 12 000 км;

$L_{ПП}$  - визначається по формулі:

$$L_{ПП} = LCC \dot{g} AC \dot{g} ДГ .$$

АС - приймаємо - 500 автомобілів;

ДГ - 21 день

звідси;

$$L_{ПП} = 150 * 500 * 254 = 19\,050\,000 \text{ км.}$$

$$N_{КР} = \frac{19050000}{250000} = 76,2 \text{ шт.}$$

$$N_{TO-2} = \frac{19050000}{12000} - 76,2 = 1511,3 \text{ шт.}$$

$$N_{TO-1} = \frac{19050000}{3000} - (1511,3 + 76,5) = 4762,5 \text{ шт.}$$

$$T_{TO-1} = 4762,5 \times 2,6 = 12382,5 \text{ люд.год.}$$

$$T_{TO-2} = 1511,3 \times 10,3 = 15566,4 \text{ люд.год.}$$

$$T_{TP} = \frac{19050000 \times 3,9}{1000} = 74295 \text{ люд.год.}$$

Трудомісткість діагностичної дії ГАЗ 66 в рік:

$$P_{Д-1} = \frac{T_{ТО-1}}{(8-10\%)} + 1 = \frac{12382,5}{10} + 1 = 1239,3 \text{ люд.год.}$$

$$P_{Д-2} = \frac{T_{ТО-2}}{(6-10\%)} + 1 = \frac{15566,4}{10} + 1 = 1557,6 \text{ люд.год.}$$

Розрахунок кількості постів діагностики або ТО. Кількість постів діагност визначуваний з вираження

$$X_{Дi} = \frac{T_{Дi}}{D_{Раб.г.} \times T_{СМ} \times C \times \eta \times P_{П}} \quad (2.13)$$

$D_{Раб.г.}$  – 225 днів;

$T_{СМ}$  – 8 год.;

$P_{П}$  – 1 люд.; – 0,85 – 0,9 ;

$C$  – 1.

$$X_{Д1} = \frac{T_{Д1}}{D_{Раб.г.} \times T_{СМ} \times C \times \eta \times P_{П}} = \frac{1239,3}{225 \times 8 \times 1 \times 0,85 \times 1} = 1 \text{ пост.}$$

$$X_{Д2} = \frac{T_{Д2}}{D_{Раб.г.} \times T_{СМ} \times C \times \eta \times P_{П}} = \frac{1557,6}{225 \times 8 \times 1 \times 0,85 \times 1} = 1 \text{ постів.}$$

### 2.3 Розрахунок залишкового ресурсу автомобіля

Під залишковим ресурсом розуміють напрацювання сполучення, вузла, агрегату після контролю до їх граничного стану, що характеризується граничним зносом, неприпустимим погіршенням якості роботи, зниженням економічності.

Результати діагностування вузлів, агрегатів автомобіля можуть бути використані для прогнозу зміни параметра конкретного елементу. При цьому враховуються загальні закономірності зміни цього параметра залежно від напрацювання автомобіля.

Залишковий ресурс роботи дозволяє управляти зміною зносу, домагатися мінімальних експлуатаційних витрат і повніше використати ресурс автомобіля,

виявити сполучення, які можуть відмовити впродовж подальшого періоду роботи, а також планувати об'єм робіт по ТО і ремонту.

Визначення залишкового ресурсу роботи проводять головним чином для тих елементів, термін безвідмовної роботи яких визначає в цілому міжремонтний ресурс вузла, агрегату або автомобіля. До таких елементів відносяться циліндро-поршнева група, кривошипно-шатунний і газорозподільний механізми, шестерні і підшипники силової передачі та ін.

Залишковий ресурс ( $t_{зал}$ ) конкретного елемента при відомому напрацюванні з початку експлуатації визначають як різницю між напрацюванням до граничного його стану і напрацюванням у момент контролю по формулі:

$$t_{зал} = t \left[ \left( \frac{U_n}{U_H} \right)^{\frac{1}{\alpha}} - 1 \right] \quad (2.14)$$

$$U_H = |P_H - P_n| \quad (2.15)$$

$P_t$  при напрацюванні  $t$  і його номінальною величиною  $P_n$ ;

$$U_t = |P_t - P_n| \quad (2.16)$$

звідси;

$$t_{ост} = t \left[ \left( \frac{P_H - P_n}{P_t - P_n} \right)^{\frac{1}{\alpha}} - 1 \right] \quad (2.17)$$

Таблиця 2.4 Значення залишкового ресурсу.

№ п/п	Параметр, що заміряється	Пробіг до першого контрольного виміру Км.	$P_H$	$P_P$	$P_t$	$\alpha$	Залишковий ресурс
1	Люфт шкворного з'єднання	17000	0,11	0,76	0,62	1,5	26974
2	Радіальне Осьове	17000	0,11	1,6	1,23	1,6	25822
3	биття коліс	17000	0	4	3,4	1,36	26007
	Сходження передніх коліс	17000	1,6	3	2,76	1,36	24555

## 2.4 Технологічний процес ремонту деталі

Залежно від річної програми ремонту (відновлення) рішення технологічних завдань здійснюється по-різному.

Складемо технологічний процес для агрегату переднього моста « Цапфи поворотного кулака » 66-02-23 04 081.

Ці процеси зазвичай включають додаткові дані у вигляді ескізів переходів і операцій, вказівок устаткування, пристосування, інструменту, методів і засобів контролю. Типові технологічні процеси полегшують працю технологів при розробці технології виготовлення нових виробів, впровадженню у виробництво нових видів устаткування і оснащення, відробітку технологічності конструкції машин, складальних одиниць і деталей.

