

**Відокремлений структурний підрозділ  
«Класичний фаховий коледж Сумського державного університету»**

*Відділення бакалаврату*

(повне найменування інституту, назва факультету (відділення))

*Циклова комісія «Бакалаврат інженерних спеціальностей»*

(повна назва кафедри (предметної, циклової комісії))

**Пояснювальна записка**

до кваліфікаційної (роботи)

*перший (бакалаврський)*

(освітній рівень)

на тему: *Проектування технологічного процесу*

*виготовлення валу-шестерні 1050.003.00.001*

Виконав: студент IV курсу, групи ГМ-016

напряму підготовки (спеціальності)

*133 – Галузеве машинобудування*

*(Галузеве машинобудування)*

(шифр і назва напряму підготовки, спеціальності)

*Чаус О.С.*

(прізвище та ініціали)

Керівник: *Динник О.Д.*

(прізвище та ініціали)

Рецензент:

(прізвище та ініціали)

**МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ**

**Класичний фаховий коледж Сумського державного університету**

Циклова комісія «Бакалаврат інженерних спеціальностей»

ЗАТВЕРДЖУЮ  
Директор ВСП КФКСумДУ

\_\_\_\_\_ Т.В.Гребеник

«\_\_» \_\_\_\_\_ 2024 р

**ПРОЕКТУВАННЯ ТЕХНОЛОГІЧНОГО ПРОЦЕСУ ВИГОТОВЛЕННЯ**

**ВАЛУ-ШЕСТЕРНІ 1050.003.00.001**

Бакалаврська кваліфікаційна робота

Напрямок підготовки 133 – Галузеве машинобудування

(Галузеве машинобудування)

Студент

Чаус О.С.

Керівник

Динник О.Д.

Нормоконтроль

Динник О.Д.

**Відокремлений структурний підрозділ**

**«Класичний фаховий коледж Сумського державного університету»**

Інститут, факультет Відділення бакалаврату  
Кафедра Циклова комісія «Бакалаврат інженерних спеціальностей»  
Освітній рівень перший (бакалаврський)  
Напрямок підготовки 133 – Галузеве машинобудування (Галузеве машинобудування)  
(шифр і назва)  
Спеціальність \_\_\_\_\_  
(шифр і назва)

ЗАТВЕРДЖУЮ  
Директор ВСП КФКСумДУ

\_\_\_\_\_ Т.В.Гребеник

«\_\_» \_\_\_\_\_ 2024 р.

**ЗАВДАННЯ  
НА ДИПЛОМНИЙ ПРОЕКТ (РОБОТУ) СТУДЕНТА**

***Чаус Олексій Сергійович***

(прізвище, ім'я, по батькові)

1. Тема проекту (роботи) Проектування технологічного процесу виготовлення валу -шестерні 1050.003.00.001

керівник проекту Динник Оксана Дмитрівна, канд. техн. наук, викладач  
(прізвище, ім'я, по батькові, науковий ступінь, вчене звання)

затверджені наказом вищого навчального закладу від «06» березня 2024 року № 43-ст

Строк подання студентом проекту (роботи) «10» червня 2024 року

3. Вихідні дані до проекту (роботи) Креслення деталі «вал-шестерня 1050.003.00.001»

Річний обсяг випуску деталей – 1800 шт.

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

4.1 Аналіз службового призначення машини, вузла, деталі

4.2 Аналіз технічних вимог на виготовлення деталі

4.3 Визначення типу виробництва та форми його організації

4.4 Аналіз технологічності конструкції деталі

4.5 Вибір способу отримання заготовки, розробка технічних вимог на заготовку

4.6 Аналіз існуючого технологічного процесу виготовлення деталі

4.7 Проектування верстатного пристрою

5. Консультанти розділів проекту (роботи)

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

6. Дата видачі завдання « \_\_\_\_\_ » \_\_\_\_\_ 20\_\_ року

**КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН**

№ з/п	Назва етапів дипломного проекту (роботи)	Строк виконання етапів проекту (роботи)	Примітка
1	<i>Аналіз службового призначення машини, вузла, деталі</i>	27.04.2024	
2	<i>Аналіз технічних вимог на виготовлення деталі</i>	29.04.2024	
3	<i>Визначення типу та форми організації виробництва</i>	30.04.2024	
4	<i>Аналіз технологічності конструкції деталі</i>	02.05.2024	
5	<i>Вибір способу отримання заготовки та розробка технічних вимог до неї</i>	04.05.2024	
6	<i>Аналіз існуючого чи типового технологічного процесу виготовлення деталі</i>	19.05.2024	
7	<i>Проектування верстатного пристрою для установлення і закріплення заготовки</i>	25.05.2024	
8	<i>Охорона праці та безпека в надзвичайних ситуаціях</i>	28.05.2024	
9	<i>Оформлення креслень</i>	29.05.2024	
10	<i>Оформлення альбому технологічної документації</i>	05.06.2024	
11	<i>Оформлення пояснювальної записки</i>	08.06.2024	

Студент

\_\_\_\_\_ (підпис)

Чаус О.С.\_\_\_\_\_

(прізвище та ініціали)

Керівник проекту (роботи)

\_\_\_\_\_ (підпис)

Динник О.Д.\_\_\_\_\_

(прізвище та ініціали)

## РЕФЕРАТ

Пояснювальна записка: сторінок 66, рисунків 12, таблиць 20, літературних джерел 14

Об'єкт дослідження – вал-шестерня 1050.003.00.001.

Мета роботи – Проектування технологічного процесу виготовлення вал-шестерні 1050.003.00.001.

В кваліфікаційній роботі бакалавра проаналізовані: службове призначення виробу, вузла та вал-шестерні 1050.003.00.001, технологічні вимоги, що пред'являються до деталі, її технологічність та спосіб отримання заготовки.

У роботі розроблені операційні технології для двох операцій технологічного процесу, а саме: токарної з ЧПК та свердлильної з ЧПК. Також для них розраховані режими різання та виконано нормування часу, вибрані верстатні пристрої та ріжучий інструмент для обробки даної деталі на аналізованих технологічних операціях.

Виконаний розрахунок припусків на механічну обробку для найточнішої поверхні – зовнішня циліндрична поверхня  $\varnothing 30k6 \begin{matrix} +0,015 \\ +0,002 \end{matrix}$ , який було проведено за методом професора Кована. За результатами розрахунків була побудована схема розташування припусків та допусків.

Спроектований верстатний пристрій на операції 030, на котрій виконується зенкерування, розвертання отвору та зняття фасок.

ВАЛ-ШЕСТЕРНЯ, БАЗУВАННЯ, ТЕХНОЛОГІЧНИЙ ПРОЦЕС, ЗАГОТОВКА, РІЗЕЦЬ, РЕЖИМИ РІЗАННЯ, НОРМИ ЧАСУ.

## ВСУП

Будь-яка галузь промисловості, виконуючи роботи з виробництва продукції, не може обійтися без машин, механізмів, приладів та іншої продукції машинобудування.

Найголовніше завдання машинобудування на сучасному етапі розвитку полягає в підвищенні якості продукції, зниження трудомісткості, собівартості і матеріалоемності їх виготовлення, що випускається шляхом удосконалення технології виготовлення деталей, застосуванням сучасного обладнання і засобів автоматизації.

Технологія машинобудування – галузь науки, яка займається вивченням закономірностей, що діють у процесі виготовлення машин, із метою використання цих закономірностей для забезпечення якості машин при найменшій собівартості. Провідне місце в подальшому зростанні економіки країни належить галузям машинобудування, які забезпечують матеріальну основу технічного прогресу всіх галузей народного господарства.

Оснащення обладнання, засобів механізації та автоматизації, сприяє єдина система технологічної підготовки виробництва, що забезпечує для всіх організацій і підприємств системний підхід щодо оптимізації вибору методів і засобів технологічної підготовки виробництва.

Розробка нових синтетичних надтвердих інструментальних матеріалів дозволило розширити не тільки діапазон режимів різання, а й спектр оброблюваних матеріалів. Підвищення точності верстатів було досягнуто введенням в їх конструкцію вузлів, що реалізують нові принципи.

Деталь «вал-шестерня» входить до складу вузла механічної коробки передач (МКП) легкового автомобіля, призначеного для східчастої зміни передавального відношення.

До деталі пред'явлено жорсткі технічні вимоги конструктором до точності виготовлення деталі, та якості поверхні.

					ГМ. 20090052-00. ПЗ	АФК.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

# 1. АНАЛІЗ СЛУЖБОВОГО ПРИЗНАЧЕННЯ МАШИНИ, ВУЗЛА, ДЕТАЛІ. ОПИС КОНСТРУКТИВНИХ ОСОБЛИВОСТЕЙ ДЕТАЛІ ТА УМОВ ЇЇ ЕКСПЛУАТАЦІЇ

Задана деталь вал-шестерня входить до складу коробок передач багатьох марок легкових автомобілей, для прикладу розглянемо механічну коробку передач автомобіля BMW (рис.1.1)



Рисунок 1.1 – Ескіз автомобіля BMW

Технічна характеристика:

Кузов автомобіля закритий, несучий чотири дверний

Число посадочних місць - 5

привід задній оснащений трьохциліндровим, дизельним двигуном

Робочий об'єм двигуна – 2,5

Діаметр циліндра - 80 мм

Хід поршню – 80 мм

Максимальна потужність - 155 к.с.

Максимальний крутний момент - 4500 об/хв

Маса – 1950 кг

Коробка передач служить для зміни крутного моменту на ведучих колесах автомобіля, отримання заднього ходу та тривалого роз'єднання двигуна з трансмісією.

					ГМ. 20090052-00. ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Коробка має п'ять передач для руху вперед і одну передачу для руху назад. Шестерні всіх передач (крім заднього ходу) - косозубі, що зменшує шум при роботі коробки передач. Шестерні передачі заднього ходу - прямозубі. Передачі для руху вперед включаються за допомогою синхронізаторів, а для руху назад переміщенням проміжної шестерні заднього ходу. Переключаються передачі за допомогою важеля, який має три ходи в перед і назад.

Вал-шестерня входить до механічної коробки передач автомобіля BMW. Конструкція трьох вальної коробки передач показана на рисунку 1.2

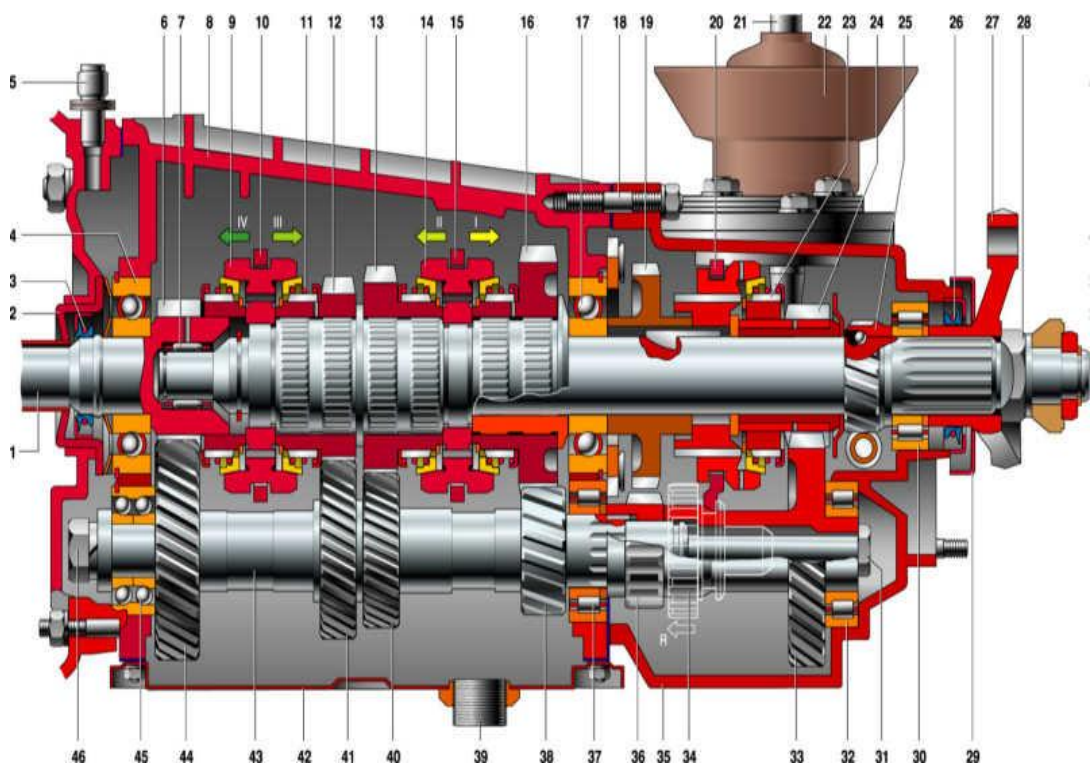


Рисунок 1.2 – Коробка передач легкового автомобіля BMW

У вилитому з алюмінієвого сплаву картері 8 коробки передач на підшипниках встановлені первинний 1, вторинний і проміжний 43 вали. Вал-шестерня виготовлений як одне ціле з шестернею 6, що знаходиться в постійному зачепленні з шестірнею 44 проміжного вала, являє собою блок шестерень. На вторинному валу вільно встановлено шестерні 12, 13 і 16 відповідно III, II і I передач, що знаходяться в постійному зачепленні з відповідними шестернями проміжного вала.

						ГМ. 20090052-00. ПЗ	АФК.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата			



На вторинному валу також жорстко закріплені маточини синхронізаторів 9, 14 і шестерня 19 заднього ходу. Шестерня 34 проміжна заднього ходу вільно установлена на осі 31. При включенні I і II синхронізатор 14 передає синхронізатор з'єднує відповідно шестерні 13 і 16 з вторинним валом коробки передач. При включенні III і IV передає синхронізатор 9 з'єднує відповідно шестерню 12 і вал-шестерня 1 з вторинним валом. Задній хід включається шляхом введення в зачеплення шестерні 34 з шестернями 36 і 19. Картер коробки передач закривається кришками 2, 35 і 42. Під 42 і нижню задньою 35 кришки встановлені прокладки.

Вал-шестерня 1050.003.00.001 встановлюється у вузлі на голчастий та роликовий підшипники. Деталь виготовляється із сталеві поковки, виконавчі поверхні піддаються артуванню за допомогою струму високої частоти (СВЧ).

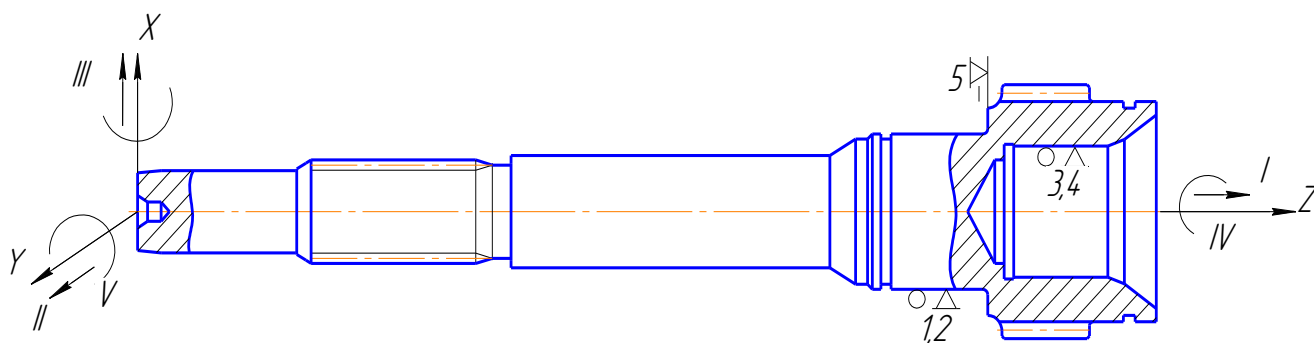


Рисунок 1.2 – Схема базування деталі у вузлі при складанні

Таблиця 1.2 Таблиця відповідностей

Зв'язки	Ступені свободи
1,2,3,4	I,IV,V,II
5	III
6	Вакансія

Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	ГМ. 20090052-00. ПЗ	Арк.
------	------	----------	--------	------	---------------------	------

Таблиця 1.3 Матриця зв'язків

	X	Y	Z	
L	1	1	0	Подвійна напрямна база
a	1	1	0	
L	0	0	1	Опорна база
a	0	0	0	
L	0	0	0	Вакансія
a	0	0	1	

Проаналізуємо поверхні деталі, рисунок 1.3.