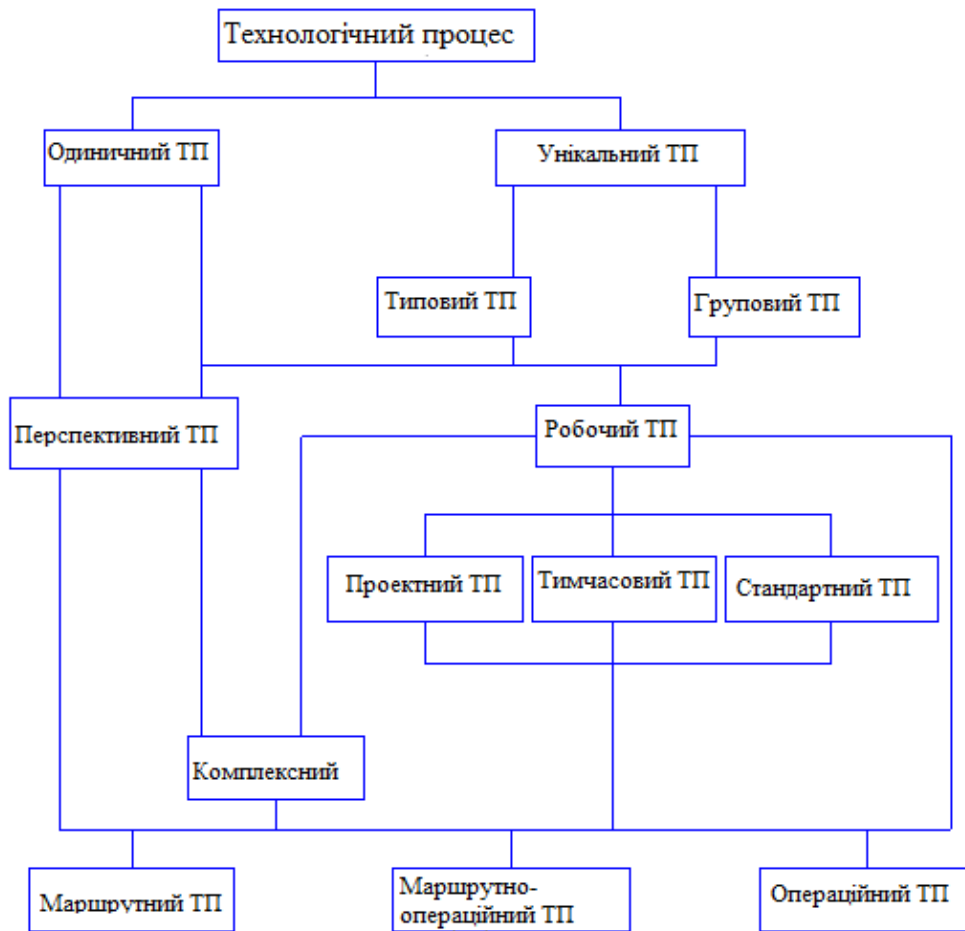


Рис. 2.1. Технологічний процес для вузла.

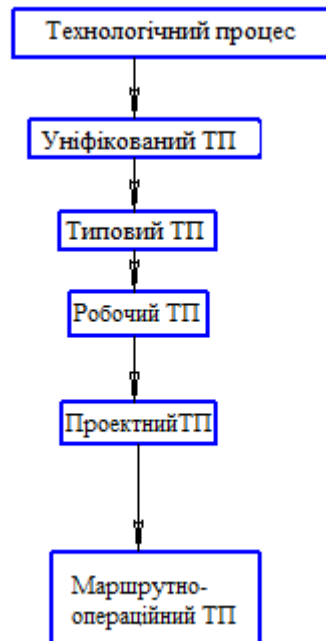


Рис. 2.2. Вид технологічного процесу.

## 2.4 Аналіз технічних вимог до деталі

Виходячи із службового призначення деталі, умови експлуатації встановлюють наступні вимоги на точність розмірів, форми і взаємного розташування поверхні.

До точності розміру пред'являється наступні вимоги:

поверхні:  $\varnothing 65_{k6}$  \_;  $\varnothing 75_{k6}$  \_;

Граничні відхилення інших розмірів, що допускаються; валів h14 отворів по P14; лінійних розмірів  $\pm$  ITШЕ14.2.

Параметри шорсткості;

поверхні:  $\varnothing 65_{k6}$  Ra 6,3;  $\varnothing 75_{k6}$  Ra 0,8;

Інші поверхні обробляються з параметром шорсткості Ra 12,5 .

Перед проведенням дефектація деталей автомобіля піддається знежиренню, вимиті і очищені Прилади систем живлення і електроустаткування, деталі кузова, ресори, радіатори, паливні баки, а також рами проходять дефектацію і сортування безпосередньо на тих ділянках, де їх ремонтують.

Деталі, що не підлягають знеособленню згідно виробничих міркувань, повинні поступати на дефектацію комплектно.

Деталі контролюють зовнішнім оглядом і за допомогою пристосувань і інструментів.

Дефектацію зазвичай розпочинають із зовнішнього огляду подіта.

За зовнішнім оглядом встановлюють загальний технічний стан деталі і виявляють зовнішні дефекти-тріщини, вм'ятини, пробоїни, задири і т. п. При цьому іноді користуються простими і бінокулярними лупами.

Спеціальними приладами і пристроями і виявляють приховані дефекти деталі : структурні зміни матеріалу (втрати пружності пружин), раковин:., волосовина, внутрішні тріщини і т. п.

Магнітна дефектоскопія відрізняється досить високою точністю простотою апаратури і вимагає малих витрат часу на контроль.

Якісна оцінка. Деталь утворено поверхонь, що поруч чергуються, внутрішніх, зовнішніх і торцевих. Більшість розмірів вибрана з ряду



нормальних розмірів. Усі поверхні паралельні і перпендикулярні один відносно одного, клас шорсткості відповідає заданій точності обробки.

Ремонтні поверхні не мають нетехнологічних елементів.

Кількісний розрахунок технологічності.

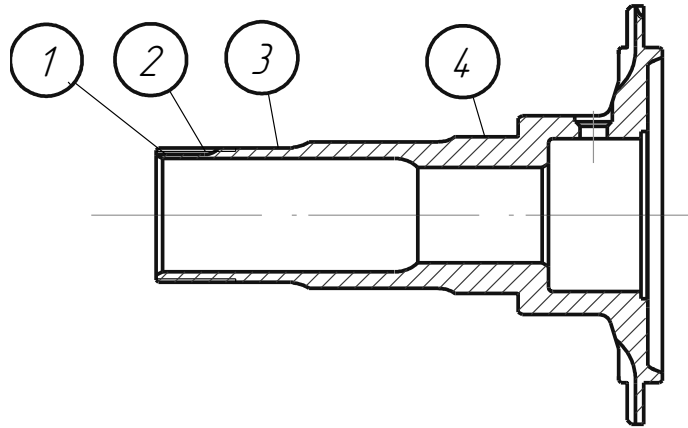


Рис. 2.3. Ескіз деталі

Згідно із стандартами ЕСТП 14201-83 технологічність деталі оцінюється наступними коефіцієнтами:

- коефіцієнт уніфікації конструктивних елементів деталі.
- коефіцієнт точності обробки.
- коефіцієнт шорсткості поверхонь.

Для розрахунку цих коефіцієнтів складемо таблицю початкових даних.

Таблиця 2.5 Звідна таблиця конструктивного аналізу технологічності.

№ поверхні	Квалітет точності обробки	Шорсткість Rz, мм	Уніфікація Поверхні.
1	14	6,3	+
2	8	6,3	+
3	6	0,32	+
4	6	0,32	+
$\Sigma$	34	13,24	4

Коефіцієнт уніфікації конструктивних елементів :

$$K_{y.e.} = Q_{y.e.} / Q_e.$$

$$Q_{y.e.} = 32.$$

$$Q_e = 35.$$

$$K_{y.e.} = 32 / 35 = 0,914.$$

Коефіцієнт точності обробки :

$$K_{точн.} = 1 - 1 / A_{cp.}$$

$$A_{cp.} = \sum_{i=1}^n A_i / n_i \quad (2.20)$$

$$A_{cp.} = 34 / 4 = 8,5.$$

$$K_{точн.} = 1 - 1 / 8,5 = 0,882.$$

Коефіцієнт точності  $K_{точн.}$  прямує до 1, отже, деталь технологічна по цьому коефіцієнту.