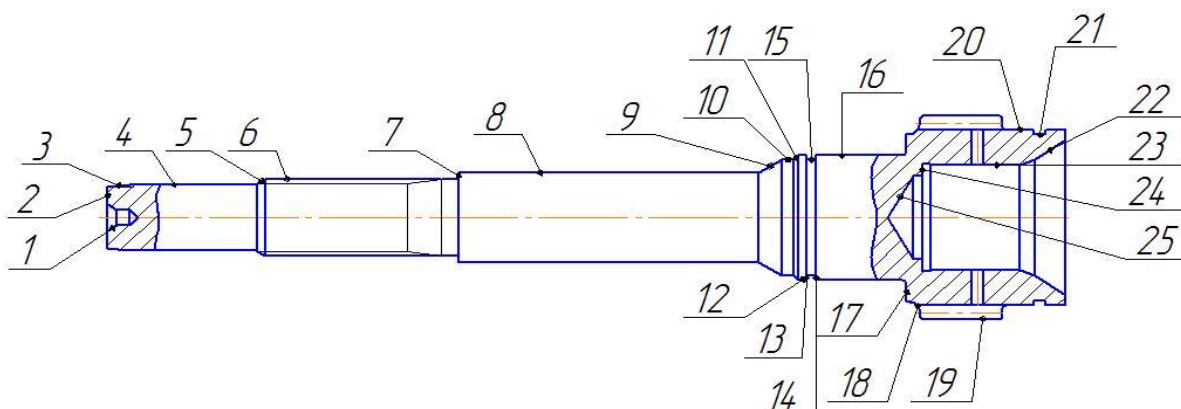


Рисунок 1.3 – Ескіз валу-шестерні

Провівши аналіз визначаємо наступні групи поверхонь:

23,16,17 є основними конструкторськими базами (ОКБ), котрі визначають положення деталі у виробі. Поверхня 23 - має розмір  $\varnothing 25 H7^{(+0.021)}$  мм, допуск круглості 0,005мм. Шорсткість поверхні  $R_a=0,8$  мкм. Поверхня 16 циліндрична  $\varnothing 30 k6^{(+0.015/+0.002)}$  мм, допуск радіального та торцевого биття 0,01мм, допуск циліндричності 0,01мм. Шорсткість поверхні  $R_a = 0,8$  мкм. Ці поверхні мають високу точність, так як на них встановлюють підшипники кочення.

Допоміжними конструкторськими базами є поверхні 4, 8, 9, 10, 11, 12, 13, 14, 15, 20, 22, 24, 25 що визначають положення деталей, котрі приєднуються до даного вала.

Поверхня 8 – циліндрична  $\varnothing 21,7h9 (-_{0.052})$  мм, допуск циліндричності 0,05мм, з шорсткістю  $R_a=6.3$ мкм.

Поверхня 10 – циліндрична  $\varnothing 28 h6(-0.0013)$ мм, шорсткість  $Ra=0,08$ мкм.

Поверхня 20 – циліндрична  $\varnothing 42,5 s6(+0.059/+0.043)$  мм, шорсткість поверхні  $Ra1.6$  мкм. допуск радіального та торцевого биття 0,05 мм.

Поверхня – 23 циліндрична  $\varnothing 25,3 H7(+0.021)$  мм, шорсткість поверхні  $Ra=0,16$ мкм.

Поверхня 19 – зубчаста (виконавча)  $\varnothing 49 h11(-0.016)$ мм, допуск перпендикулярності 0.05мм, шорсткість  $Ra=1.25$ мкм, має евольвентний профіль.

Поверхня 6 – шліцьова (виконавча)  $\varnothing 20 a11(-0.3/-0.43)$ мм, шорсткість  $Ra=1.25$  мкм.

Поверхні 1, 2, 3, 5, 6, 7, 18, 21 є вільними, так як вони не контактують з іншими поверхнями деталей під час експлуатації, їх точність відповідає 13...14 квалітетами з параметром шорсткості  $Ra= 6,3$ мкм.

Таким чином на основі аналізу конструкції виробу та вузла, можемо зробити висновок, що МКП працює в навколишньому середовищі з агресивним впливом. Для нормальної роботи МКП, необхідно забезпечити щільність і герметичність складальних стиків за рахунок відповідної точності форми і розташування поверхонь та якості поверхонь (відповідної шорсткості) складальних одиниць.

					ГМ. 20090052-00. ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

## 2 АНАЛІЗ ТЕХНІЧНИХ ВИМОГ НА ВИГОТОВЛЕННЯ ДЕТАЛІ

Вал-шестерня 1050.003.00.001 сприймає високі динамічні навантаження, тому повинен мати високу міцність. При цьому зубчасті й шліцові вінці сприймають високі контактні навантаження, тому вони повинні мати досить високу твердість. Такім вимогам відповідає сталь - 20ХГНМ ДСТУ 7806:2015, що піддається в процесі виготовлення деталі гартуванню з подальшим високим відпусканням, а також цементації. Основною технологічною властивістю сталі є її висока зносостійкість. Хімічний склад та механічні властивості сталі 20ХГНМ наведені у таблицях 2.1 та 2.2.

Таблиця 2.1 - Хімічний склад сталі 20ХГНМ ДСТУ 7806:2015

C	Si	Mn	Ni	S	P	Cr	Mo
0.18 - 0.23	0.17 - 0.37	0.7 - 1.1	0.4 - 0.7	до 0.035	до 0.035	0.4 - 0.7	0.15 - 0.25

Таблиця 2.2 - Механічні властивості при T=20°C матеріала 20ХГНМ

Сортамен Т	$\sigma_b$	$\sigma_T$	$a_5$	$\delta$	КСУ	Термообробка
-	МПа	МПа	%	%	кДж / м <sup>2</sup>	-
ГОСТ 4543-71	1180- 1570	930	7	-	590	Гартувати 860°C, масло, відпуск 150 - 180°C,

Аналізуючи матеріал деталі, необхідно відзначити, що сталь 20ХГНМ має гарну оброблюваність всіма видами лезового інструменту. Застосування більш дешевого матеріалу не доцільно, тому що це неминуче призведе до зниження механічних і фізичних властивостей матеріалу, а отже буде більша ймовірність деформації робочих поверхонь деталі, утворення тріщин та руйнування деталі.

Основні вимоги, пропоновані конструктором до деталі, полягають у наступному:

					ГМ. 20090052-00. ПЗ	ІФК.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

1) Радіальне биття поверхні  $\varnothing 30$  k6 та  $\varnothing 42,5$  s6 мм обумовлене конструктором не більше 0,01 та 0,05 мм щодо бази А (вісь центрів).

Виконання даних допусків дозволить точно з базувати підшипники кочення чим буде досягнуте точне розміщення валу в корпусі. Недотримання вимоги призведе до перекосу та відповідно заїдання валу, збільшення навантаження на підшипникові вузли з послідуочим розбиття підшипників;

2) Допуск циліндричності  $\varnothing 30$  k6 не повинен перевищувати 0,01 мм. Даною вимогою забезпечується точність поверхні.

3) Допуск паралельності до поверхні  $\varnothing 30$  k6 не повинен перевищувати 0,5 мм. Даний допуск забезпечує точне базування деталі в вузлі.

Вимоги щодо форми та взаємного розташування поверхонь досить жорсткі, і повністю обґрунтовані, так як поверхні, на які вони призначаються, виступають в ролі основних та допоміжних конструкторських баз, і від досягнення цих вимог буде залежати робота МКП в цілому. Недотримання даних вимог призведуть до перекосу вісі обертання валу, відповідно будуть збільшені навантаження на підшипникові вузли обох агрегатів (коробки та двигуна) з можливим виходом з робочого стану як одного так і іншого.

Аналіз технічних вимоги пред'являються конструктором до деталі «вал-шестерня»:

1) Твердість контролювати в заготовці 159...162 НВ. Так як деталь працює під дією динамічних навантажень, передає крутний момент сприймає вібрації та ривки при пуску агрегату то механічні властивості повинні задовольняти вимогам її функціонального використання, тому одержання твердості матеріалу дозволить мати відповідні механічні показники деталі, та відповідно надійну роботу деталі в вузлі;

2) Незазначені граничні відхилення розмірів Н14 , h14 ,  $\pm IT14 / 2$  . Поверхні, на яких не стоять вимоги точної обробки , повинні оброблятися з якітетом точності отвору Н14, вали h14 ( зовнішні циліндричні поверхні), лінійні розміри -  $\pm IT14/2$ . Ці поверхні не є відповідальними і служать для конфігурації деталі.

					ГМ. 20090052-00. ПЗ	Дрк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		



### 3 ВИЗНАЧЕННЯ ТИПУ ТА ФОРМИ ОРГАНІЗАЦІЇ ВИРОБНИЦТВА

Тип виробництва визначаємо за допомогою коефіцієнту закріплення операцій.

Виконуємо розрахунок  $K_{з.о.}$

Вихідні дані:

Річна програма випуску виробів  $N = 1800$  штук.

Дійсний річний фонд роботи обладнання (в дві зміни),  $F_d = 4029$  годин [8].

Режим роботи підприємства - у дві зміни

Штучний час визначаємо із базового заводського технологічного процесу. Знаючи штучний час, витрачений на кожну операцію, визначаємо кількість верстатів за формулою:

$$m_p = \frac{N \cdot T_{шт-к}}{60 \cdot F_d \cdot \eta_{з.н.}}, \quad (3.1)$$

де -  $N$  річна програма випуску виробів, шт ;

$T_{шт-к}$  - штучний час на операцію ;

$F_d$  - Дійсний річний фонд часу, год;

$\eta_{з.н.}$  - Нормативний коефіцієнт завантаження обладнання .

Згідно з рекомендаціями [8] для серійного виробництва  $\eta_{з.н.} = 0,75 - 0,85$ .

Приймаємо для розрахунків  $\eta_{з.н.} = 0,8$ .

$$m_{p010} = \frac{1800 \cdot 2,1}{60 \cdot 4029 \cdot 0,8} = 0,02$$

Розрахунок для решти операцій проводимо аналогічно, результати розрахунків зводимо у таблицю 3.1

					ГМ. 20090052-00. ПЗ	ЛФк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Таблиця 3.1 – Розрахунок типу виробництва

Номер операції	Назва операції	$T_{шт-к} (T_{шт})$ , хв	$m_p$	$P$	$q_{з.ф.}$	$O$
010	Фрезерно-центрувальна	2,1	0,02	1	0,02	36
015	Токарна з ЧПК	1,68	0,031	1	0,31	25,8
020	Токарна з ЧПК	2,4	0,024	1	0,24	34,3
025	Свердлильна з ЧПК	2,7	0,025	1	0,025	35
030	Свердлильна з ЧПК	3,2	0,29	1	0,029	27
035	Шліцефрезерна	9,3	0,08	1	0,08	10
040	Зубофрезерна	7,5	0,06	1	0,06	13,3
055	Круглошліфувальна	2,1	0,019	1	0,019	42,1
060	Внутрішньошліфувальна	1,8	0,026	1	0,026	35,7
065	Круглошліфувальна	2,2	0,02	1	0,02	36
Всього		35	-	10	-	326

Визначаємо кількість операцій, виконуваних на робочому місці:

$$O = \frac{\eta_{з.н.}}{\eta_{з.ф.}}, \quad (3.2)$$

де  $\eta_{з.ф.}$  - фактичний коефіцієнт завантаження обладнання, що визначається за формулою:

$$\eta_{з.ф.} = \frac{m_p}{P}, \quad (3.3)$$

де  $P$  - число робочих місць. Округляємо до найближчого цілого значення.

$$\eta_{з.ф.} = \frac{0,02}{1} = 0,02$$

$$O = \frac{0,8}{0,02} = 40$$

					<b>ГМ. 20090052-00. ПЗ</b>	<b>Док.</b>
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		



Коефіцієнт закріплення операції розрахуємо за формулою:

$$K_{з.о} = \frac{\Sigma O}{\Sigma P}, \quad (3.4)$$

Таким чином, коефіцієнт закріплення операції дорівнює:

$$K_{з.о} = \frac{326}{10} = 32,6.$$

Тип виробництва дрібносерійний, так як  $20 < K_{з.о} = 32,6 < 40$ ,  $K_{з.о} = 32,6$ .

Визначаємо форму організації виробництва.

Добовий випуск деталей

$$N_{доб.} = \frac{N_{річ.}}{C}, \quad (3.5)$$

де  $C$  – кількість робочих днів у році,  $C = 254$  дня.

$$N_{доб.} = \frac{1800}{254} = 7 \text{ шт/день.}$$

Добовий фонд часу роботи обладнання:

$$F_{доб.} = \frac{60 \cdot F_{д.}}{254}, \quad (3.6)$$

$$F_{доб.} = \frac{60 \cdot 4029}{254} = 952 \text{ хв.}$$

Середня трудомісткість механічних операцій:

$$T_{ср.} = \frac{\Sigma T_{ш-к}}{n}, \quad (3.7)$$

де  $n$  – число механічних операцій,  $n = 10$ ;

$$T_{ср.} = \frac{36}{10} = 3,6 \text{ хв.}$$

Добова потужність потокової лінії при її завантаженні на 60% розраховується:

$$Q_{доб.} = \frac{F_{доб.}}{T_{ср.}} \cdot 0,6, \quad (3.8)$$

					ГМ. 20090052-00. ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

$$Q_{доб} = \frac{952}{3,6} \cdot 0,6 = 158 \text{ шт.}$$

При порівнянні  $N_{доб} = 7 < Q_{доб} = 158$  шт. бачимо, що добовий випуск деталей на багато менше добової потужності потокової лінії при її завантаженні на 60%, тобто використання однономенклатурної потокової лінії нераціонально, тому приймаємо групову форму організації праці.

Коротка характеристика обраного типу виробництва.

При дрібносерійному виробництві вироби виготовляють партіями або дрібними серіями, що складаються з однотипних за конструкцією і однакових за розмірами деталей, що запускаються у виробництво одночасно. Основним принципом дрібносерійного виробництва є виготовлення всієї партії цілісно як в обробці, так і в складанні. Коефіцієнт закріплення операцій 20-40.

Використовується універсальне, спеціалізоване обладнання. Широко застосовуються верстати з ЧПУ, гнучкі автоматизовані системи на основі верстатів з ЧПУ, пов'язаних транспортуючими пристроями, керованими від ЕОМ. Устаткування розставляються за групами з урахуванням напрямку основних вантажопотоків цеху, а також по предметно-замкнутим ділянкам.

Технологічна оснастка в більшості випадків універсально-збірна, що дозволяє значно підвищити коефіцієнт оснащеності дрібносерійного виробництва за рахунок її регулювання.

У якості вихідних заготовок використовується гарячий і холодний прокат, поковки і точні штамповки.

Необхідна точність досягається як методами автоматичного отримання розмірів, так і методами пробних проходів з частковим застосуванням розмітки для складних корпусних деталей. Технологічна документація та нормування докладно розробляється для найбільш складних і відповідальних заготовок і спрощеного нормування для простих заготовок.

Застосовуваний різальний інструмент - універсальний і спеціальний.

					ГМ. 20090052-00. ПЗ	18
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

У дрібносерійному виробництві технологічний процес переважно диференційований, верстати застосовуються універсальні, спеціалізовані, з числовим програмним керуванням (ЧПК).

Дрібносерійне виробництво характеризується випуском партій, тому визначаємо кількість деталей у партії для одночасного запуску:

$$n = \frac{(N_{\text{pic}} \cdot a)}{259}. \quad (3.9)$$

Да  $a = 24$  – періодичність запуску в днях.

$$n_{\text{зап}} = \frac{1800 \cdot 24}{259} = 166.7$$

приймаємо  $n_{\text{зап}} = 167$  шт.

					ГМ. 20090052-00. ПЗ	19
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

#### 4 АНАЛІЗ ТЕХНОЛОГІЧНОСТІ КОНСТРУКЦІЇ ДЕТАЛІ

Проведемо аналіз технологічності конструкції деталі за якісними показниками.

Вал-шестерня є типовим представником деталей типу вал, виготовляється зі сталі конструкційна легована 20ХГНМ ДСТУ 7806:2015. Хімічний склад і механічні властивості матеріалу деталі представлені в таблиці 2.1 та 2.2.

Аналізуючи технологічність конструкції за застосовуваним матеріалом необхідно відзначити, що дана сталь має високу оброблюваність, що дозволяє виконувати лезвійну обробку без ускладнень. Призначення сталі - виготовлення деталей, що піддаються високим вібраційним і динамічним навантаженням.

Дана марки сталі відносно недорога, а по своїм фізико-механічним властивостям підходить для виготовлення даної деталі з відповідними умовами експлуатації, так як під час роботи на деталь діють як вібрації так і динамічні навантаження, котрі руйнують структуру матеріалу. Тому за використанням матеріалом, а саме сталі 20ХГНМ, будемо вважати деталь технологічною.

Заготовка отримується з поковки, що є досить обґрунтовано з точки зору застосованого матеріалу форми, розмірів конфігурації заготовки та відповідності технічним вимогам креслення, цей метод отримання заготовки є оптимальним.

Аналізуючи форму поверхонь деталі з точки зору можливості застосування високопродуктивного обладнання, можна зазначити, що більшість поверхонь є простими та відкритими, що значно полегшує обробку, так як в більшій мірі досягнута точність обробки залежить від простоти конструкційних форм.

Дана деталь складається з простих поверхонь. Більш складним є одержання глухого отвору Ø25,3, зубчастої Ø20 та шліцевої Ø49 поверхонь валу, що досить не технологічно так як потребує спеціальних пристосувань. Але в цілому можемо стверджувати, що деталь технологічна за формою поверхонь.

Аналізуючи деталь за використанням необроблених поверхонь можемо зробити висновок що вона не технологічна, так як всі поверхні, є механічно обробленими з досить низькою шорсткістю ( $Ra=0,8-6,3$  мкм) та вимогами по

					ГМ. 20090052-00. ПЗ	20к.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

розташуванню (допуск перпендикулярності, круглості, співісності, радіальне та торцеве биття), що пов'язано з функціональним призначенням деталі її умовами роботи. При аналізі поверхонь можна сказати що за цим показником деталь не технологічна.

Спрощення вимог креслення, запропонованих конструктором, у відношенні точності та якості поверхонь неможливе, так як деталь відповідальна, та для відповідності деталі її функціональним призначенню необхідно забезпечити відповідну якість та точність поверхонь, тому за цим пунктом деталь не технологічна.

Поверхні деталі є достатньо розвинутими, що полегшує умови базування та закріплення на механічних операціях.

На основі розглянутого креслення деталі «Вал-шестерня», можемо зробити висновок, що існують не технологічні конструктивні особливості:

- розміщення отвору що потребує для обробки спеціального пристосування;
- деталь має велику кількість точних поверхонь виконаних по 6 квалітету з відповідно низькою шорсткістю,  $Ra = 0,8$  мкм, також конструктором пред'явлені вимоги по точності даних поверхонь а саме їх радіального биття. Для отримання в комплексі даних критеріїв потрібно використовувати точне обладнання, достатню кількість операцій та переходів, відповідні режими різання та технологічну оснастку. З цієї точки зору деталь є не технологічною, але такі високі вимоги є конструктивно необхідними для використання деталі в вузлі, а отже змінити їх не має можливості.

Поверхні, які мають шорсткість  $Ra=0,8$  мкм потребують відповідної кількості операцій, переходів чорнові, напівчистові та чистові, що в результаті буде відзначатися на собівартості виробу в цілому, але так як даних поверхонь не багато, то можна сказати що за шорсткістю поверхонь деталь технологічна.

В цілому деталь технологічна, хоча має окремі не технологічні конструктивні елементи, що пов'язані з функціональним призначенням та умовами її експлуатації.

					ГМ. 20090052-00. ПЗ	Дрк.
Змн.	Арк.	№ док.ум.	Підпис	Дата		

## 5 ВИБІР СПОСОБУ ОТРИМАННЯ ЗАГОТОВКИ ТА РОЗРОБЛЕННЯ ТЕХНІЧНИХ ВИМОГ ДО НЕЇ

З метою економії металу та зменшення трудомісткості обробки, конфігурація заготовки повинна бути максимально наближена до конфігурації деталі. Трудомісткість виготовлення і собівартість заготовки повинні бути мінімальними. Заготовка повинна мати форму, що дозволяє вести обробку з мінімальною кількістю установів і ріжучого інструменту. Матеріал заготовки не повинен мати тріщин, рихлостей, розшарувань.

Дану деталь можна отримувати наступними способами:

- вільне кування на молотах;
- штампування на кривошипному гарячештампувальному пресі (КГШП)

Визначимо вартість заготовки методом кування на молотах.

Для визначення вартості заготовки необхідно визначити масу заготовки.

Визначаємо розрахункову масу поковки, за формулою (5.1):

$$M_p = K_p \cdot M_d, \quad (5.1)$$

де  $M_d$  - маса деталі, кг;

$k_p$  - розрахунковий коефіцієнт

$$M_p = 1,6 \cdot 1,25 = 2 \text{ кг};$$

Коефіцієнт використання матеріалу заготовки:

$$K_3 = \frac{m_d}{m_3}, \quad (5.2)$$

де  $m_d = 1,25$  - маса деталі, кг;

$m_3 = 2$  - маса заготовки, кг;

$$K_3 = \frac{1,25}{2} = 0,62$$

Визначаємо собівартість заготовки за формулою (5.3):

$$S_{заг} = \left( \frac{C_i}{1000} \cdot Q \cdot K_m \cdot K_c \cdot K_g \cdot K_n \right) - (Q - q) \cdot \frac{S_{відх}}{1000}, \text{ грн} \quad (5.3)$$

					ГМ. 20090052-00. ПЗ	27к.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Де  $C_i = 20\ 000$  базова вартість 1 тони матеріалу заготовки, грн.

$S_{\text{відх}} = 950$  вартість 1 тони відходів, грн.

$K_m = 1,05$  коефіцієнт, що залежить від точності.

$K_c = 0,7$  коефіцієнт, що залежить від групи складності.

$K_b = 1,0$  коефіцієнт, що залежить від марки матеріалу .

$K_M = 1,0$  коефіцієнт, що залежить від маси заготовки .

$K_n =$  коефіцієнт що залежить від об'єму виробництва заготовки.

$M_{\text{п}} =$  маса заготовки 2 кг;

$M_{\text{д}} =$  маса деталі 1,25 кг.

$$S_{\text{заг}} = \left( \frac{20000}{1000} \cdot 2 \cdot 1,05 \cdot 0,7 \cdot 1,0 \cdot 1,0 \cdot 1,0 \right) - (2 - 1,25) \cdot \frac{950}{1000} = 28,7 \text{ грн}$$

Визначимо вартість заготовки методом штампування на КГШП.

Визначаємо розрахункову масу поковки, за формулою (5.4):

$$M_p = K_p \cdot M_d, \text{ кг} \quad (5.4)$$

де  $M_d$  - маса деталі, кг;

$k_p$  - розрахунковий коефіцієнт

$$M_p = 1,3 \cdot 1,25 = 1,625 \text{ кг};$$

Коефіцієнт використання матеріалу заготовки:

$$K_3 = \frac{m_d}{m_3}, \quad (5.5)$$

де  $m_d = 1,25$  - маса деталі, кг;

$m_3 = 1,625$  - маса заготовки, кг;

$$K_3 = \frac{1,25}{1,625} = 0,76$$

Визначаємо вартість заготовки за формулою (5.3):

$$S_{\text{заг}} = \left( \frac{20000}{1000} \cdot 1,625 \cdot 1,05 \cdot 0,7 \cdot 1,0 \cdot 1,0 \cdot 1,0 \right) - (1,625 - 1,25) \cdot \frac{950}{1000} = 23,4 \text{ грн}$$

					ГМ. 20090052-00. ПЗ	23к.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

З розрахунків можна впевнено сказати, що метод штампування на КГШП економічно дешевше. Вибираємо метод штампування на КГШП і виконуємо розрахунок припусків на розміри і ескіз заготовки.

Клас точності –Т4, (штампування проводять на КГШП).

Група - Сталі М1, (матеріал. деталі - Сталь 20ХГНМ, де масова частка вуглецю 0,18 - 0,23)

Визначаємо ступінь складності за формулою:

$$C = \frac{M_p}{M_\phi} \quad (5.6)$$

$M_\phi$  – маса фігури, описаної навколо деталі, кг

Масу фігури визначаємо за формулою:

$$M_\phi = \frac{\pi \cdot D_\phi^2}{4} \cdot l_\phi \cdot \rho, \text{ кг} \quad (5.7)$$

$$M_\phi = \frac{3.14 \cdot 49^2}{4} \cdot 216 \cdot (7.85 \cdot 10^{-6}) = 3,21 \text{ кг};$$

$$C = \frac{1.67}{3,21} = 0.52; \quad (5.8)$$

Приймаємо ступінь складності  $C2 \gg 0.32$  до  $0.63$  включно [3] (табл.1).

Конфігурація поверхні рознімання штампа П (плоска).

Вихідний індекс -12.

Проаналізувавши конфігурацію деталі об'єднуємо діаметри близькі за значенням та призначаємо припуски.

Основні припуски на розміри (табл. 3 ГОСТ 7505-89):

1,6 - діаметр 21,7 мм і чистота поверхні – 6,3 мкм;

1,8 - діаметр 30 мм і чистота поверхні – 0,8 мкм;

1,4 - діаметр 49 мм і чистота поверхні – 12 мкм;

1,7 - довжина 216 мм і чистота поверхні –12,5 мкм;

1,3 - довжина 33,5мм і чистота поверхні -12,5 мкм;

1,3 - довжина 36мм і чистота поверхні – 12,5 мкм;

					ГМ. 20090052-00. ПЗ	24к.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		



Додаткові припуски, що враховують зміщення по поверхні рознімання штампа, мм - 0,3 (табл. 4 [16]), відхилення від площинності та прямолінійності, мм - 0,6 (табл. 5 [16]); Штампувальні ухили на зовнішній поверхні не більше 5°.

Розміри поковки та їх допустимі відхилення:

$$\emptyset 21,7 + (1,6 + 0,3 + 0,6) \cdot 2 = 26,7 \text{ беремо } 27\text{мм};$$

$$\emptyset 30 + (1,8 + 0,3 + 0,6) \cdot 2 = 35,4 \text{ беремо } 36\text{мм};$$

$$\emptyset 49 + (1,4 + 0,3 + 0,6) \cdot 2 = 53,6 \text{ беремо } 54\text{мм};$$

$$216 + (1,7 + 0,3) \cdot 2 = 220 \text{ мм};$$

$$33,5 + (1,3 + 0,3) = 35,1 \text{ беремо } 36 \text{ мм};$$

$$36 + (1,6 + 2) = 39,6 \text{ беремо } 40 \text{ мм}.$$

Визначаємо об'єм та масу поковки:

$$V = \frac{\pi D^2}{4} \cdot H, \text{ мм}^3 \quad (5.9)$$

$$V_1 = \frac{3,14 \cdot 54^2}{4} \cdot 40 = 91562,4 \text{ мм}^3$$

$$V_2 = \frac{3,14 \cdot 36^2}{4} \cdot 36 = 37642,3 \text{ мм}^3$$

$$V_3 = \frac{3,14 \cdot 28^2}{4} \cdot 143 = 70159,3 \text{ мм}^3$$

$$V = 91562,4 + 37642,3 + 70159,3 = 199358 \text{ мм}^3$$

$$M_{II} = V \cdot \rho = 210710,6 \cdot 7,85 \cdot 10^6 = 1,56 \text{ кг}$$

Допуски та відхилення розмірів, мм (табл. 8 [16]):

довжина  $36_{-0,7}^{+1,3}$  мм;

$\emptyset 28_{-0,7}^{+1,3}$  мм;

довжина  $220_{-1,0}^{+1,8}$  мм;

$\emptyset 36_{-0,7}^{+1,3}$  мм;

довжина  $40_{-0,8}^{+1,4}$  мм.

$\emptyset 54_{-0,8}^{+1,4}$  мм

					ГМ. 20090052-00. ПЗ	25к.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

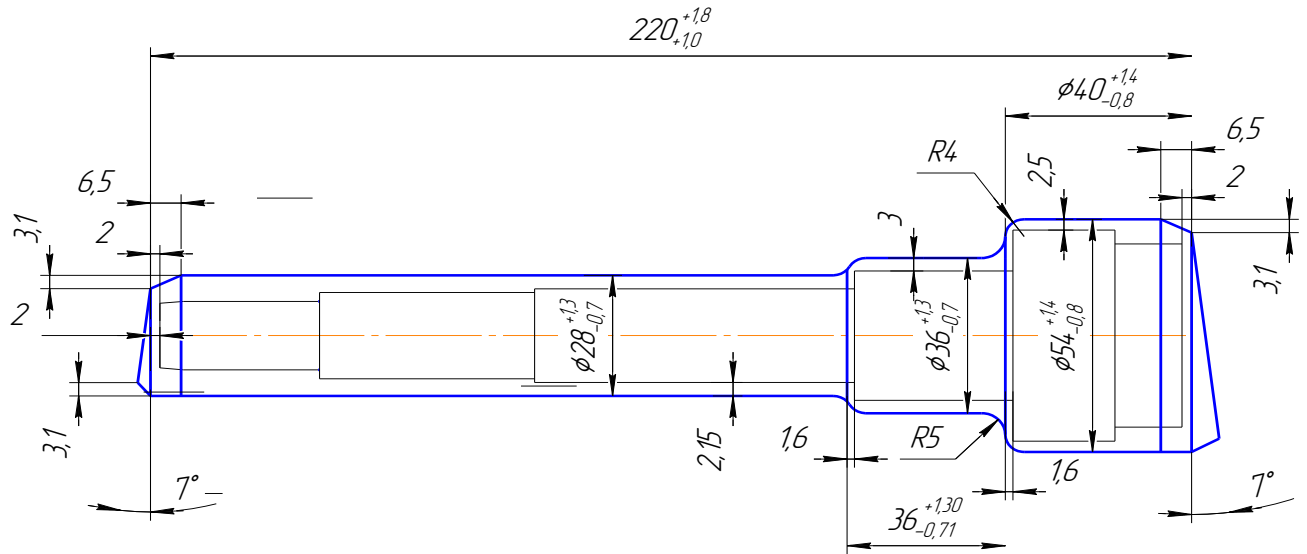


Рисунок 5.2 – Ескіз поковки

Технічні вимоги на виготовлення заготовки:

1. Поковка гр. III ДСТУ 8970:2019.
2. Заготовка - поковка штамповкою на пресах.

Припуски та допуски за ГОСТ 7505-89: Ступінь складності С2, група сталі М1, клас точності Т4, вихідний індекс 12;

3. Відхилення від площинності та прямолінійності-0,6мм;
4. Штампувальні ухили на зовнішній поверхні не більше 5°;
5. Невказані радіуси закруглень - R 3...4 мм.
6. Допустима величина зміщення по поверхні роз'єма штампа- 1 мм

					ГМ. 20090052-00. ПЗ		А26
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата			

## 6 АНАЛІЗ ІСНУЮЧОГО ЧИ ТИПОВОГО ТЕХНОЛОГІЧНОГО ПРОЦЕСУ ВИГОТОВЛЕННЯ ДЕТАЛІ

Розглянемо заводський аналог технологічного процесу виготовлення валу-шестерні 1050.003.00.001. Технологічний процес складений відповідно з виконанням технічних вимог для одержання даної деталі.