Коефіцієнт шорсткості поверхні :

$$K_u = 1 / Ш_{cp.}$$

$$Ш_{cp.} = \sum Ш_i / n_i \quad (2.21)$$

$$Ш_{cp.} = 40,24 / 4 = 10,06.$$

$$K_u = 1 / 10,06 = 0,0994.$$

Коефіцієнт шорсткості прагне до 1, отже, деталь технологічна по цьому коефіцієнту.

Після проведених розрахунків можна зробити висновок, що в цілому деталь технологічна. Методи обробки поверхні

Таблиця 2.6 Технічна схема ремонту деталі.

№п/п Опер.	Найменування операції	Устаткування	Прилади і інструменти
005	Мийна 1. Промити деталь в розчині мийного засобу.	Мийна машина ОМ 9313	Контейнер цеховий Мийний засіб МС-15; ТУ 38- 10738-73 Концентрацією 20г/л
010	Дефектувальна Дефектувати деталь технічною вимогою на капітальний ремонт ТК 70.0001.018-81. Визначити знос різблення. Визначити найменший діаметр посадочних місць під підшипник $d_{min}$ . При відхиленні геометричної форми більше 0,010 мм приводити наплавлення.	Верстак ОРГ 1468-01-060А лещата слюсарні ГОСТ 5698-51	Важільний мікрометр МРП 50-75 ГОСТ 11095-75 Важільний мікрометр МРП 75-100 ГОСТ 11095-75 Штангенциркуль ШЦ-1 0-125 ГОСТ 543-41
015	Наплавлення Нанести шар металопокриття на поверхню, матеріал дроту Сталь 35Х, НВ 269.321, U=14В, S=6 мін-1, V=1,3 м/хв	Напівавтомат ПДПГ-300	
020	Термічна; 1.Відпал	Піч СН 2.5.5.1.7/10	

025	Токарна Гострити поверхню під Ф65 Гострити поверхню під Ф75 Гострить поверхню Ф64 Нарізувати різьблення М64 g1, 5 8g	Токарно- гвинторізний верстат 1К62	Штангенциркуль ШЦ-1 0-125 ГОСТ 543-41
030	Фрезерна 1. Фрезерувати паз під шпонку до розміру N=B; подання на зуб S=0.24 мм, V=60 м/мін	Горизонтально- фрезерний верстат 6 P81	Штангенциркуль ШЦ-1 0-125 ГОСТ 543-41
035	Контрольна 1. Зробити контроль посадочних місць під підшипник на радіальне биття.		Стійка С1 з індикаторною голівкою, пристосування спеціальне.

Припуски на обробку поверхонь (табличним методом)

Таблиця 2.7 Призначення припусків на оброблювані поверхні.

№ поверхні	Необхідні параметри			Метод отримання поверхонь	Отримуваний розмір	Припуск, мм	Квалітет	Шорсткість.
	Номінальний розмір мм	Квалітет	Шорсткість					
1	7•4•30	14	6,3	Фрезерування	7•4•30	1•4,0	14	6,3
2	М64- 1,5	8	6,3	Точіння;  чистове нарізування різьблення	Ф65 Ф64 М64-1,5	2•0,5 - -	9 8	6,3 6,3
3	Ф 65	6	0,32	Наплавлення Точіння: чорнове	Ф70 Ф68	2•1 2•2	14 11	25 12,5 6,3

4	Ф 65	6	0,32	напівчистове	Ф66	2•0,35	8	1,6
				чистове	Ф65, 3	2•0,15	6	0,032
				тонке	Ф65			
							16	25
				Наплавлення	Ф80	2•2	14	12,5
				Точіння: чорнове	Ф78	2•2	11	6,3
				напівчистове	Ф76	2•0,35	8	1,6
				чистове	Ф75, 3	2•0,15	6	0,032
	тонке	Ф75						

Розрахунок режимів різання на поверхню  $\varnothing 75k6$  (точіння). В результаті обробки необхідно отримати 6 квалітет, шорсткість 0,8.

Загальний припуск складають  $2 \times 4,0$ .

1. Чорнове обточування:  $t = 2,0$  мм, отримуємо  $\varnothing 79 - 0,17$ .

Приймаємо подання:  $S = 0,75$  мм / об.

Швидкість різання визначається:

$$v = \frac{C_v}{T^m \cdot t^x \cdot S^y} \cdot K_v \quad (2.22)$$

$$C_v = 350;$$

$$m = 0,2;$$

$$x = 0,15;$$

$$y = 0,35 [8].$$

$$T = 30 \text{ хв.}$$

$$K_v = K_{mv} \cdot K_{nv} \cdot K_{uv} \cdot K_{\varphi v}, \quad (2.23)$$

$$K_{mv} = K_r \left( \frac{750}{\sigma_s} \right)^{n_g} \quad (2.24)$$

$$K_{mv} = 0,85 \left( \frac{750}{750} \right)^1 = 0,85$$

$$K_r = 0,85 .$$

$$K_{nv} = 0,85.$$

$$K_{uv} = 0,65$$

$$K_{\varphi v} = 0,9$$

$$K_v = 0,8 \cdot 0,8 \cdot 0,65 \cdot 0,9 = 0,38$$

$$v = \frac{350}{30^{0,2} \cdot 2^{0,15} \cdot 0,75^{0,35}} \cdot 0,38 = 68 \text{ м/хв..}$$

Частота обертання шпинделя, об/хв:

$$n_p = \frac{1000 \cdot V}{\pi \cdot D}, \quad (2.25)$$

$$n_p = \frac{1000 \cdot 68}{3,14 \cdot 75} = 287, \text{ об/хв..}$$

Уточнюємо по паспорту верстата :  $n=230$  об/хв..

$$V = \frac{n \cdot \pi \cdot D}{1000},$$

$$V = \frac{230 \cdot 3,14 \cdot 75}{1000} = 54, \text{ м/хв..}$$

Сила різання визначається по формулі, Н:

$$P_z = 10 \cdot C_p \cdot t^x \cdot S^y \cdot V^n \cdot K_p, \quad (2.26)$$

$$C_p = 300,$$

$$x = 1,$$

$$y = 0,75,$$

$$n = 0,15.$$

$$K_p = K_{mp} \cdot K_{\varphi p} \cdot K_{np} \cdot K_{rp},$$

$$K_{mp} = \left( \frac{\sigma_B}{750} \right)^n,$$

$$n = 0,75.$$

$$K_{mp} = \left( \frac{750}{750} \right)^{0,75} = 1,0,$$

$$P_z = 10 \cdot 300 \cdot 2,0^1 \cdot 0,75^{0,75} \cdot 54^{-0,15} \cdot 0,83 = 2111, \text{ Н.}$$