Таблиця 6.1 - Технологічний процес виготовлення валу-шестерні

№ оп.	Назва операції	Зміст операції	Базування	Обладнання
005	Заготівельна			КГШП
010	Фрезерно - центрувальна	Фрезерувати торці, витримати розмір 216 Свердлити центрові отвори	Зовнішня циліндрична поверхня	Фрезерно- центрувальний напівавтомат моделі MP 71M
015	Токарна з ЧПК	Установ А,Б Точити поверхні згідно керуючої програми, витримати розміри Ø19,6; Ø24; Ø31,8; Ø46; Ø50,5 начорно	Центрові отвори (подвійна напрямна та опорна база)	Токарний верстат з ЧПК GCL-2BL
020	Токарна з ЧПК	Установ А,Б Точити поверхні згідно керуючої програми, витримати розміри Ø16; Ø20; Ø21,7; Ø30; Ø49; Ø42,5 мм. Точити канавки та зняти фаски	Центрові отвори (подвійна напрямна та опорна база)	Токарний верстат з ЧПК GCL-2BL
025	Свердлильна з ЧПК	Свердлити отвір згідно керуючої програми витримати розміри Ø20 та 40мм	Зовнішня циліндрична поверхня (подвійно напрямна та опорна бази)	Свердлильний верстат з ЧПК 2P135Ф2
030	Свердлильна з ЧПК	Зенкерувати та розвертати отвір Ø 25мм, зняти фаски	Зовнішня циліндрична поверхня (подвійно напрямна та опорна бази)	Свердлильний верстат з ЧПК 2P135Ф2

					ГМ. 20090052-00. ПЗ	АФП
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Продовження таблиці 6.1

№ оп.	Назва операції	Зміст операції	Базування	Обладнання
1	2	3	4	5
035	Шліцефре-зерна	Фрезерувати шліцьову поверхню Ø20 мм	Центрові отвори (подвійно напрямна та опорна база)	Шліцефрезерний верстат моделі 5A352 ПФ2
040	Зубофрезерна	Нарізати евольвентний профіль	Центрові отвори (подвійна напрямна та опорна база)	Зубофрезерний верстат моделі 53A80
045	Контрольна	Контроль параметрів згідно з кресленням	На столі ВТК	Стіл ВТК
050	Термічна	Досягнення механічних властивостей матеріалу		СВЧ
055	Круглошліфу вальна	Попередньо шліфувати зовнішні циліндричні поверхні Ø16 мм Ø30 мм Ø28 мм Ø42,5 мм	Центрові отвори	Круглошліфувальний з ЧПК ВУС 63-3000
060	Внутрішньо шліфувальна	шліфувати циліндричний отвір Ø25,3 мм	Самоцентруючи патрон	Внутрішньо шліфувальний 3K227A
065	Круглошліфу вальна	Остаточно шліфувати зовнішні циліндричні поверхні Ø16 мм Ø30 мм Ø28 мм	Центрові отвори	Круглошліфувальна з ЧПК ВУС 63-3000
070	Контрольна	Контроль параметрів згідно з кресленням	На столі ВТК	Стіл ВТК
075	Маркувальна	Маркувати номер деталі		

					ГМ. 20090052-00. ПЗ	A28
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

## 6.1 Розрахунок припусків на механічну обробку

Виконаємо розрахунок припусків та знайдемо розміри на обробку зовнішньої циліндричної поверхні Ø30k6.

Розрахунок проведений на ЕОМ та показаний в додатках.

Розрахункова формула для знаходження припуску зовнішньої циліндричної поверхні має вигляд:

$$2z_{min} = 2(Rz_{i-1} + T_{i-1} + \sqrt{p_{i-1}^2 + \varepsilon_i^2}), \text{ мкм} \quad (6.1)$$

де  $Rz_{i-1}$  – величина мікронерівностей поверхні отриманої на попередній операції (переході);

$T_{i-1}$  – глибина дефектного шару поверхні отриманої на попередній операції (переході);

$p_{i-1}^2$  - величина просторового відхилення форми поверхні отриманої на попередній операції (переході);

$\varepsilon_i^2$  - похибка на виконуваний операції (переході).

Перераховані показники є величинами табличними окрім  $P_{i-1}^2$ , яка розраховується як

$$p_0 = \sqrt{p_{см}^2 + p_{кор}^2 + p_{ц}^2} = \sqrt{600^2 + 162^2 + 1030^2} = 1200 \text{ мкм}$$

$$p_2 = 1200 \cdot 0,06 = 60 \text{ мкм}$$

$$p_3 = 1200 \cdot 0,05 = 40 \text{ мкм}$$

$$p_4 = 1200 \cdot 0,02 = 20 \text{ мкм}$$

Вихідні данні для розрахунку припусків на ЕОМ приведені в таблиці 6.2.

					ГМ. 20090052-00. ПЗ	АВВ
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Таблиця 6.2 – Вихідні дані для розрахунку припусків на розмір Ø30к6

Найменування переходу	Точність	Граничні відхилення	Елементи припусків мкм			
			$R_z$	T	p	$\epsilon_3$
Поковка	T4	–	150	200	1200	-
Точіння чорнове	IT. 13	-0,330	50	50	72	-
Точіння чистове	IT. 10	-0,084	30	30	60	-
Шліфування чорнове	IT. 8	-0,033	10	20	24	-
Шліфування чистове	IT. 6	+0,015 +0,002	5	15	-	-

Расчетные значения			Принятые значения, мм							
припуск, мкм		расчетный размер, мм	расчетный размер	номинальный размер с предельными отклонениями	предельный размер		припуск, мкм			
миним	расч.				миним	максим	миним	расч.	макс	
–	–	32.951	33	32.1	+0.900	31.6	33	–	–	–
701	2101	30.845	30.85	30.52	+0.330	30.52	30.85	750	2150	2480
201	531	30.314	30.314	30.23	+0.084	30.23	30.314	206	536	620
121	205	30.109	30.109	30.076	+0.033	30.076	30.109	121	205	238
61	94	30.015	30.015	30	+0.015 +0.002	30.002	30.015	61	94	107

<Enter> – продолжение работы      <Esc> – возврат

Рисунок 6.1 - Результати розрахунку припусків на поверхню Ø30к6

					ГМ. 20090052-00. ПЗ	АВВ
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

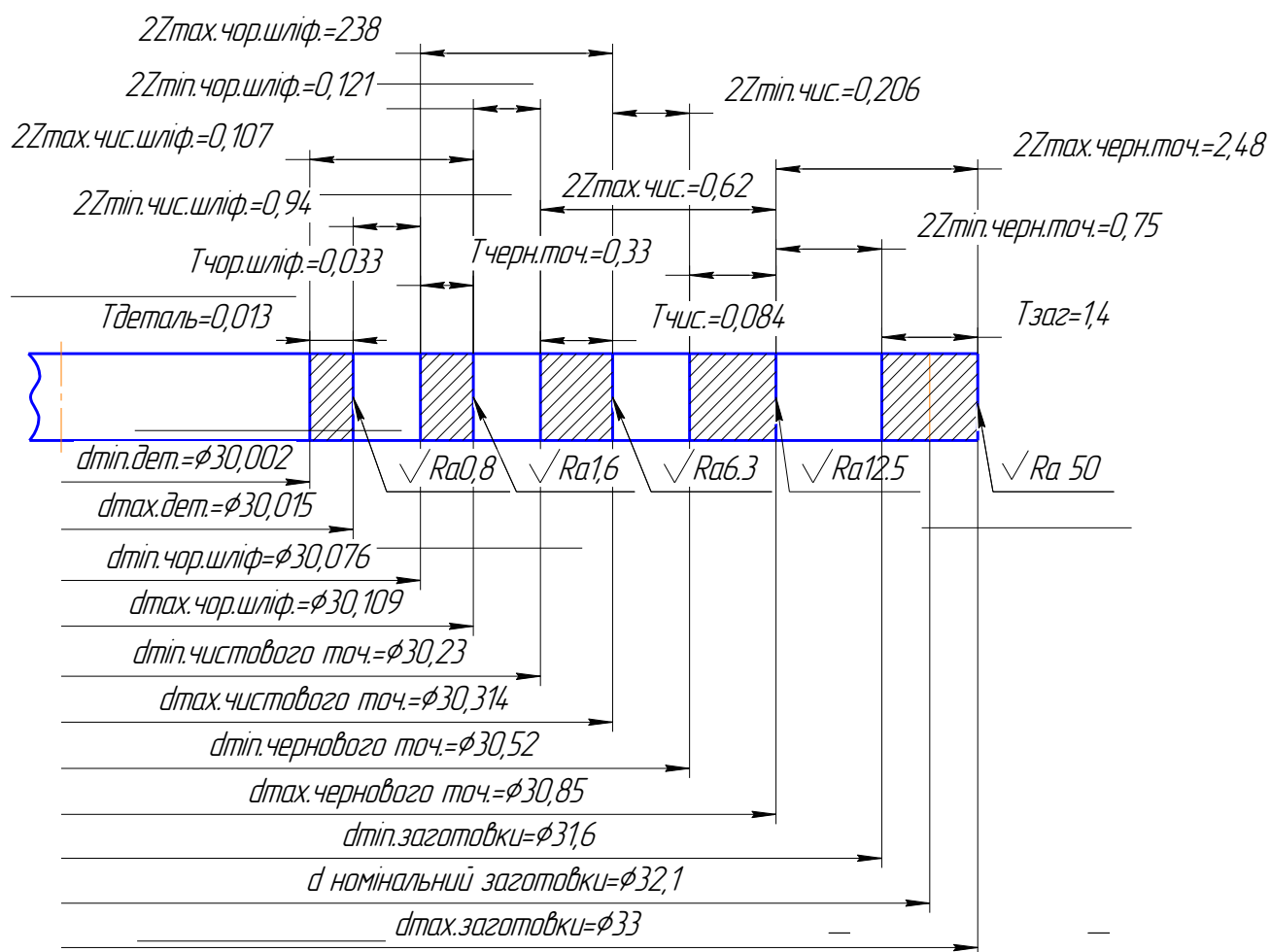


Рисунок 6.2 – Схема розміщення припусків на обробку діаметрального розміру  $\phi 30k6$  мм

## 6.2 Аналіз та обґрунтування схем базування і закріплення заготовки

Розглянемо операцію 015 токарна з ЧПК.

Для порівняння розглянемо базування заготовки в патроні та в центрах.

Базування в трьохкулачковому самоцентруючому патроні з підтисканням заднього центру, рисунок 6.3. Дана схема дозволить реалізувати подвійну напрямну та опорну бази, заготовка буде полішена п'яти ступенів вільності.

Похибка базування для діаметрів буде дорівнювати нулю, так як закріплення відбудеться в трьохкулачковому патроні.

Похибка базування для розміру 15, та 36 мм буде дорівнювати допуску на розмір з'єднуючий вимірювальну та технологічну бази – це розмір 216 мм,

$$\epsilon_{636} = T_{216} = 1,15 \text{ мм.}$$

При прив'язці системи ЧПК до правого торцю вала похибка базування для розміру 36 та 15 мм буде дорівнювати нулю.

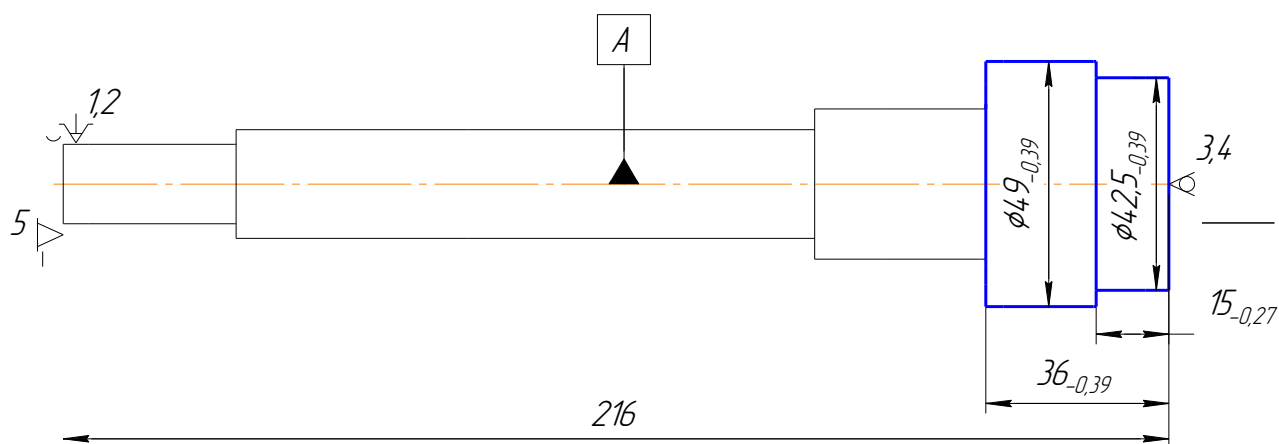


Рисунок 6.3 – Базування в трьохкулачковому патроні

Таблиця 6.3 Таблиця відповідностей

Зв'язки	Ступені свободи
1,2,3,4	I,IV,V,II
5	III
6	Вакансія



Таблиця 6.4 Матриця зв'язків

	X	Y	Z	
L	1	1	0	Подвійна напрямна база
a	1	1	0	
L	0	0	1	Опорна база
a	0	0	0	
L	0	0	0	Вакансія
a	0	0	1	

Розглянемо базування заготовки в центрах, рисунок 6.4.

Дана схема передбачає подвійно напрямну та установчу бази, заготовка полишається п'яти ступенів вільності.

Похибка базування для діаметрів буде дорівнювати нулю, так як закріплення відбудеться в центрах.

Похибка базування для розміру 50, 2 мм буде дорівнювати допуску на розмір з'єднуючий вимірювальну та технологічну бази – це розмір 260 мм,

$$\epsilon_{636} = T_{216} = 1,15 \text{ мм.}$$

При прив'язці системи ЧПК до правого торцю вала похибка базування для розміру 36 та 15 мм буде дорівнювати нулю.

Дана схема передбачає базування в центрах, а відповідно реалізацію виконання умови принципу постійності баз.

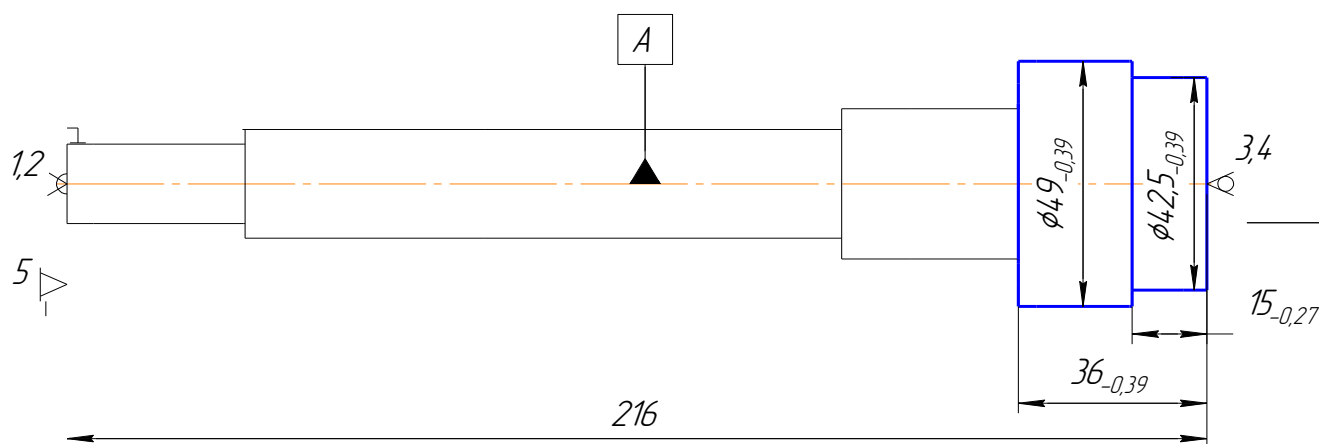


Рисунок 6.4 – Базування в центрах

Таблиця 6.5 Таблиця відповідностей

Зв'язки	Ступені свободи
1,2,3,4	I,IV,V,II
5	III
6	Вакансія

Таблиця 6.6 Матриця зв'язків

	X	Y	Z	
L	1	1	0	Подвійна напрямна база
a	1	1	0	
L	0	0	1	Опорна база
a	0	0	0	
L	0	0	0	Вакансія
a	0	0	1	

З двох схем більш доцільно прийняти другу схему, базування в центрах, так як дана схема дозволить виконати принцип постійності баз.

Розглянемо операція 030 свердлильна з ЧПК.

На даній операції виконується зенкерування та розгортання отвору  $\text{Ø}20$ . Обробка відбувається на свердлильному верстаті з ЧПК 2P135Ф2.

При виконанні операції потрібно правильно вибрати бази для забезпечення точності обробки деталі і розрахувати при якому виді закріплення похибка базування буде найменша.