Потужність різання, кВт

$$N = \frac{P_z \cdot V}{1020 \cdot 60} \quad (2.27)$$

$$N = \frac{2111 \cdot 54}{1020 \cdot 60} = 1,9 \text{ кВт.}$$

2) Напівчистове обточування,  $\varnothing 76(-0,19) Ra6,3$

Приймаємо подання  $S = 0,35 \text{ мм / об; } t = 1,5 \text{ мм.}$

Швидкість різання визначається:

$$v = \frac{C_v}{T^m \cdot t^x \cdot S^y} \cdot K_v$$

$$C_v = 350;$$

$$m = 0,2;$$

$$x = 0,15;$$

$$y = 0,35;$$

$$T = 45 \text{ хв.}$$

$$K_v = K_{mv} \cdot K_{nv} \cdot K_{uv} \cdot K_{\varphi v},$$

$$K_v = 0,85 \cdot 1,0 \cdot 1,0 \cdot 0,8 = 0,68.$$

$$v = \frac{350}{45^{0,2} \cdot 1,5^{0,15} \cdot 0,35^{0,35}} \cdot 0,68 = 146 \text{ м/хв..}$$

Частота обертання шпинделя, об/хв:

$$n_p = \frac{1000 \cdot V}{\pi \cdot D},$$

$$n_p = \frac{1000 \cdot 146}{3,14 \cdot 75} = 622 \text{ об/хв..}$$

Уточнюємо по паспорту верстата :  $n=610$  об/хв.

$$V = \frac{n \cdot \pi \cdot D}{1000},$$

$$V = \frac{610 \cdot 3,14 \cdot 75}{1000} = 143 \text{ м/хв..}$$

Сила різання визначається по формулі, Н:

$$P_z = 10 \cdot C_p \cdot t^x \cdot S^y \cdot V^n \cdot K_p,$$

$$C_p = 300,$$

$$x = 1,$$

$$y = 0,75,$$

$$n = -0,15;$$

$$K_p = 0,83.$$

$$P_z = 10 \cdot 300 \cdot 1,5^1 \cdot 0,35^{0,75} \cdot 143^{-0,15} \cdot 0,83 = 789 \text{ , Н.}$$

Потужність різання, кВт

$$N = \frac{P_z \cdot V}{1020 \cdot 60}$$

$$N = \frac{789 \cdot 143}{1020 \cdot 60} = 1,84 \text{ кВт.}$$



3) Чистове точіння,  $(75,3(-0,046) Ra 1,6$ .

Приймаємо подання  $S = 0,25 \text{ мм} / \sigma$ ;  $t = 0,35 \text{ мм}$ .

Швидкість різання визначається:

$$v = \frac{C_v}{T^m \cdot t^x \cdot S^y} \cdot K_v$$

$$C_v = 420;$$

$$m = 0,2;$$

$$x = 0,15;$$

$$y = 0,2;$$

$$T = 45 \text{ хв},$$

$$K_v = 0,68.$$

$$v = \frac{420}{45^{0,2} \cdot 0,35^{0,15} \cdot 0,25^{0,35}} \cdot 0,68 = 206 \text{ м/хв..}$$

Частота обертання шпинделя, об/хв:

$$n_p = \frac{1000 \cdot V}{\pi \cdot D},$$

$$n_p = \frac{1000 \cdot 206}{3,14 \cdot 75} = 874,7 \text{ об/хв..}$$

Уточнюємо по паспорту верстата :  $n=710 \text{ об/хв..}$

$$V = \frac{n \cdot \pi \cdot D}{1000},$$

$$V = \frac{710 \cdot 3,14 \cdot 75}{1000} = 167 \text{ м/хв..}$$

Сила різання визначається по формулі, Н:

$$P_z = 10 \cdot C_p \cdot t^x \cdot S^y \cdot V^n \cdot K_p,$$

$$C_p = 300,$$

$$x = 1,$$

$$y = 0,75,$$

$$n = -0,15;$$

$$K_p = 0,83.$$

$$P_z = 10 \cdot 300 \cdot 0,35^1 \cdot 0,25^{0,75} \cdot 167^{-0,15} \cdot 0,83 = 140 \text{ Н.}$$

Потужність різання, кВт

$$N = \frac{P_z \cdot V}{1020 \cdot 60}$$

$$N = \frac{140 \cdot 167}{1020 \cdot 60} = 0,38 \text{ кВт.}$$

Для усіх інших поверхонь режими різання призначимо табличними методами та занисем у таблицю 2.9.

Таблиця 2.8. Призначення режимів різання

№ обпер.	Найменування операції і зміст переходів	мат. реж.	t мм	i	S0	l=1+1 2 мм	V, м/мін	n, мін-1	N, кВт	T0, мін
025	Токарно-гвинторізна									
	Точити <u>пов.</u> 3 до Ф 65 кб	T30K4	0,15	1	0,35	26	126	1021	3,2	1,2
	Точити <u>пов.</u> 3 до Ф 64 l = 38	T30K4	0,15	1	0,35	26	126	1021	3,2	1,2
	Точити <u>пов.</u> До Ф 75 кб	T30K4	0,15	1	0,35	26	126	1021	3,2	1,2
	Нарізувати різьблення <u>пов.</u> 2 М64-1,5 - 8g l = 38	T15K6	-	8	0,6	39	9,2	75	1,19	2,0
030	Горизонтально-фрезерна									
	Фрезерувати поз 1 b=70.5 h=4 l=231.5	P18	4,0	1	200	33	50,1	200	1,2	2,0

## 2.5 Технічне нормування операцій

До технічного нормування відноситься призначення часу на обробку змiну iнструментiв, оснащення, пiдготовчо-завершальнi роботи.

Таким чином час на виконання механiчної роботи ( $T_0$ ) обчислюють по формулах залежно вiд виконуваних проходiв, але усi вони зводяться до однiєї:

$$T_0 = \frac{\ell}{nS_0} \cdot i \quad \text{хв,} \quad (2.28)$$

Норму штучного часу на операцiю пiдраховують по формулi:

$$T_{шт} = T_0 + T_в + T_{м.об} + T_{о.об} + T_{е.н}, \quad (2.29)$$

$$T_{м.об} (T_0 + T_в).$$

$$T_{о.об} (T_0 + T_в).$$

$$T_{е.н} (T_0 + T_в).$$

У серiйному виробництвi враховується  $T_{пз}$  пiдготовчо-завершальний час, розраховується на партiю деталей  $n$  :

$$T_{шт-к} = \frac{T_{пз}}{n} + T_{шт}, \quad (2.30)$$

$$\partial n = 1050 \text{ шт.}$$

$$t = 5 \text{ днiв.}$$

$\Phi e = 253$ , при двох днях вiдпочинку в тиждень i тривалiсть робочого дня 8 годин.

$$n = \frac{2100 \cdot 5}{253} = 41 \text{ штук,}$$

приймаємо 41 шт.

Таблиця 2.9 - Технічне нормування операцій.

№ обпер	Найменування операції	T0, хв	Tв, хв	Tт.об, хв	Te.о, хв	Tі.н, хв	Tшт, хв	Tпз, хв	n	Tшт-к, хв
15	Наплавлення	15	1,8	0,279	0,168	0,465	17,712	24	41	17,712
25	Токарно-гвинторізна	0,5	0,8	0,279	0,168	0,465	10,23	24	41	10,62
30	Горизонтально-фрезерна	2,0	1,2	0,096	0,064	0,16	3,52	24	41	3,91
		9,5	3	0,375	0,232	0,625	13,75	48	82	14,23

## 3 КОНСТРУКТОРСЬКИЙ РОЗДІЛ

### 3.1 Проектування пристосування для виконання ТП

Розроблене пристосування призначене для обробки паза шпонки на горизонтально-фрезерному верстаті моделі 6Р81.

Конструкція пристосування складається з:

- опорних елементів у вигляді постійних опор-призм.;
- затискного пристрою, що включає контактний елемент у вигляді призми, що приєднується до плити гвинтами і штифтами, плити кондукторної, що сполучається основою і корпусом втулкою пневмокамери, приведеною в дію поворотом руків'я крану;
- елементів, що забезпечують точне розташування пристосування на верстаті у вигляді направляючої шпонки;
- основи, виготовленої шляхом зварювання елементів, вирізаних із сталевого прокату.

### 3.2 Розрахунок на точність і зусилля закріплення

Спроектовано пристосування на 035 вертикально-свердлувальну операцію, для свердління 2-х отворів  $\varnothing 4$ ,  $l=28$  мм.

Для прорізання паза, Р18. Для розрахунку необхідного зусилля притиску деталі розраховуємо режими різання.

1. Глибина різання,  $t = 0.5D$ ;  $t = 4$  мм.

2. Подання вибираємо по таблиці

$$S = 200 \text{ мм / об [8]}$$

3. Швидкість різання, м/хв :

$$V = \frac{C_v * D^q}{T^m S^y} * K_v$$

$$Cv = 7.0,$$

$$q = 0.4,$$

$$y = 0.7,$$

$$m = 0.2 \text{ [8].}$$

$$T = 15 \text{ xв [8].}$$

$$K_v = K_{mv} * K_{uv} * K_{lv}.$$

$$K_{mv} = Kr * \left(\frac{750}{700}\right)^{mv} = 1 \left(\frac{750}{700}\right)^{0.9} = 1.06$$

$$K_{uv} = 1.0 \text{ [8].}$$

$$K_{lv} = 0.65 \text{ [8].}$$

$$K_v = 1.06 * 1.0 * 0.65 = 0.69 .$$

$$V = \frac{7 * 4^{0.4}}{15^{0.2} * 0.1^{0.7}} * 0.69 = 50.1 \text{ м/хв..}$$

Осьова сила, Н

$$Po = 10Cp * D^q * S^y * Kp ,$$

$$Cp = 68,$$

$$q = 1.0,$$

$$y = 0.7,$$

$$Kp = 1.$$

$$Po = 68 * 4^{1.0} * 0.1^{0.7} * 1 * 10 = 543Н .$$

Розрахуємо зусилля затиску :

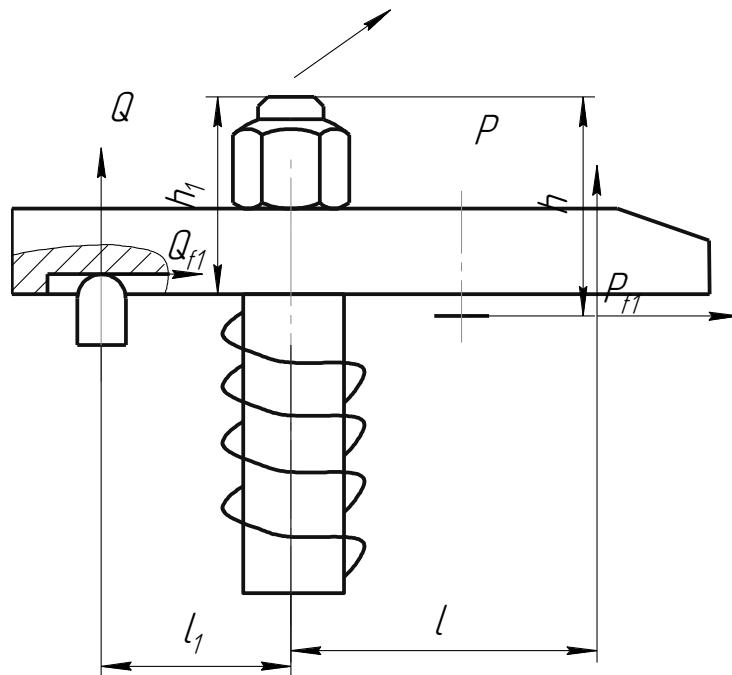


Рис. 3.1. Розрахункова схема зусилля затиску.

$$Q = P \frac{l + hf + rf_0}{l_1 - h_1 f_1 - rf_0},$$

$$l_1 = l_2 = 40 \text{ мм.}$$

$$r = 22 \text{ мм.}$$

$$h = h_1 = 37.$$

$$f_1 = f = 0.05 - 0.15.$$

$$f_0 = 0.03.$$

$$\eta = 0.85.$$

$$P = 543 \text{ Н.}$$

$$Q = 543 * \frac{40 + 37 * 0.15 + 22 * 0.03}{40 - 37 * 0.15 - 22 * 0.03} = 742.6 \text{ Н.}$$

Сила затиску,

$$H : W = Qk.$$

$$k = 2.5.$$

$$W = 742.6 * 2.5 = 1857 \text{ Н.}$$

Розрахунок пристосування на точність:

$$\sum \delta = k \sqrt{\delta_{\delta}^2 + \delta_H^2 + \Delta H^2 + \delta_n^2},$$

$$k = 1.1.$$

Погрішність базування рівне 0, оскільки вісь отвору  $\varnothing 4$  співпадає з віссю втулки, то при дотримання умови симетричності робочих поверхонь призми погрішність базування в призмі дорівнює 0.

Погрішність фрезерування буде рівна:

$$\delta_H = k * \frac{d_{\text{вн}} - d_{\text{св}}}{2} + mE + P(d_{\text{вн}} - d_{\text{св}}) \frac{h+b}{l},$$

$$k = 0.5,$$

$$m = 0.4,$$

$$E = 0.005,$$

$$P = 0.35,$$

$$h = 3$$

$$b = 28,$$

$$l = 14.$$

$$\delta_H = 0.5 \frac{4.018 - 3.982}{2} + 0.4 * 0.005 + 0.35(4.018 - 3.982) * \frac{3 + 28}{14} = 0.0389 \text{ мм.}$$

$$\Delta H = 0.01 \text{ мм.}$$

Погрішність розташування направляючих елементів (шпонок призматичних) відносно опорних елементів пристосування.

$$\text{шпонки } 16 \text{ h}6_{(-0.011)}$$

$$\text{паз столу } 14 \text{ H}8^{(+0.027)}$$

$$\delta_n = 0.027 + 0.011 = 0.038$$

$$\sum \delta = 1.1 \sqrt{0^2 + 0.0389^2 + 0.01^2 + 0.038^2} = 0.06 \text{ мм.}$$

В даному випадку перевіряються розміри:  $22 \pm 0.26$  і  $67 \pm 0.37$ . Розрахунковий допуск  $0.06 < 0.26$  отже, розроблене пристосування забезпечить задану точність.