Конструкторська база - це поверхні лінії або точки, що визначають положення деталі у виробі. Вимірвальна база – це поверхня що використовується для визначення взаємного положення деталі та засобів вимірювання. В даній деталі конструкторською та вимірвальною базою є торець поверхні  $\text{Ø}42.5^{+0.06}_{+0.03}$ , так як від нього проставляються всі лінійні розміри на кресленні.

Технологічна база - це база, що визначає положення деталі або виробу під час виготовлення, складання або ремонту.

При даній операції будемо встановлювати заготовку у призмах з упором у торець. Вал відноситься до довгих циліндричних деталей, тому зовнішня поверхня

					ГМ. 20090052-00. ПЗ	АВА
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

виступає у якості подвійної напрямної бази (ПНБ). Базами виступають дві циліндричні поверхні  $\varnothing 30k6$  та  $\varnothing 15f6$ , як найточніші. Дані поверхні знаходяться на достатній відстані одна від одної, що забезпечує надійне закріплення деталі та зменшує можливість зміщення деталі при свердлінні. Можливі два варіанти розташування опорної бази (ОБ): в першому випадку – торець  $\varnothing 15$  а в другому - торець  $\varnothing 40$ . Похибка базування виникає тоді коли технологічна і конструкційна база не співпадає. Враховуємо похибки базування для обох варіантів і вибираємо ту схему базування, яка забезпечує найменшу похибку базування. На рисунках 6.1 і 6.2 представлені схеми базування по першому і другому варіантах.

Визначаємо похибку базування за першим способом (рис. 6.1).

Вимірювальною базою для розміру  $216 h14$  мм є торцева поверхня  $\varnothing 42,5$ . А технологічною базою є торцева поверхня  $\varnothing 15f6$ . Похибка базування дорівнює допуску на розмір  $216$  мм, що поєднує технологічну і конструкторську базу. В першому випадку похибка базування становить:

$$\varepsilon_{6216} = T_{216} = 1,15 \text{ мм.}$$

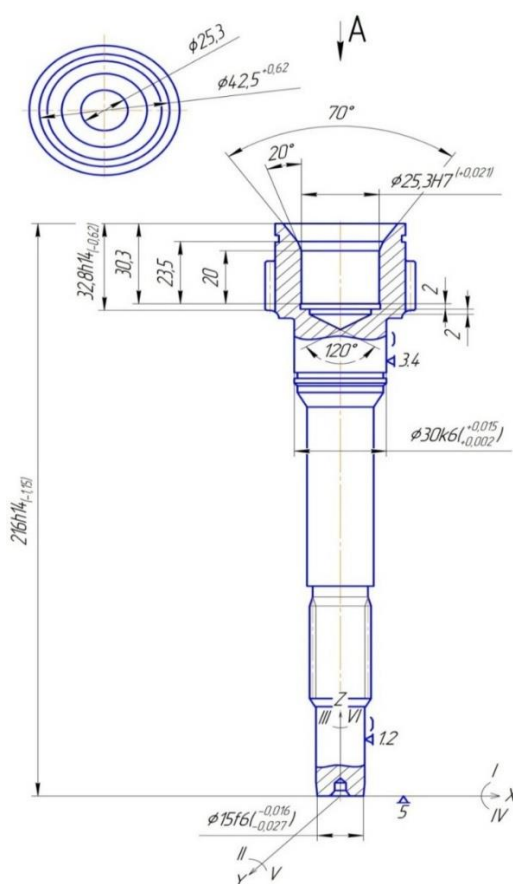


Рисунок 6.5 – Схема базування заготовки в призмах (перший варіант)

					ГМ. 20090052-00. ПЗ	АББ
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Таблиця 6.7 Таблиця відповідностей

Зв'язки	Ступені свободи
1,2,3,4	I,IV,V,II
5	III
6	Вакансія

Таблиця 6.8 Матриця зв'язків

	X	Y	Z	
L	1	1	0	Подвійна напрямна база
a	1	1	0	
L	0	0	1	Опорна база
a	0	0	0	
L	0	0	0	Вакансія
a	0	0	1	

Визначаємо похибку базування за другим способом (рис. 6.2).

Конструкційною базою є торець Ø 42,5. А технологічною базою виступає торець поверхні Ø40. Похибка базування дорівнює допускам розмірів що поєднують технологічну і конструкційну базу. В даному випадку похибка базування становить:

$$\varepsilon_6 = T_{32,8} = 0,62 \text{ мм}$$

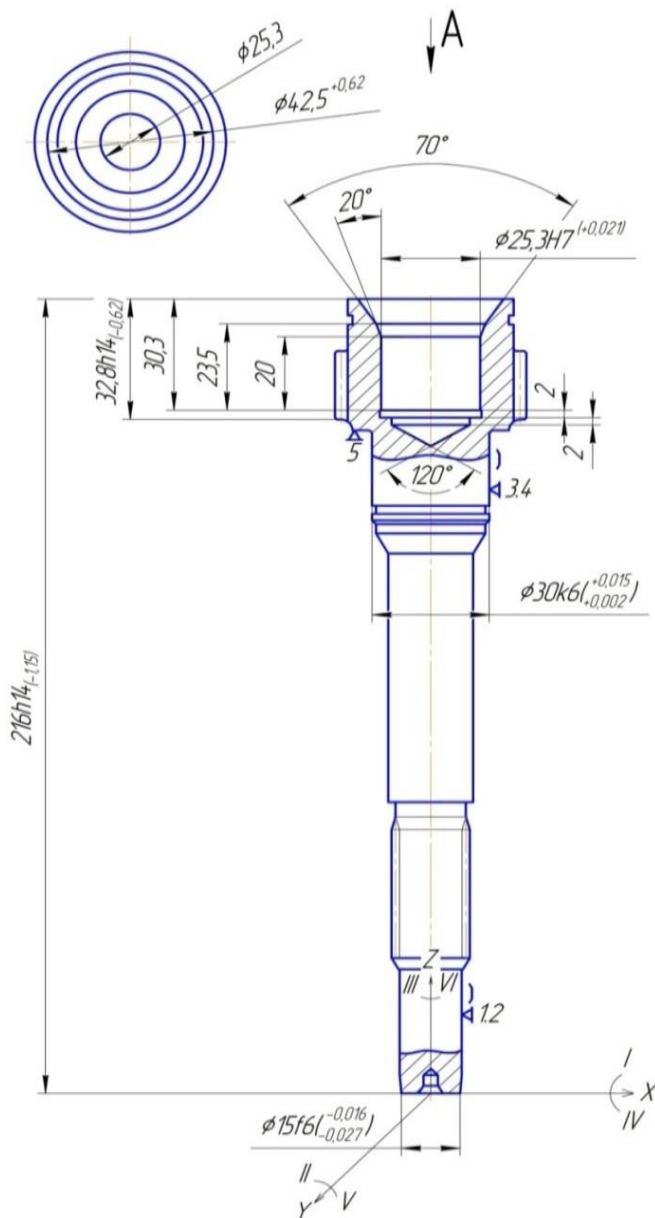


Рисунок 6.6 – Схема базування заготовки в призмах (другий варіант)

Таблиця 6.9 - Таблиця відповідностей

Зв'язки	Ступені свободи
1,2,3,4	I,IV,V,II
5	III
6	Вакансія

Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата

ГМ. 20090052-00. ПЗ

АВЗ

Таблиця 6.10 Матриця зв'язків

	X	Y	Z	
L	1	1	0	Подвійна напрямна база
a	1	1	0	
L	0	0	1	Опорна база
a	0	0	0	
L	0	0	0	Вакансія
a	0	0	1	

Порівнявши два способи базування ми визначили, що при другому способі базування похибка менша. Тому для подальших розрахунків обираємо другий спосіб базування похибка якого складає  $T_{\epsilon_6} = 0,62\text{мм}$ .

					ГМ. 20090052-00. ПЗ	АВВ
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

### 6.3 Обґрунтування вибору металорізальних верстатів

Операція 015 – токарна з ЧПК.

На операції відбувається чорнова обробка з двох установ.

При виборі обладнання звертаємо увагу на розміри деталі, оптимальну потужність верстата та тип виробництва. В умовах дрібносерійного виробництва, як правило, використовуються універсальні верстати та верстати з числовим програмним управлінням (ЧПУ). Обираємо токарні верстати з ЧПК, оптимальні для розмірів валу-шестерні. В таблиці 6.11 дані порівняльні характеристики верстатів 16K20Ф3 та 16Б16Т1С1 з ЧПУ.

Таблиця 6.11 – Порівняльна характеристика верстатів 16K20Ф3 та GCL-2BL

Технічна характеристика верстата	Модель верстата	
	16K20Ф3	GCL-2BL
Найбільший діаметр оброблюваний над станиною, мм	400	400
Найбільший діаметр оброблюваний над супортом, мм	220	135
Найбільша довжина оброблюваної заготовки, мм	1000	750
Частота обертання шпинделя, об/хв	12,5-2000	20-2800
Кількість швидкостей шпинделя	22	18
Повздовжня подача супорта, мм/об	0,05-2,8	0,01-20
Поперечна подача супорта, мм/об	0,025-1,4	0,005-10
Потужність електродвигуна головного руху, кВт	10	7,5

Оскільки верстат GCL-2BL з ЧПК більш сучасний, а решта характеристик верстатів дозволяють обробляти дану деталь, для обробки остаточно приймаємо верстат GCL-2BL з ЧПК.

					ГМ. 20090052-00. ПЗ	АВВ
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Операція 030 свердлильна з ЧПК.

Орієнтуючись на розміри деталі, точність обробки та тип виробництва, порівнюємо свердлильні верстати з ЧПК 2P135Ф2 та DR6. В таблиці 6.8 дана порівняльна характеристика обраних верстатів .

Таблиця 6.11 – Порівняльна характеристика верстатів 2P135Ф2 та DR6

Характеристика верстата	Модель верстата	
	2P135Ф2	DR6
Найбільший діаметр свердління в сталі, мм	45	50
Частота обертання шпинделя, об / хв	45-2000	38-2000
Кількість швидкостей шпинделя	12	16
Кількість подач супорта по осі, мм	18	16
Подачі супорта, мм	10-500	0,04-3,2
Електродвигун головного руху приводу, кВт	3,7	4

Так як верстат 2P135Ф2 має меншу потужність, а решта характеристик верстатів дозволяють обробляти дану деталь, для обробки приймаємо верстат 2P135Ф2.

					ГМ. 20090052-00. ПЗ	АФЮ
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		







Коефіцієнт  $K_{MV}$  розраховується за формулою:

$$K_{MV} = K_r \left( \frac{750}{\sigma_v} \right)^{n_v}, \quad (6.4)$$

де  $K_r = 1,0$  – коефіцієнт, враховуючий групу сталі, ст.262 таб.2;

$n_v = 1,0$  – показник степені, ст.262 таб.2.

$$K_{MV} = 1 \cdot \left( \frac{750}{1200} \right)^1 = 0,625$$

$$K_v = 1,0 \cdot 1,0 \cdot 0,625 = 0,625,$$

З урахуванням показників знаходимо швидкість різання:

$$V = \frac{350}{40^{0,2} \cdot 1,75^{0,15} \cdot 0,7^{0,35}} \cdot 0,625 = 109, \text{ м/хв.}$$

Знаходимо частоту обертання шпинделя по формулі:

$$n = \frac{1000 \cdot V}{\pi \cdot D}, \text{ об/хв.} \quad (6.5)$$

$$n = \frac{1000 \cdot 109}{3,14 \cdot 50,5} = 687,3 \text{ м/об.}$$

Корегуємо за паспортом верстата  $n_d = 630$  об/хв.

З урахуванням прийнятого значення розраховуємо фактичну швидкість різання по формулі:

$$V_\phi = \frac{\pi \cdot D \cdot n}{1000}, \text{ м/хв.} \quad (6.6)$$

$$V_\phi = \frac{3,14 \cdot 50,5 \cdot 630}{1000} = 100, \text{ м/хв.}$$

Знаходимо силу різання за формулою:

$$P_z = 10 C_p t^x S^y V^n K_p, \text{ Н.} \quad (6.7)$$

де  $C_p = 300$ ,  $x = 1,0$ ,  $y = 0,75$ ,  $n = -0,15$  - значення коефіцієнтів та показників в формулі сили різання при точінні;

					ГМ. 20090052-00. ПЗ	АФВ
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

$K_p=1$  - коефіцієнт враховуючий фактичні умови обробки,

$$P_0 = 10 \cdot 300 \cdot 1,75^{1,0} \cdot 0,7^{0,75} \cdot 100^{-0,15} \cdot 1 = 2013 \text{ Н.}$$

Потужність різання знаходимо за формулою:

$$N_p = \frac{P_z \cdot V}{1020 \cdot 60} = \frac{2013 \cdot 100}{1020 \cdot 60} = 3,2 \text{ кВт}$$

Визначаємо достатність привода верстата. Обробка можлива якщо виконується умова

$$N_p < N_{\text{шп}} \quad (6.8)$$

Потужність різання менше потужності верстата з урахуванням ККД (0,8) ( $3,2 < 7,5 \cdot 0,8 = 6 \text{ кВт}$ ), а отже обробка можлива.

Визначаємо основний час, хв:

$$T_o = \frac{L}{S_g \cdot n} i, \text{ хв.} \quad (6.9)$$

де  $L = 21 + 5 = 21,5 \text{ мм}$  - довжина обробки з урахуванням врізання;

$n = 630 \text{ об/хв}$  - частота обертання шпинделя;

$S_m = 1,0 \text{ мм/об}$  - подача;

$i = 1$  – кількість проходів,

$$T_o = \frac{21,5}{630 \cdot 0,7} = 0,05 \text{ хв.}$$

Розрахунок режимів різання для установи Б занесений до таблиці 6.11

Таблиця 6.11 – Параметри режимів обробки

Перехід	Параметри режимів обробки					L, мм	T <sub>o</sub> , хв
	t,мм	S,мм	n,об/хв	V,м/хв	i		
Установ А							
Точити Ø50,5	1,75	0,7	630	100	1	21	0,05
Точити Ø46	2,25	0,7	630	91	1	19,5	0,04

Продовження таблиці 6.11

Перехід	Параметри режимів обробки					L, мм	T <sub>o</sub> , хв
	t,мм	S,мм	n,об/хв	V,м/хв	i		
Установ Б							
Точити Ø19,6	4,2	0,7	630	39	2	40,5	0,045
Точити Ø24	2	0,7	630	48	1	135,5	0,15
Точити Ø31,8	2,1	0,7	630	63	1	44,9	0,04
Всього							0,38

Операція 030 свердлильна з ЧПК.

Розраховуємо режими обробки зенкером  $d = 24$ мм ГОСТ 21579-76 матеріал Р6М5 на свердлильному верстаті з ЧПК 2Р135Ф2 отвору Ø24 на глибину 32,8 мм. Обчислюємо глибину різання

$$t = 0,5(D - d) \quad t = 0,5 \cdot (24 - 20) = 2,0\text{мм} \quad (6.10)$$

Призначаємо період стійкості зенкера. При обробці сталі 25ХГМ період стійкості  $T_E = 40$  хв. табл. 30, с. 279

Визначаємо подачу для матеріалу 25ХГМ ДСТУ 7806:2015  $\sigma_B = 1200$ МПа  
 $S = 0,9$  мм/об табл.26, с. 277

Корегуючий коефіцієнт на подачу  $K_{lv} = 1.0$  табл.31, с. 280 Тоді -

$$S = 0,9 \cdot 1.0 = 0,9 \text{ мм/об.}$$

Коригуємо подачу за паспортом верстата врахувавши умову 5%:

$$S = 0,93 \text{ мм/об.}$$

Перевіряємо вибрану подачу за осьювою силою, яка допускається міцністю механізму подачі верстата. Визначаємо осьову силу  $H$  табл. 9, с.264:

$$P_0 = 10C_p D^q S^y K_p H. \quad (6.11)$$

Де  $C_p = 67, q = 0, y = 0,65$  [табл. 32, с.281]

						ГМ. 20090052-00. ПЗ	АФБ
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата			

$$K_p = K_{Mv} = \left(\frac{\sigma_B}{750}\right)^{n_v} = \left(\frac{1200}{750}\right)^{0.75} = 1,422. \quad (6.12)$$

$$P_0 = 10 \cdot 67 \cdot 24^0 \cdot 0,93^{0,65} \cdot 1,422 = 2299 \text{ Н.}$$

Умова міцності механізму подачі виконується оскільки:

$$P_0 < P_{max}/2299 < 30000/.$$

де  $P_{max}$  – допустима осьова сила.