## 4 БЕЗПЕКА ЖИТТЄДІЯЛЬНОСТІ, ОСНОВИ ОХОРОНИ ПРАЦІ

### 4.1 Шкідливі виділення в ремонтних цехах

Ряд робіт у машинобудуванні за умовами технологічного процесу супроводжується забрудненням повітря у виробничих приміщеннях в результаті виділення газів, парів та пилу і ненормальним метеорологічним режимом, який створює несприятливі умови праці.

Виробничі гази та пари, потрапляючи в організм людини, можуть призвести в певних умовах до гострого або хронічного отруєння. При цьому концентрація отруйних парів та газів і тривалість впливу їх на організм мають першорядне значення. Крім того, в певних концентраціях гази й пари в суміші з повітрям вибухонебезпечні.

Пил шкідливий для людського організму, а також нетерпимий з чисто технологічних причин (наприклад, при лакуванні виробів). Проникаючи в тертьові частини механізмів, пил прискорює їх спрацьовування і, потрапляючи на обмотку електродвигунів, може викликати коротке замикання. На особливо точних операціях він може бути причиною браку продукції. Пил деяких речовин вибухо- та пожежонебезпечний.

Для машинобудівних підприємств характерне забруднення повітря виробничих приміщень такими отруйними газами й парами, як окис вуглецю, сірководень, аміак, хлор, сірчистий газ, окисли азоту, пари азотної кислоти, пари бензину та ін.

Найнебезпечніший шлях проникнення отруйних речовин до організму людини - легені, бо загальна поверхня самих тільки легеневих каналів становить близько 90 м<sup>2</sup>.

Крізь шкіру отруйні речовини проникають, якщо на її поверхні є

механічні пошкодження або при шкіряних хворобах. Коли на шкіру потрапляють розчинники жирів (бензол, бензин, гас, спирт), жировий шар шкірного покриву розчиняється і крізь пори отруйна речовина проникає у венозні капіляри; током крові отрута розноситься по всьому організму.

Отрути — це хімічні речовини, які, потрапивши в організм людини, вступають у хімічну або фізико-хімічну взаємодію з його тканинами і за певних умов порушують їх нормальну життєдіяльність. Хворобливий стан організму, що настає внаслідок цих порушень, називається отруєнням.

Промисловими називаються отрути, з якими доводиться працювати в процесі виробництва і які можуть шкідливо впливати на організм працюючих. Отруєння, викликані промисловими отрутами у виробничих умовах, називаються промисловими отруєннями.

Отруйність речовин залежить від фізичного стану отрути (газоподібний, пиловидний, тверді шматки чи розчин). Важкорозчинні речовини, які за природою своєю отруйні, можуть не справляти шкідливої дії, якщо вони не розчиняються у шлунковому соку, у крові або в клітинній протоплазмі.

Отруєння на машинобудівних підприємствах трапляються при роботах у ливарних, термічних, гальванічних, ковальських цехах, при роботі з кислотами, лугами, при фарбуванні виробів.

Сірчистий газ та аміак спричиняють подразнення слизової оболонки верхніх дихальних шляхів. Якщо концентрації цих газів значні, а їх дія на людину тривала, виникають гострі отруєння всього організму, набряк легенів і розширення серця. Крім того, аміак викликає тяжкі ураження очей. Вміст 16—27% аміаку у повітрі призводить до вибуху.

Внаслідок вдихання парів хрому та його сполук, крім різкого подразнення верхніх дихальних шляхів, з'являються ще й виразки на слизових оболонках цих шляхів, особливо носової порожнини. Можливий прорив носової перетинки. Розчини хромових солей на незахищеній шкірі призводять до виразок, що погано загоюються. Пари соляної, азотної та сірчаної кислот також шкідливі для дихальних шляхів та легенів людини.

Дуже небезпечний етильований бензин — суміш звичайного бензину і тетраетилової рідини; остання додається до бензину для підвищення

октанового числа і є металоорганічною сполукою. Пари тетраетиллової рідини у значній концентрації спричинюють слабкість, головний біль, металічний присмак у роті, поганий сон, втрату апетиту, нудоту, зменшення у вазі, зниження температури; за особливо несприятливих умов уражується центральна нервова система.

Під час роботи з ртуттю при різних лабораторних процесах, а також з ртутними вимірювальними приладами ртуть може випаровуватися. Потрапляючи в організм людини, пари ртуті призводять до інтоксикації, стоматиту, який супроводжується появою виразок на яснах і випаданням зубів. Крім того, внаслідок дії цих парів розвивається недокрів'я, з'являється безсоння, розладнується центральна нервова система, можливий також параліч кінцівок.

У цехах з металопокриттям можуть виділятися пари свинцю і цинку, що шкідливо впливають на організм людини.

Окреме місце серед шкідливих парів і газів займає вуглекислий газ — один з найпоширеніших промислових газів, який спричинює понад половину всіх нещасних випадків, пов'язаних з виробничими отруєннями в машинобудуванні. Цей газ — постійний супутник гарячих процесів обробки металів.

Окис вуглецю утворюється, якщо приплив кисню повітря до місця горіння недостатній. У повітря виробничих приміщень окис вуглецю потрапляє внаслідок виходу відхідних газів з нагрівальних, плавильних і сушильних печей під час заливальних та вибивних операцій у ливарних цехах, від гарячого металу в ковальських і термічних цехах та ін. Цей газ легко поширюється в приміщенні, не має кольору, смаку і запаху. Присутність газу у виробничих приміщеннях визначається тільки спеціальним приладом — газоаналізатором. В організм людини вуглекислий газ проникає крізь легені і сполучається з гемоглобіном крові. Гемоглобін, зв'язаний окисом вуглецю, не може поглинати кисень повітря, внаслідок чого настає кисневе голодування, яке іноді призводить до отруєння всього організму. Може статись ядуха. Легкі отруєння цим газом викликають головний біль, нудоту, загальну слабкість.

Щоб зробити висновки про ступінь шкідливості окремих отруйних газів, парів і токсичного пилу, а також, щоб застосувати промислову вентиляцію та інші методи й засоби боротьби з забрудненням повітря, треба точно знати

гранично допустимі концентрації їх у повітрі, які не впливають на самопочуття людини навіть при тривалій дії

При хорошій вентиляції фарбування можна зробити практично нешкідливим. При обслуговуванні робітники повинні одягати окуляри з темно-синіми скельцями для захисту очей від дії інфрачервоного проміння.

Коли потрібна велика швидкість висихання покриттів, застосовують сушку в електростатичному полі, яка основана на принципі перетворення електричної енергії в теплову. При вміщенні виробу в змінне електричне поле в ньому індукуються струми, що нагрівають його поверхню. Для цього використовується поле промислової, підвищеної та високої частоти. Недолік цього способу — необхідність виготовлення спеціальних складних індукторів за профілем фарбованого виробу та висока витрата електроенергії.

Приміщення і устаткування лакофарбувальних цехів завжди треба утримувати справними, чистими, відповідно до існуючих правил пожежо- та вибухобезпеки.

## **4.2 Техніка безпеки при фарбуванні виробів**

Матеріали і процеси фарбування можуть служити причиною нещасних випадків та пожеж. Свинець, мідь, миш'як, ртуть, що входять до складу деяких пігментів, небезпечні для людини, якщо вони потрапляють крізь рот у шлунок та кишечник. Пари розчинників і газів, які утворюються при сушінні, викликають отруєння легенів; вони також небезпечні і в пожежному відношенні. Туман, який утворюється при фарбуванні пульверизацією, пил від шліфування також погіршують умови праці. Гаряче сушіння створює ненормальні умови праці та небезпеку виникнення пожежі. Обладнання фарбувальних та фарбоприготувальних відділень може стати також джерелом травм. Тому у заходах по охороні праці і техніці безпеки треба передбачати: оздоровлення умов праці шляхом влаштування ефективної вентиляції виробничих приміщень; обов'язкове користування індивідуальними засобами захисту; застосування барвників та розчинників, що не справляють сильної токсичної дії; виключення свинцевих сполук із складу лакофарбових матеріалів

при пульверизаційному фарбуванні; максимальну механізацію всіх процесів, пов'язаних із складанням, розбавленням, змішуванням лаків, фарб та емалей, що усуває безпосереднє стикання людини з хімічними продуктами; ізоляцію робіт, які супроводжуються виділенням шкідливих газів і парів; медико-профілактичні заходи у вигляді прийняття душу, періодичних медичних оглядів робітників та ін.; санітарний інструктаж для ознайомлення працюючих з виробничими шкідливостями та нормами особистої поведінки на виробництві і в побуті.

Склад лаків, фарб, розчинників, розріджувачів, зм'якшувачів та інших хімічних продуктів має бути відомий, а допустимість їх застосування — заздалегідь перевірена в лабораторних умовах і погоджена з органами Державної санітарної інспекції. При введенні нових складових частин чи зміні продукту в бік підвищення вмісту бензолу цю погодженість з Держсанінспекцією треба поновлювати, бо вживання бензолу заборонено. Вживання випадкових, невідомих хімічних продуктів і таких, що не мають паспорта, не допускається.

Технологи і начальники цехів, складів, лабораторій повинні враховувати, що при введенні до рецептур метилового спирту (метанолу) необхідно додержувати суворих заходів, які не допускають зловживань з боку працюючих, зокрема використання його як спиртного напою.

До роботи на установці з електричним полем високої напруги допускаються особи, затверджені відповідним наказом після перевірки знань з техніки безпеки і правил експлуатації.

Правила експлуатації установки з електричним полем високої напруги такі: перед ввімкненням фарбувальної установки необхідно перевірити, чи надійно вона заземлена; опір заземлюючого пристрою не повинен перевищувати 4 ом, на що складається відповідний акт; перед кожним ввімкненням установки необхідно провести зовнішній огляд і переконатися в її справності, а також у відсутності людей в зоні фарбувальної камери; при огляді особливу увагу слід звернути на стан ізоляції і, якщо вона забруднена, протерти її сухою ганчіркою.

При роботі у розпилювальних камерах слід користуватися респіраторами і окулярами, які захищають від шкідливих дій парів розчинників та фарбового туману.

Для захисту шкіри від подразнюючої дії кам'яновугільних та нафтових продуктів, рослинних масел, смол та інших речовин, які не розчиняються у воді і гліцерині, застосовується паста ХЮП-4. Для профілактики професійних шкірних захворювань при роботі з органічними розчинниками, лаками, фарбами і смолами вживається паста ІЕР-1. Рекомендується захищати кисті рук сполуками, що утворюють суцільну нерозчинну плівку («біологічні рукавички»). Щоб зберегти шкіру рук від дії водних розчинів кислот і лугів, можна застосовувати пасту ІЕР-2, наносячи її на шкіру тонким шаром; змивається вона звичайною водою, застосовувати для цього розчинники категорично забороняється.

Працювати треба в рукавицях з лляної тканини. Робітники малярних цехів забезпечуються душами і умивальниками з теплою водою, їм видається емульсуюче мило. При роботі з лакофарбовими матеріалами, що містять свинцеві сполуки, робітникам треба видавати зубний порошок, зубні щітки, склянки для щоденного чищення зубів і полоскання рота після закінчення роботи і перед прийняттям їжі.

Робітників фарбозаготівельних, а також підготовчих відділень, які виконують роботи з кислотами, лугами й солями, слід забезпечувати спецодягом та індивідуальними засобами захисту згідно з діючими нормами. Спецодяг необхідно регулярно прати; здійснюється це підприємством не рідше одного разу на декаду.

### **4.3 Додержання безпеки при роботі з абразивними кругами**

Сучасне машинобудування ставить високі вимоги до якості і чистоти оброблюваної поверхні які неможливі без використання абразивних інструментів і шліфувальних верстатів для остаточної обробки металевих деталей.

Сам процес шліфування і робота з абразивними кругами безперервно вдосконалюються. В парку верстатів машинобудівних заводів абразивні верстати становлять 15—20%.

Згідно з умовами шліфування на машинобудівних заводах застосовують абразивні інструменти різної форми: круги, сегменти, головки, бруски, коронки і ін. Найчастіше використовують абразивні круги діаметрами від 3 до 1100 мм.

Структура абразивного інструменту характеризується його пористістю, тобто співвідношенням і взаємним розташуванням абразивних зерен, зв'язки і пор у масі круга. Встановлено 12 основних різновидностей структур залежно від об'єму, який займають зерно, зв'язка і пори.

Високопористі круги в результаті циркуляції повітря всередині пор менше нагріваються, слабше нагрівається і оброблювана деталь, завдяки чому майже не буває припикання шліфованої поверхні.

При обертанні звичайного круга відцентрові сили спричиняють розриваючі напруги. У високопористому крузі в зв'язку з його меншою об'ємною вагою ці сили значно зменшуються, тому з ними набагато безпечніше працювати.

Зернистість абразивних кругів залежить від розміру абразивних зерен. Чим дрібніше зерно, тим міцніший круг і тим чистіша оброблювана поверхня.

Цементуючі матеріали круга визначають його твердість і міцність, що має вирішальне значення з точки зору охорони праці й безпеки.

Зв'язка може бути різнорідна. З неорганічних зв'язок найбільш уживана керамічна, з органічних — бакелітова, менше — вулканітова.