Розрахункову величину швидкості різання знаходимо за формулою:

$$v = \frac{C_v \cdot D^q}{T^m \cdot S^y} \cdot K_v, \text{ м/хв.} \quad (6.13)$$

Значення коефіцієнта і показників ступенів вибираємо по табл. 28.с. 279:

$$C_v = 10; q = 0.6; y = 0.6; m = 0.45; T = 40\text{хв.}$$

Ураховуємо поправочні коефіцієнти на швидкість різання:

$$K_v = K_{Mv} \cdot K_{lv} \cdot K_{nv} \cdot K_{Lv} \quad (6.14)$$

Коефіцієнт, який враховує властивості обробленого матеріалу табл. 1, с.261:

$$K_{Mp} = K_r \cdot \left(\frac{750}{\sigma_B}\right)^{n_v} = 1.0 \cdot \left(\frac{750}{1200}\right)^{0.9} = 0,65 \quad (6.15)$$

Де  $K_r=1,0$ ;  $n_v=0,9$  табл. 2, стр.262.

Коефіцієнт  $K_{lv}=1.0$ , що враховує властивості матеріалу та вплив матеріалу табл. 6, с. 263

$K_{nv}=1,0$  коефіцієнт що враховує стан поверхні заготовки табл. 5, с. 263

$K_{Lv} = 0,9$  коефіцієнт що враховує глибину зенкування табл. 31, с. 280

$$K_v = 0,65 \cdot 1 \cdot 0,9 \cdot 1 = 0,58.$$

$$v = \frac{C_v \cdot D^q}{T^m \cdot S^y} \cdot K_v = \frac{10 \cdot 24^{0,6}}{40^{0,45} \cdot 0,93^{0,6}} \cdot 0,58 = 8\text{м/хв.}$$

					ГМ. 20090052-00. ПЗ	А/б
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Визначаємо частоту обертання шпинделя :

$$n = \frac{1000 \cdot v}{\pi \cdot D} \quad (6.16)$$

$$n = \frac{1000 \cdot 8}{3,14 \cdot 24} = 100 \text{об/хв.}$$

Вибираємо за паспортом верстата  $n=115,7$  об/хв. Тоді дійсна швидкість різання дорівнює:

$$v = \frac{\pi \cdot D \cdot n}{1000} = \frac{3,14 \cdot 24 \cdot 115,7}{1000} = 9,2 \text{м/хв.} \quad (6.17)$$

Визначаємо крутний момент:

$$M_{kp} = 10 C_m D^{gm} S_{\phi}^{ym} K_p, \text{ Н} \cdot \text{М} \quad (6.18)$$

Де  $C_m = 0,09$ ;  $q_m = 1$ ;  $y_m = 0,8$  [табл.32, с. 281, ].

$$K_p = K_{Mp} = 0,65$$

$$M_{kp} = 10 \cdot 0,09 \cdot 24^{1,0} \cdot 0,93^{0,8} \cdot 0,65 = 13,96 \text{ Н} \cdot \text{М}$$

Потужність різання:

$$N_p = \frac{M_{kp} \cdot n}{9750} = \frac{13,96 \cdot 115,7}{9750} = 0,16 \text{ кВт} \quad (6.19)$$

Визначаємо достатність привода верстата. Обробка можлива якщо виконується умова

$$N_p < N_{\text{шп}} \quad (6.20)$$

У свердлильного верстат з ЧПК 2P135Ф2  $N_{\text{шп}} = 3,7 \cdot 0,8 = 2,96$  кВт. Отже обробка можлива  $0,94 < 2,96$ .

Визначаємо основний час час, хв:

$$T_o = \frac{L_p}{S_g \cdot n} \quad (6.21)$$

$$L = l + l_1 \quad (6.22)$$

					ГМ. 20090052-00. ПЗ	АФЖ
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

$$l_1 = 0,4D = 0,4 \cdot 25,2 = 10,08;$$

$$L = 32,8 + 10,08 = 42,88 \text{ мм}$$

$$T_o = \frac{42,88}{0,93 \cdot 115,7} = 0,39 \text{ хв.}$$

Таблиця 6.12 – Параметри режимів обробки

Перехід	Параметри режимів обробки					L, мм	T <sub>o</sub> , хв
	t, мм	S, мм	n, об/хв	V, м/хв	i		
Зенкерувати Отвір Ø 24мм	2	0,93	115	9,2	1	42,88	0,39
Розвертати отвір Ø 25мм	0,5	0,93	45	3,5	1	42,88	1,0
Зенкувати фаску 1x40°	1,5	0,93	115	10	1	-	0,1
Зенкувати фаску 1x70°	6	0,93	88	10,3	1	-	0,16
Всього							1,65



## 6.6 Технічне нормування операцій

Розрахунки проводимо по нормативам [8]

Операція 015 – токарна з ЧПК.

Норма штучного часу визначається за формулою:

$$T_{шт} = T_o + T_d + T_{об} + T_{от}, \text{ хв.} \quad (6.23)$$

де  $T_o$  – основний (машинний) час для токарної операції 015 = 0,38 хв.

Визначаємо допоміжний час за формулою:

$$T_d = T_{y.c} + T_{з.о} + T_{уп} + T_{из}, \text{ хв.} \quad (6.24)$$

$T_{y.c}$  – час на установку і зняття деталі (13, карта 2. поз. 2) [8]  $T_{y.c} = 0,68$  хв.;

$T_{з.о}$  – час на закріплення деталі (13, карта 2. поз. 2) [8]  $T_{з.о} = 0,024$  хв.;

$T_{уп}$  – час на прийоми управління (13, поз. 93в) [8]

$$T_{уп} = 0,01 + 0,04 + 0,025 = 0,075 \text{ хв.};$$

$T_{из}$  – час на вимірювання деталі (карта 44, ст.1) [8] = 0,03 + 0,16 = 0,19 хв

$$T_d = 0,68 + 0,03 + 0,075 + 0,19 = 0,975 \text{ хв.}$$

$T_{об}$  – час на обслуговування робочого місця складається з часу на технічне та організаційне обслуговування:

$$T_{об} = T_{тех} + T_{орг}, \text{ хв.} \quad (6.25)$$

де  $T_{тех}$  – час на технічне обслуговування робочого місця:

$$T_{тех} = T_o \times P_{тех} / T, \text{ хв} \quad (6.26)$$

де  $P_{тех}$  – витрати на технічне обслуговування робочого місця у відсотках від основного,  $P_{тех} = 4\%$  (карта 45, ст.3) [8];

$T$  – період стійкості при роботі одним інструментом.

$$T_{тех} = 0,38 \times 4 / 40 = 0,04 \text{ хв}$$

					ГМ. 20090052-00. ПЗ	АФВ
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

$T_{орг}$  – час на організаційне обслуговування робочого місця:

$$T_{орг} = T_{оп} \times T_{ор}, \text{ хв} \quad (6.27)$$

де  $T_{оп}$  – оперативний час, знаходиться як сума основного і допоміжного часу.

$T_{ор}$  - витрати на організаційне обслуговування робочого місця (карта 45, ст.3)

$$T_{ор} = 1,4\%.$$

$$T_{орг} = (0,38 + 0,969) \times 1,4\% = 0,02 \text{ хв.}$$

$$T_{об} = 0,04 + 0,02 = 0,06 \text{ хв.}$$

$T_{от}$  – час перерв на відпочинок та особисті потреби при:

$$T_{от} = T_{оп} \times T_{от}, \text{ хв.} \quad (6.28)$$

де  $T_{от}$  – затрати часу на відпочинок (карта 46) [8] = 6%.

$$T_{от} = 1,349 \times 6\% = 0,08 \text{ хв.} \quad (6.29)$$

$$T_{шт} = 0,38 + 0,975 + 0,22 + 0,08 = 1,6 \text{ хв.}$$

Визначаємо штучно-калькуляційний час за формулою:

$$T_{шт-к} = T_{шт} + \frac{T_{пз}}{N}, \text{ хв}$$

$T_{пз} = 14$  хв - підготовчо-заклучний час на наладку верстата, інструмента та пристосування перед початком виготовлення партії деталей (карта 47, позиція 1в)

$N = 167$  шт. - кількість деталей у партії.

$$T_{шт-к} = 1,6 + \frac{14}{167} = 1,68, \text{ хв.}$$

Розрахунок технічної норми часу для операції 030 – свердлильна з ЧПК.

Норма штучного часу визначається за формулою:

$$T_{шт} = T_o + T_d + T_{об} + T_{от}, \text{ хв.} \quad (6.30)$$

де  $T_o = 1,65$  хв.

					ГМ. 20090052-00. ПЗ	АБЖ
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

$T_B$  – допоміжний час котрий складається з витрат часу на окремі прийоми:

$$T_B = T_{y.c} + T_{z.o} + T_{уп} + T_{из}, \text{ хв.} \quad (6.30)$$

де  $T_{y.c}$  – час на установку і зняття деталі (карта 9, позиція 23к) [8] = 0,68 хв.;

$T_{z.o}$  – час на закріплення та зняття деталі (карта 9, позиція 23к) [8] = 0,03хв.;

$T_{уп}$  – час на прийоми управління (позиція 12в) [8]

$$T_{уп} = 0,01 + 0,035 + 0,05 + 0,01 = 0,105 \text{ хв.}$$

$T_{из}$  – час на вимірювання деталі (карта 43, позиція 84в) [8] = 0,06хв.

$$T_d = 0,68 + 0,03 + 0,105 + 0,06 = 1,145 \text{ хв.}$$

$T_{об}$  – час на обслуговування робочого місця складається з часу на організаційне обслуговування:

$$T_{об} = T_{тех} + T_{орг}, \text{ хв} \quad (6.32)$$

де  $T_{тех}$  – час на технічне обслуговування робочого місця визначається за формулою:

$$T_{тех} = T_o \times П_{тех} / T, \text{ хв.} \quad (6.33)$$

де  $П_{тех}$  – витрати на технічне обслуговування робочого місця у відсотках від основного, у % = 4% (13, карта 45, позиція 23) [8];

$T$  – період стійкості при роботі одним інструментом:

$$T_{тех} = 1,65 \times 4 / 40 = 0,16 \text{ хв.}$$

$T_{орг}$  – час на організаційне обслуговування робочого місця визначається:

$$T_{орг} = T_{оп} \times П_{орг}, \text{ хв.} \quad (6.34)$$

де  $T_{оп}$  – оперативний час, знаходиться як сума основного і допоміжного часу.

$П_{орг}$  – витрати на організаційне обслуговування робочого місця, (карта 45, ст.3)

$П_{орг} = 1\%$ .

$$T_{орг} = (1,65 + 1,145) \times 1\% = 0,03, \text{ хв.}$$

$$T_{об} = 0,16 + 0,03 = 0,2, \text{ хв.}$$

$T_{от}$  – час перерв на відпочинок і особисті потреби:

$$T_{от} = T_{оп} \times П_{от}, \text{ хв.} \quad (6.35)$$

					ГМ. 20090052-00. ПЗ	АБЯ
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

де  $P_{от}$  – витрати часу на відпочинок, у %, (карта 46) [8] = 7%.

$$T_{от} = 2,795 \times 7\% = 0,19 \text{ хв.}$$

$$T_{шт} = 1,65 + 1,145 + 0,2 + 0,19 = 3,18 \text{ хв.}$$

Визначаємо штучно-калькуляційний час за формулою:

$$T_{шт-к} = T_{шт} + \frac{T_{пз}}{N}, \text{ хв.}$$

$T_{пз} = 20$  хв - підготовчо-заключний час на наладку станка, інструмента та пристосування (карта 47, позиція 1в)

$N = 167$  шт. - кількість деталей у партії.

$$T_{шт-к} = 3,18 + \frac{20}{167} = 3,2 \text{ хв.}$$

					ГМ. 20090052-00. ПЗ	АБ2
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		



Отвір Ø20мм відповідно до технічних вимог на виготовлення деталі відповідає 14 квалітету точності [9].

$$T_{\varnothing 20} = 360 \text{ мкм}$$

Точність лінійних розмірів аналізувати недоцільно, тому що отвори не наскрізні.

Шорсткість оброблюваних поверхонь.

Шорсткість оброблюваної поверхні Ra 6,3 мкм.

Аналіз базових поверхонь.

Конструкція пристосування буде припускати базування заготовки по торцю і по зовнішнім циліндричним поверхням Ø16f6 Ø30k6.

Допуск:  $T_{\varnothing 16} = 43 \text{ мкм}$ .

Допуск:  $T_{\varnothing 30} = 16 \text{ мкм}$ .

Дану поверхню можна використовувати як подвійні напрямні бази.

Шорсткість базових поверхонь.

Шорсткість поверхонь Ø30k6 становить Ra 0.8 мкм, Ø16 f6 становить Ra 0.8 мкм.

Визначення умов, в яких буде виготовлятися і експлуатуватися проектоване пристосування.

Річна програма випуску становить 1800 деталей. Така програма з урахуванням трудомісткості передбачає дрібносерійний тип виробництва. Заготівка буде оброблятися на свердлильному верстаті 2P135Ф2 з ЧПК.

Обробка на даній операції здійснюється свердлом Ø20 мм. Пристосування має обслуговуватися верстатником 3-го розряду.

Аналіз схем базування та закріплення був виконаний раніше.

Розрахунок сил закріплення.

Розрахуємо коефіцієнт запасу за формулою з [2, с.85]:

$$K = K_0 \cdot K_1 \cdot K_2 \cdot K_3 \cdot K_4 \cdot K_5 \cdot K_6 \quad (7.1)$$

$K_0=1,5$  – коефіцієнт гарантування запасу [2,с.85]

										АБЯ
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	ГМ. 20090052-00. ПЗ					

$K_1 = 1.2$  – коефіцієнт, що враховує збільшення сил різання від випадкових нерівностей на оброблюваних поверхнях по [2, с.85]

$K_2 = 1.5$  – коефіцієнт, що враховує збільшення сил різання от прогресуючого затуплення ріжучого інструменту. [2, с.84:табл.9]

$K_3 = 1$  - коефіцієнт, що враховує зміну сил обробки при перервному точінні [2,с.85]

$K_4 = 1,2$  - коефіцієнт, що враховує непостійність сил що розвиваються приводами [2,с.85]

$K_5 = 1.2$  - коефіцієнт, що характеризує економіку затискних механізмів [2, с.85]

Коефіцієнт  $K_6$  в даному випадку не враховується

$$K = 1,5 \cdot 1,2 \cdot 1,5 \cdot 1 \cdot 1,2 \cdot 1,2 = 3,8$$

Для того, щоб визначити силу закріплення під час свердління отвору, необхідно розрахувати величини сил та моментів, що виникають при обробці даної поверхні. З попередніх розрахунків  $M_{кр} = 13,96$  Нм (пункт 5.6)

Складемо рівняння моментів сил і визначимо силу закріплення  $W$ .

$$W = \frac{K \cdot M_{кр}}{\frac{1}{3} \cdot f \cdot \left( \frac{D^3 - d^3}{D^2 - d^2} \right)}, \text{Н.} \quad (7.2)$$

де  $W$  - сила затиску деталі;

$M_{кр}$  - крутний момент на свердлі;

$f$  – коефіцієнт тертя на робочих поверхнях затискачів (для гладких поверхонь  $f = 0,25$ );

$K$  – коефіцієнт запасу.

Визначимо силу закріплення  $W$

$$W = \frac{3,8 \cdot 13,96}{\frac{1}{3} \cdot 0,15 \cdot \left( \frac{0,25^3 - 0,016^3}{0,25^2 - 0,016^2} \right)} = 18286,8 \text{ Н}$$

Обґрунтування вибору приводу.