Важливе значення для охорони праці і безпеки при роботі з абразивними кругами має їх врівноваженість. Неврівноваженість круга призводить під час його роботи до вібрації, передчасного спрацювання підшипників, а також зниження чистоти обробленої поверхні. Ці сили досягають іноді значної величини і спричиняють у крузі напруги, які перевищують міцність його зв'язки.

Зберігати абразивний інструмент треба згідно із спеціальними вимогами. Приміщення для його зберігання слід опалювати, щоб воно було сухим, устатковувати стелажми і ящиками, в яких круги зберігаються у вертикальному положенні.

Перед видачею круга для роботи його слід технічно перевірити і оглянути. До механічного огляду абразивних кругів входять балансування і випробування на механічну міцність. Огляд провадять, щоб своєчасно виявити зовнішні дефекти (тріщини, вибоїни), внутрішні дефекти (тріщини) за звуком, а також щоб перевірити наявність і правильність маркування.

Неврівноваженість круга, яка спричиняється порушенням геометричної його форми, усувається статичним і динамічним балансуванням. Завжди можна збалансувати круг за допомогою вантажів так, щоб відцентрові сили в ньому взаємно врівноважились. Збалансувати кожен круг треба для того, щоб створити безпечні умови

праці і підвищити якість оброблюваної поверхні; це здійснюється за допомогою балансирних пристроїв.

Правильно збалансований круг при перевертанні повинен перебувати у рівновазі. Геометрично правильні круги не важко збалансувати разом з кріпильними фланцями. Сам процес балансування складається з двох послідовних етапів: перевірки статичної врівноваженості круга разом з фланцями, насадженого на контрольну оправку, шляхом застосування спеціального пристрою; усунення виявленого дисбалансу шляхом переміщення по коловому пазу сухариків в одному з кріпильних фланців.

Щоб гарантувати безпеку праці з кругами, необхідно випробувати їх на міцність. Мета випробувань — виявити можливі пошкодження кругів під час їх транспортування, розпаковування, укладання і т. п. Випробування зобов'язані провадити всі заводи-споживачі абразивного інструменту незалежно від наявності паспорта випробувань, складеного заводом-виробником. Згідно з ГОСТ 3881—53 обов'язковому випробуванню на міцність підлягають круги діаметром 150 мм і більше та швидкісні круги діаметром 30 мм і більше.



Тривалість випробування встановлена: для кругів діаметром від 150 до 475 мм — 5 хв, діаметром 500 мм і більше — 7 хв, для швидкісних кругів — діаметром від 30 до 90 мм — 3 хв.

На міцність круги випробовують на спеціальному стенді (верстаті) обертанням без навантаження з швидкостями, що на 50% перевищують робочі. Випробний верстат оснащується міцними, сталевими, по можливості герметичними, камерами. В них розміщують кінці шпинделя, що несуть випробувані круги. Відчиняти камеру дозволяється лише після повної зупинки шпинделя.

Верстат призначений для випробування кругів діаметром від 100 до 900 мм. Випробну швидкість і налагодження верстата на задану кількість обертів контролюють за допомогою вбудованого у верстат тахометра.

Результати випробувань абразивних кругів реєструються у спеціальній прошнурованій книзі

Під час експлуатації абразивних кругів необхідно звертати особливу увагу на правильне їх кріплення. Встановлення і закріплення кругів на верстаті має дуже важливе значення насамперед з міркувань безпеки, тому провадити цю роботу повинні спеціально виділені особи.

Дозволяється застосовувати тільки надійні і випробувані кріпильні пристрої — типові конструкції затискних фланців, спеціальні патрони та ін.

При встановленні круга на посадочні місця кінця шпинделя чи на посадочні буртики затискних фланців не можна застосовувати силу. Щоб забезпечити рівномірне затискання круга, торцеву поверхню фланця виконують кільцеподібною. Між фланцями й кругом прокладають пружні прокладки з шкіри, пресованого картону або гуми.

## ЗАГАЛЬНІ ВИСНОВКИ

На закінчення підведемо підсумок виконаної роботи, а оскільки мета проекту ремонтний відновлюючи й процес в цілому - це підвищення техніко-економічних показників відновлюючого процесу, відповідно вивід зводиться до оцінки збільшення цих показників.

Одним з чинників, що впливають на підвищення техніко-економічних показників являється раціональна організація робочого місця, чого ми в проекті домагаємося шляхом оптимізації планування робочого місця, застосування спеціального оснащення для зручності роботи, що дозволяє істотно понизити підготовчо-завершальний час.

Завдяки розробленому пристосуванню також скорочується допоміжний час, що, у свою чергу, теж веде до поліпшення техніко-економічних показників.

У дипломній роботі розроблено і представлено планування складання і механічної обробки. Устаткування на цій ділянці розташоване оптимально для розробленого технологічного процесу виготовлення деталі, що дозволяє понизити, або взагалі позбавитися від витрат часу і засобів на транспортування деталей між устаткуванням.

Таким чином, у світлі розглянутих фактів оптимізації зробимо висновок, що з впровадженням у виробництво розробок і технологій, описаних в цьому проекті, очікується підвищення техніко-економічних показників виробництва.

**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» спеціальності 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. Чупина Л.А., Монахова А.Е., Пульбере А.И. Производственный потенциал предприятия и эффективность его использования: Учебное пособие. – Тирасполь: РИО ПГУ, 2003. – 76 с.
6. Схиртладзе А.Г., Чупина Л.А., Пульбере А.И., Мельникова Л.Р., Устименко С.А. Автоматизация и оптимизация технологического обеспечения токарных работ Тирасполь: РИО ПГУ, 2003.–313 с.
7. Жомиру ВН, Амареј ИА. Справочник по диагностике технического состояния автомобилей. - Кишинев.: «Картя молдовеняскэ», 1988 - 226с.
8. Румянцев С.И., Синельников А.Ф. Ю.Л. Штоль Техническое обслуживание и ремонт автомобилей. – М: Машиностроение, 1989 – 272 с.
9. Автомобиль ГАЗ-66 Конструкция и рекомендации по техническому обслуживанию г. Москва Машиностроение 1966г.
10. Автомобиль ГАЗ-66 и его модификации Руководство по ремонту Каталог 3/ч г. Москва АРГО-КНИГА 2002г.

11. Карагодин В.И., Митрохин Н.Н. «ремонт автомобилей и двигателей», М. 2003 год.
12. Власова В.М. «Техническое обслуживание и ремонт автомобилей», М. 2003 год.
13. Автомобили: Специализированный подвижной состав: Учебное пособие / М.С. Высоцкий, А.И. Гришкевич, Л.С. Гилелес и др.; Под ред. М.С. Высоцкого, А.И. Гришкевича.– Мн.: Выш. шк., 1989.– 240с.
14. Шепеленко И.Г. Основы проектирования специализированного подвижного состава.– К.: УМКВО, 1989.– 162 с.
15. Автомобили-самосвалы / В.И. Белокуров, О.В. Гладков, А.А. Захаров, А.С. Мелик-Саркисянц; Под общ. ред. А.С. Мелик-Саркисянца.– М.: Машиностроение, 1987.– 216с.