					ГМ. 20090052-00. ПЗ	АББ
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Для розкріплення досить ходу 5-10 мм, отже, раціонально вибрати поршневу пневмокамеру двобічної дії з діаметром діафрагми визначається за формулою [2]:

$$D = 1,13 \sqrt{\frac{W}{p}} = 1,13 \times \sqrt{\frac{18340}{0,4}} = 245 \text{ мм} \quad (7.3)$$

де  $p = 0,4$  МПа - тиск повітря в мережі.

З конструкторських міркувань приймаємо згідно ГОСТ 6540-68 діаметр  $D = 250$  мм.

Отже розраховуємо фактичну силу закріплення при діаметрі пневмокамери 250 мм по ГОСТ.

$$W_{\phi} = \frac{D^2 \times p}{1,13^2} = \frac{250^2 \times 0,4}{1,13^2} = 19580 \text{ Н}$$

Точні розрахунки пристосування.

З інформаційної точки зору розрахунки допусків на виготовлення елементів пристосування являють собою перетворення інформації про обробку поверхонь деталі в точності до пристосування.

Перш ніж приступити до розрахунку точності, визначимо розрахункові параметри, які більшою мірою впливають на досягнення заданих допусків оброблення деталі.

Деталь базується на даній операції по циліндричним поверхням Ø30k6 та Ø16f6.

Визначимо допустиму похибку на перпендикулярність по формулі 7.4.

Більшість складових, що входять у дану формулу, являють собою поля розсіювання випадкових величин.

$$\varepsilon_{\text{пр}} = T - K_T \sqrt{(K_{T1} \cdot \varepsilon_6)^2 + \varepsilon_3^2 + \varepsilon_y^2 + \varepsilon_{\text{п}}^2 + \varepsilon_{\text{зн}}^2 + (K_{T2} \cdot \omega)^2 + \varepsilon_{\text{поз}}^2} \quad (7.4)$$

Розглянемо більш докладно складові, що входять у дану формулу.

-  $T = 360$  мкм – найбільш жорсткий допуск розташування або розміру (п. 1.3);

					ГМ. 20090052-00. ПЗ	АБб
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		



-  $K_T = 1,2$  - коефіцієнт що враховує можливий відступ окремих складових від нормального закону розподілу випадкових величин;

-  $K_{T1} = 0,85$  - коефіцієнт, що враховує деяке зменшення граничного значення похибки базування;

-  $\varepsilon_6 = 0$  - похибка базування (свердлимо отвір  $\varnothing 20$ );

-  $\varepsilon_3 = 43$  мкм - похибка закріплення (табл. 3.3) [12];

-  $\varepsilon_y = 20$  мкм - похибка установки пристрою на верстаті [12, с. 21];

-  $\varepsilon_{\Pi} = 0$  - похибка перекосу інструмента;

-  $\varepsilon_{3H} = 0$  – похибка зношування (п 3.2) [12];

-  $K_{T2} = 0,7$  – коефіцієнт що враховує можливість появи похибки обробки (див. п 3.2) [1];

-  $\omega = 150$  мкм - значення допуску для 12 квалітету середньої економічної точності свердління для розміру 20 мм (див. табл. 3.7) [12];

-  $\varepsilon_{noz} = 50$  мкм - похибка позиціонування (відповідно до паспорта верстата).

Тоді розрахункове значення похибки пристрою буде дорівнювати:

$$\varepsilon_{пр} = 360 - 1,2\sqrt{0^2 + 43^2 + 20^2 + 0^2 + 0^2 + (0,7 \cdot 150)^2 + 50^2} = 156 \text{ (мкм)}.$$

З урахуванням стандартного ряду беремо допуск перпендикулярності.

$T = 160$  мкм.

Найближче стандартне значення допуску перпендикулярності по ГОСТ 24643-81 160 мкм для діапазону розмірів 16-30 мм, в який входить розмір  $\varnothing 30$  та  $\varnothing 16$  - перпендикулярності, відповідає 6-й ступені точності.

Опис пристрою і принципу дії пристосування.

Пристосування має задовольняти технічні вимоги креслення загального вигляду і забезпечувати якісну обробку заготовки по заданим розмірам.

Пристрій складається з плити під якою змонтована пневмокамера і на якій встановлено стакан.

При подачі стисненого повітря в верхню порожнину відбувається закріплення заготовки. подача повітря здійснюється через триходовий розподільний кран. При

					<b>ГМ. 20090052-00. ПЗ</b>	<b>АБЖ</b>
<i>Змн.</i>	<i>Арк.</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>		

відключенні подачі повітря по засобом перемикачів триходового крана відбувається процес розкріплення заготовки (камера двосторонньої дії).

Розрахунок на міцність.

Розраховуємо на міцність різьблення штока. З конструктивних міркувань і попередніх компонувань пристосування, прийmemo різьбу на штоку М16х1,75-6g. Сила на штоку  $W = 19580$  Н, матеріал гвинта - Сталь 40 ГОСТ 1050-88.

Внутрішній діаметр різьби розраховується за формулою:

$$d_B = d_n - (0,541P) \cdot 2 \quad (7.5)$$

де  $d_n$  – зовнішній діаметр різьби;

$P$  – крок різьби.

$$d_g = 16 - (0,541 \cdot 1,75) \cdot 2 = 14,1065 \text{ мм}$$

Мінімальна площа поперечного перерізу різьби розраховується за формулою:

$$S_{\min \text{рез}} = \frac{\pi d_g^2}{4} \quad (7.6)$$

де  $d_B$  – внутрішній діаметр різьби.

$$S_{\min \text{рез}} = \frac{\pi \cdot 14,1065^2}{4} = 156,2 \text{ мм}^2$$

Границя текучості для Сталі 40 дорівнює 300 МПа.

Допустимі напруги розтягування визначається за формулою:

$$[\sigma_p] = 0,5 \cdot \sigma_T \quad (7.7)$$

$$[\sigma_p] = 0,5 \cdot 300 = 150 \text{ МПа}$$

Запишемо умову міцності на розтяг:

$$\sigma_p = \frac{W}{S_{\min \text{рез}}} \leq [\sigma_p] \quad (7.8)$$

$$\sigma_p = \frac{19580}{156,2} = 125,3 < 150 \text{ МПа} \text{ – отже міцність штока забезпечується, навіть в його}$$

мінімальному перетині (на різьбовій ділянці).

									АБЖ
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	ГМ. 20090052-00. ПЗ				

## ВИСНОВКИ

Завданням на дипломний проект було проектування технологічного процесу виготовлення первинного валу 1050.003.00.001 автомобіля BMW. В ході виконання проекту розкрито призначення і принцип дії виробу, до складу якого входить деталь. Наведено службове призначення і технічні характеристики деталі. На підставі технічних характеристик деталі зроблені висновки про можливість її отримання наявними методами обробки з використанням стандартного інструменту та обладнання.

Тип виробництва і розрахований розмір партії оброблюваних деталей вплинув на вибір обладнання. Перевага віддана універсальному обладнанню з числовим програмним управлінням.

Обґрунтовано вибір методу і способу отримання заготовки. Зроблено попередній розрахунок заготовки. У ході розрахунку було визначено її розміри.

У результаті аналізу поверхонь деталі 1050.003.00.001 за кресленням були призначені методи обробки, обрані технологічні бази, передбачувані схеми базування.

Зроблені розрахунки режимів різання і норм часу обробки на токарній та свердлильній операціях. Розрахунок норм часу на виконанні операції дає можливість визначити шляхи подальшого підвищення продуктивності праці та зменшення трудоємності обробки.

					ГМ. 20090052-00. ПЗ	АБВ
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

## ПЕРЕЛІК ДЖЕРЕЛ ПОСИЛАННЯ

1. Григурко І.О., Брендуня М.Ф., Доценко С.М. Технологія машинобудування (дипломне проектування). Навчальний посібник – Лівів: «Новий світ 2000», 2007. – 768 с.

2. Дерібо, О. В. Основи технології машинобудування : практикум. Ч.1 / О. В. Дерібо, Ж. П. Дусанюк, С. В. Репінський. — Вінниця : ВНТУ, 2017. — 106 с.

3. ДСТУ 9182:2022 Поковки з вуглецевої і легованої сталі, виготовлені куванням на пресах. Припуски і допуски.- Технічний комітет зі стандартизації «Чавун, прокат листовий, прокат сортовий термозміцнений, вироби для рухомого складу, металеві вироби, інша продукція з чавуну та сталі» (ТК 4).- 2022.-51с.

4. Євтухов, В. Г. Методичні вказівки до оформлення документації при виконанні розрахунково-графічних і курсових робіт, курсових і дипломних проектів з технології машинобудування [Текст] : у 2-х ч. Ч.1 : Загальні відомості / В. Г. Євтухов, В. О. Іванов. — Суми : СумДУ, 2011. — 55 с.

5. Євтухов, В. Г. Методичні вказівки до оформлення документації при виконанні розрахунково-графічних і курсових робіт, курсових і дипломних проектів з технології машинобудування [Текст] : для студ. спец. освітньо-кваліфікаційних рівнів: "бакалавр" за напрямками підготовки: 6.050502 "Інженерна механіка", 6.050503 "Машинобудування", 6.050604 "Енергомашинобудування". Ч.2 : Приклади оформлення технологічної документації / В. Г. Євтухов, В. О. Іванов. — Суми : СумДУ, 2011. — 59 с.9.

6. Савчук, В. І. Методичні вказівки до виконання практичної роботи "Розроблення структури операції для оброблення валів на токарних верстатах із ЧПК" із дисципліни "Технологія оброблення типових деталей та складання машин" [Текст] : для студ. спец. 131 "Прикладна механіка" (ОПП "Технології машинобудування") освітнього ступеня "бакалавр" усіх форм навчання / В. І. Савчук, А. В. Євтухов. — Електронне видання каф. Технології машинобудування, верстатів та інструментів. — Суми : СумДУ, 2020. — 24 с.

					ГМ. 20090052-00. ПЗ	АБЖ
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

7. Булига, Ю. В. Теорія різання. Розрахунок режимів різання : практикум / Булига Ю. В., Веселовська Н. Р., Міськов В. П. – Вінниця : ВНТУ, 2019. – 67 с.

8. Паливода Ю. Є. Інструментальні матеріали, режими різання, технічне нормування механічної обробки : навчально-методичний посібник / Паливода Ю.Є., Дячун А.Є., Лещук Р.Я. – Тернопіль : Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя, 2019. – 240 с.

9. Швець С.В. Основи формоутворення поверхонь різанням: навч. посіб. / С.В.Швець. – Суми: Сумський державний університет, 2011. –127 с. Режим доступу: <http://essuir.sumdu.edu.ua/handle/123456789/5019>

10. Петров, О. В. Технологічна оснастка : навчальний посібник / О. В. Петров, С. І. Сухоруков. Вінниця : ВНТУ, 2020. 123 с.

11. Медведєв, В. С. Технологічна оснастка : навчальний посібник для студентів спеціальності 131 «Прикладна механіка» / Укл. В. С. Медведєв, В. І. Тулупов, С. Г. Онищук . Краматорськ : ДДМА, 2021. 108 с.

12. Безпека життєдіяльності та охорона праці [Електронний ресурс] : довідник у 2-х ч. Ч.2 : (О – Я) / Ю. В. Буц, О. І. Богатов, О. Г. Зима та ін.; за заг. ред. Ю.В. Буца. Х. : ХНЕУ ім. С. Кузнеця, 2020. 179 с. URL :

<https://lib.sumdu.edu.ua/library/DocumentDescription?docid=USH.6029508>

13. Пістун І.П. Охорона праці в галузі машинобудування : навчальний посібник / І.П. Пістун, Р.Є. Стець, І.О. Трунова. Суми : Університетська книга, 2011. 557 с.

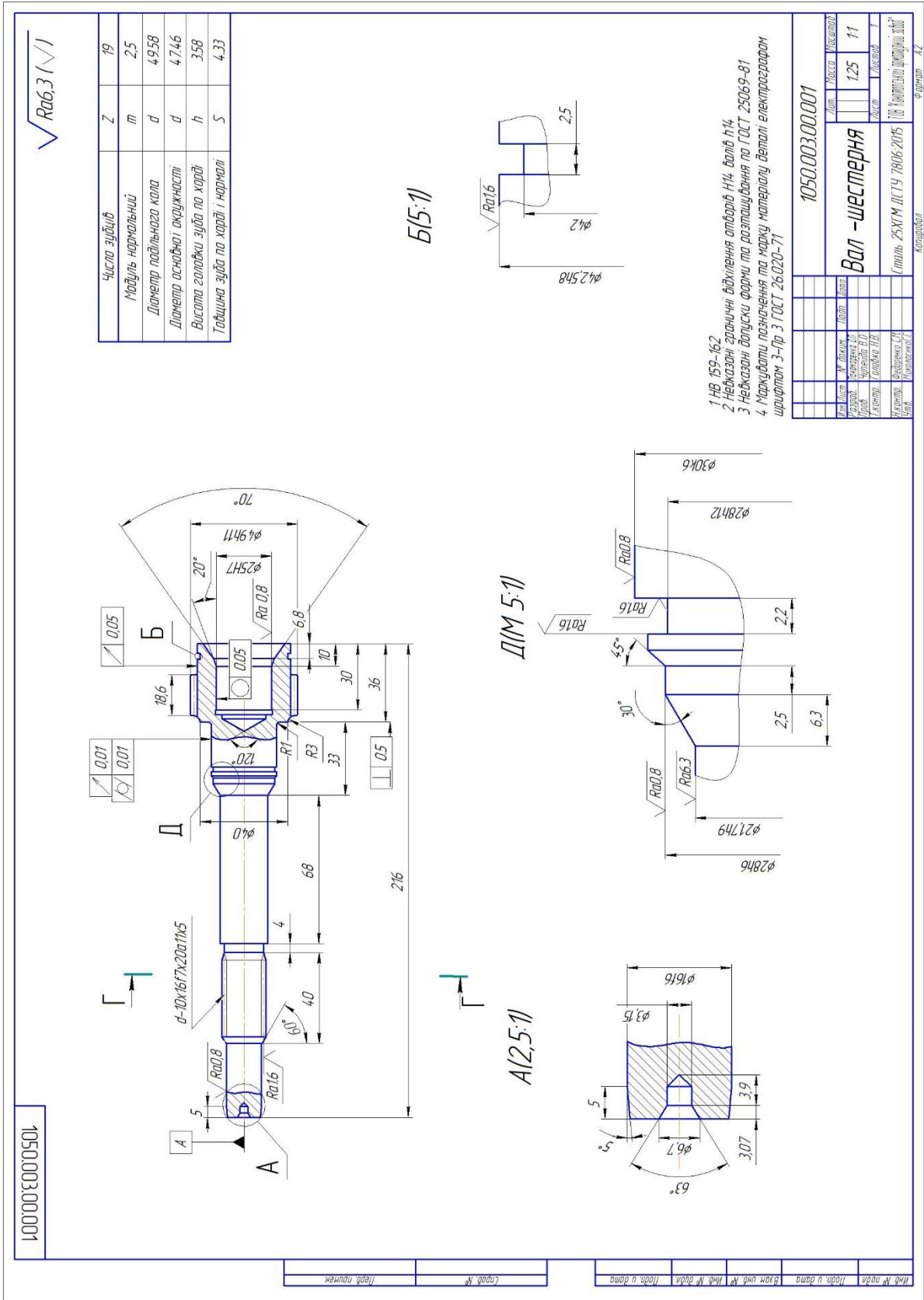
14. Яким Р.С. Безпека життєдіяльності людини : Навч. посібник. Львів : Видавництво «Бескид Біт», 2005. 304 с.

					ГМ. 20090052-00. ПЗ	Абз
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

# ДОДАТКИ

# ДОДАТОК А

## КРЕСЛЕННЯ ДЕТАЛІ ВАЛ-ШЕСТЕРНЯ 1050.003.00.001



**ДОДАТОК Б**  
**РЕЗУЛЬТАТИ РОЗРАХУНКУ ПРИПУСКІВ НА РОЗМІР Ø70H6 мм**

Расчетные значения			Принятые значения, мм							
припуск, мкм		расчетный размер, мм	расчетный размер	номинальный размер с предельными отклонениями	предельный размер		припуск, мкм			
миним	расч.				минимальный	максимальный	миним	расч.	макс	
-	-	32.951	33	32.1	+0.900	31.6	33	-	-	-
701	2101	30.845	30.85	30.52	-0.500	30.52	30.85	750	2150	2480
201	531	30.314	30.314	30.23	+0.330	30.23	30.314	206	536	620
121	205	30.109	30.109	30.23	+0.084	30.23	30.314	206	536	620
61	94	30.015	30.015	30.076	+0.033	30.076	30.109	121	205	238
				30	+0.015	30.002	30.015	61	94	107
					+0.002					

<Enter> – продолжение работы                      <Esc> – возврат



## ДОДАТОК В

### ОХОРОНА ПРАЦІ ТА БЕЗПЕКА В НАДЗВИЧАЙНИХ СИТУАЦІЯХ

#### **Навчання працівників безпечних способів праці. Зміст та види інструктажів, хто і коли їх проводить**

Підготовка та проведення інструктажів з охорони та безпеки праці проводиться відповідно до Типового положення про порядок проведення навчання і перевірки знань з питань охорони праці НПАОП 0.00-4.12-05 [18].

Працівники які прийняті на роботу, а також ті працівники, що працюють на підприємстві, проходять навчання і інструктажі з питань охорони праці, надання першої медичної допомоги, правил поведінки при виникненні аварій, відповідно до вказаного типового положення.

Підготовка працівників з питань безпеки та охорони праці передбачає:

- а) навчання та підготовка інструкторів з охорони праці у відповідних закладах, що мають дозвіл Держнаглядохоронпраці на таке навчання;
- б) навчання та інструктажі працівників при підготовці, перепідготовці або отриманні нової професії та підвищенні кваліфікації в навчальному закладі;
- в) спеціальне навчання та проведення інструктажів для працівників, які виконують роботи з підвищеною небезпекою;
- г) підвищення кваліфікації фахівців на курсах, семінарах, у науково-інформаційних центрах і навчальних закладах;
- д) усі види інструктажів з охорони праці.

У кожній організації роботодавець організовує і здійснює навчання працівників з питань охорони праці на підприємстві, а в структурних підрозділах на відповідальність за навчання покладається на керівників цих підрозділів.

Працівники служби охорони праці здійснюють контроль за навчанням і перевіркою знань працівників з охорони праці.

Інструктажі з охорони праці поділяють на вступний, первинний на робочому місці, вторинний, позаплановий та цільовий.

**Вступний інструктаж** проводить інженер служби охорони праці за програмою, яка розроблена з урахуванням всіх вимог НТД з охорони праці, цей інструктаж здійснюють в спеціально обладнаному кабінеті охорони праці із використанням технічних засобів навчання з усіма працівниками, які вперше прийняті на роботу, а також із співробітниками, які будуть відряджені учнями й студентами, що знаходяться на виробничому навчанні чи практиці. Проведення інструктажу обов'язково документують у спеціальному журналі встановленої форми, з назвою «Реєстрація вступного інструктажу». В даному журналі ставлять відмітку про проведення інструктажу та обов'язково закріплюють підписами інструктора та інструктованої особи.

**Первинний інструктаж проводять** перед початком роботи, інструктує особисто керівник робіт. Первинний інструктаж проводиться на робочому місці з новими робітниками, практикантами чи особами, що знаходяться на виробничому навчанні і учнями, а також особами у відрядженні, з робітниками для яких дана робота є новою, в індивідуальному порядку демонстрацією з показових правил, методів, прийомів тощо.

Перед початком самостійної роботи, працівники, які пройшли первинний інструктаж, направляються на стажування від 2 до 5 змін. Дане стажування повинне бути офіційно оформлене наказом по підприємству, в якому повинна бути вказана тривалість стажування та відповідальні за його проведення.

Після стажування працівника допускають до самостійної роботи, оформлюючи при цьому відповідний наказ, завізований роботодавцем.

**Вторинний інструктаж** проводять двічі на рік у індивідуальному порядку, чи груповий для робітників однієї професії з метою підвищення рівня знань правил та інструкцій з охорони праці. Винятком є працівники, які працюють в умовах підвищеної небезпеки – вони інструктуються кожні 3 місяці.

**Позаплановий інструктаж** проводять:

- після порушення працівником інструкцій з охорони праці, що могли призвести до нещасного випадку;

- у випадку змін у галузі охорони праці, технологічному процесі витратних матеріалів, обладнання, якщо ці зміни можуть впливати на безпеку праці;

- під час наявності перериву у роботі працівником періодом понад 30 діб, що мають підвищений ступень небезпеки, та більше 60 діб для інших робіт.

**Цільовий інструктаж** проводяться працівникам:

- під час роботи за нарядом-допуском, перед самою роботою та фіксується у наряді-допуску на проведення робіт;

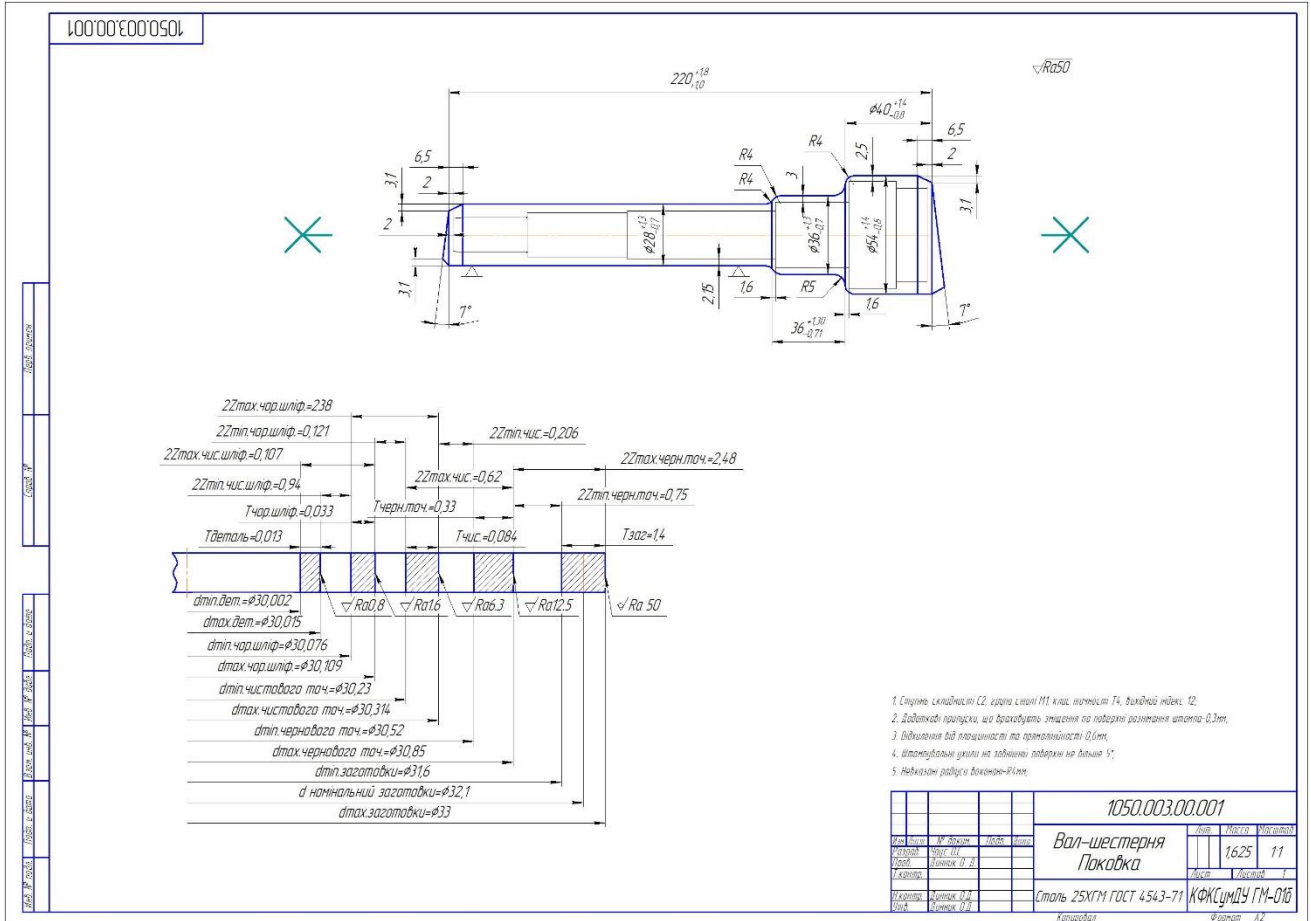
- під час ліквідації наслідків аварій, стихійних лих.

Всі інструктажі записують у журналі "Реєстрація інструктажу на робочому місці" за визначеними формами, до яких обов'язково включають підписи інструктора та інструктованого. У випадках позапланових інструктажів обов'язково вписуються причини їх проведення.

Навчання питань охорони праці обов'язково повинне передбачатися програмами факультетів підвищення кваліфікації. Після закінчення навчання обов'язково є перевірка знань з питань охорони праці.

Пропаганда питань охорони праці проводиться з використанням усіх форм пропаганди - публікації, плакати, радіо, телебачення, кіно, виставки, лекції.

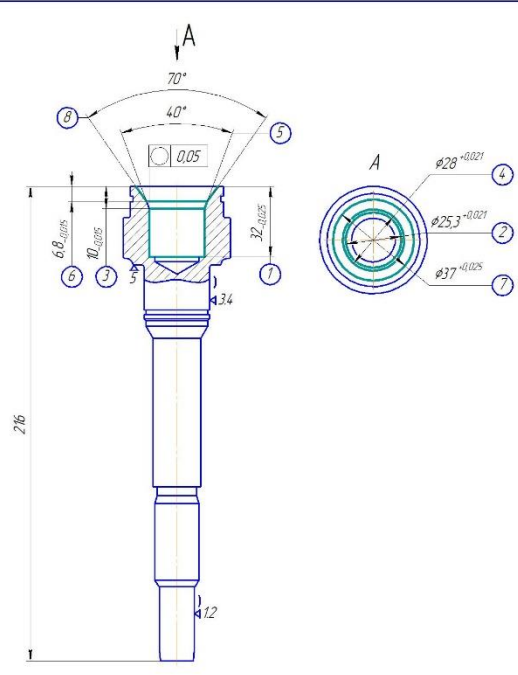
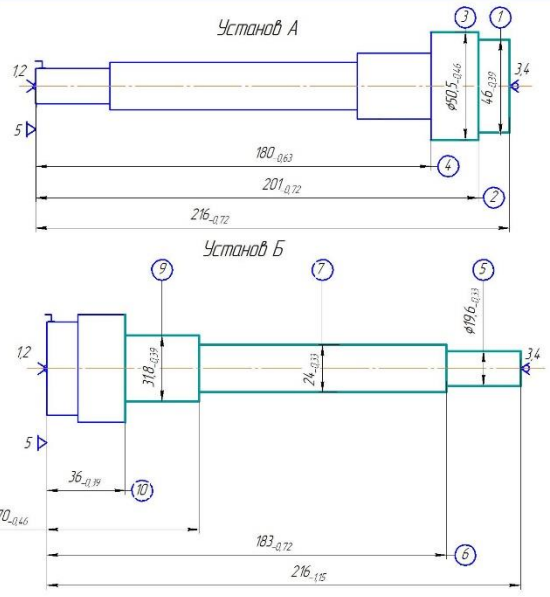
# ДОДАТОК Д ГРАФІЧНА ЧАСТИНА РОБОТИ



<b>1050.003.00.001</b>			
Мен. Директор	Інж. В.В.М.	Лінійн. Інженер	Машинист
Конструктор	Черт. Інж.	1625	11
Зварник	Відпавч. В. Д.	Лінійн.	Лінійн.
Контроль	Контроль Д. А.	Сталь 25ХГМ ГОСТ 4543-71	
Брак	Контроль Д. А.	КФХСумДУ ГМ-01Б	
		Контроль	Формат А2

ГМ. 20090052-02 МТ

Номер операції	Наменування операції та операційні ескіз	Обладнання та модель	Пристосування та інструмент
005	Заготівля	КАСП	
010	Фрезерно-центрування	НР721	
015	Токарна з ЧПК	866/1/1	<p>Патрон повільний; ГМ 130939-07-00.00. СБ Центер одертовий А-1-5-У ГОСТ 2575-79 Резець 2103-0714 ІСХ10 ГОСТ 24.996-81 Штангель циркуль ШЦ-1-125-0.1 ГОСТ 166-89</p>
020	Токарна з ЧПК	866/1/1	
025	Свердління з ЧПК	31056/2	
030	Шліфування з ЧПК	3115/2	<p>Пристрій спеціальний пневматичний ГМ 14090111-07. ГМ, Землер #24mm ГОСТ 12879-76 матеріал ПМФ; Полівуглець #25mm 2365-2329 ГОСТ 11175-80 матеріал ВКВ; ШВ зовнішній #37mm 70° ГОСТ 14.953-80 #28mm 40° ГОСТ 14.953-80 матеріал ПМФ; Штангенциркуль ШЦ-1 125 0.1 ГОСТ 166-89; Зразок широкості ГОСТ 1709-73.</p>
035	Шліфування	54.355/2	
040	Зустрічання	534/0	
045	Контрольна	Світ ВТК	
050	Горюча	СВУ	
055	Круглошліфування	ВКС 63-3000	
060	Внутрішньоподіальна	Ж227А	
065	Круглошліфування	Світ ВТК	
075	Нарізування	Гангторф	

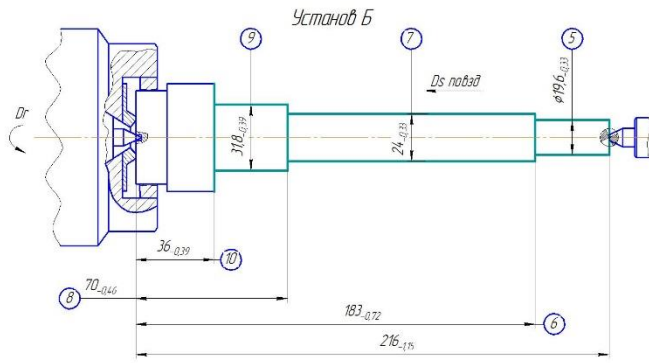
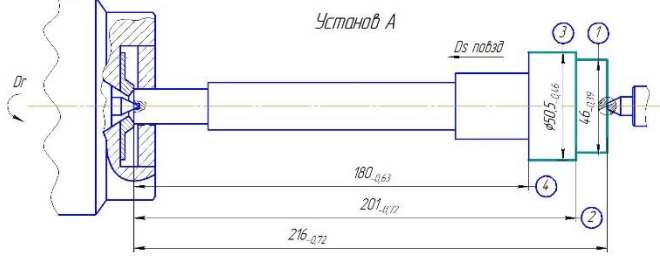


Лист 1 з 1

ГМ. 20090052-02 МТ			
Розроб	М. Бабич	Модифікація	1.1
Перевір	Вікторія Д.Д.	Матеріал	Сталь 25ХГМ ГОСТ 4543-71
Схвалено	Вікторія Д.Д.	Інструмент	КАСП
Відп.	Вікторія Д.Д.	Масштаб	1:1

НМ.20090052-06

Операція 015 - Токарна з ЧПК  
Обладнання: токарний верстат з ЧПК моделі 16Б16Т1С1, N=7.5кВт



Діаметр обробленої поверхні	Параметри режиму різання					L мм	T <sub>0</sub> хв	
	f мм	S мм	v <sub>c</sub> м/хв	v <sub>f</sub> мм/хв	i			
Установ А								
Точити φ	1.75	0.7	630	100	1	21	0.05	
Точити φ	2.25	0.7	630	91	1	19.5	0.04	
Установ Б								
Точити φ19.6	4.2	0.7	630	39	2	40.5	0.045	
Точити φ24	2	0.7	630	48	1	135	0.15	
Точити φ31.8	2.1	0.7	630	63	1	44.9	0.04	
Всього								0.38

НМ.20090052-06. 0Н							
Наладка на операцію 015							
Мен. Вироб.	М. Вироб.	М. Вироб.	М. Вироб.	М. Вироб.	М. Вироб.	М. Вироб.	М. Вироб.
Резерв	Чугун Ш						11
Резерв	Керамік В.Д.						
Керамік							
Керамік	Керамік В.Д.						
Керамік	Керамік В.Д.						

КФКСумДУ ГМ-01к

Категорія

Формат А2

