

**Державний вищий навчальний заклад
«Сумський державний університет»**

Технічних систем та енергоефективних технологій

(повне найменування інституту, назва факультету (відділення))

Кафедра технології машинобудування, верстатів та інструментів

(повна назва кафедри (предметної, циклової комісії))

Пояснювальна записка

до кваліфікаційної (роботи)

перший (бакалаврський)

(освітній рівень)

на тему: Проектування технологічного процесу

виготовлення валу-шестерні 400.87.001

Виконав: студент IV курсу, групи ТМ-71к
напряму підготовки (спеціальності)

131 – Прикладна механіка

(Технології машинобудування)

(шифр і назва напряму підготовки, спеціальності)

Павленко Б.В.

(прізвище та ініціали)

Керівник: Приходько О.М.

(прізвище та ініціали)

Рецензент: _____

(прізвище та ініціали)

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ

Сумський державний університет

Кафедра «Технологія машинобудування, верстати та інструменти»

ЗАТВЕРДЖУЮ

Завідувач кафедри

_____ В.О.Іванов

«___» _____ 2021 р.

ПРОЕКТУВАННЯ ТЕХНОЛОГІЧНОГО ПРОЦЕСУ ВИГОТОВЛЕННЯ

ВАЛУ-ШЕСТЕРНІ 400.87.001

Бакалаврська кваліфікаційна робота

Напрямок підготовки 131 – Прикладна механіка

(Технології машинобудування)

Студент

Павленко Б.В.

Керівник

Приходько О.М.

Нормоконтроль

Динник О.Д.

Державний вищий навчальний заклад

«Сумський державний університет»

Інститут, факультет Технічних систем та енергоефективних технологій
Кафедра Технології машинобудування, верстатів та інструментів
Освітній рівень перший (бакалаврський)
Напрямок підготовки 131 – Прикладна механіка (Технології машинобудування)
(шифр і назва)
Спеціальність _____
(шифр і назва)

ЗАТВЕРДЖУЮ
Завідувач кафедри технології
машинобудування, верстатів
та інструментів

_____ В.О.Іванов

«___» _____ 2021 р.

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

Павленко Богдан Віталійович

(прізвище, ім'я, по батькові)

1. Тема проекту (роботи) Проектування технологічного процесу виготовлення валу шліцьового 400.87.001

керівник проекту Приходько О.М.
(прізвище, ім'я, по батькові, науковий ступінь, вчене звання)

затверджені наказом вищого навчального закладу від «15» січня 2021 року №07 _____

2. Строк подання студентом проекту (роботи) «14» червня 2021 року

3. Вихідні дані до проекту (роботи) _____
Креслення деталі «вал-шестерня 400.87.001»

Річний обсяг випуску деталей – 7000 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

4.8 Охорона праці та безпека у надзвичайних ситуаціях

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>	<i>27.04.2021</i>	
2	<i>Аналіз технічних вимог на виготовлення деталі</i>	<i>29.04.2021</i>	
3	<i>Визначення типу та форми організації виробництва</i>	<i>30.04.2021</i>	
4	<i>Аналіз технологічності конструкції деталі</i>	<i>02.05.2021</i>	
5	<i>Вибір способу отримання заготовки та розробка технічних вимог до неї</i>	<i>04.05.2021</i>	
6	<i>Аналіз існуючого чи типового технологічного процесу виготовлення деталі</i>	<i>19.05.2021</i>	
7	<i>Проектування верстатного пристрою для установаження і закріплення заготовки</i>	<i>25.05.2021</i>	
8	<i>Охорона праці та безпека в надзвичайних ситуаціях</i>	<i>28.05.2021</i>	
9	<i>Оформлення креслень</i>	<i>29.05.2021</i>	
10	<i>Оформлення альбому технологічної документації</i>	<i>05.06.2021</i>	
11	<i>Оформлення пояснювальної записки</i>	<i>08.06.2021</i>	

Студент

_____ (підпис)

Павленко Б.В.
(прізвище та ініціали)

Керівник проекту (роботи)

_____ (підпис)

Приходько О.М.
(прізвище та ініціали)

РЕФЕРАТ

Записка: 59 с., 17 табл., 14 рис., 56 формула, 22 літературні джерела

Об'єкт дослідження – Вал-шестерня 400.87.001

Мета роботи – аналіз технологічного процесу виготовлення – вал-шестерні 400.87.001.

В даній роботі проаналізовані: службове призначення виробу, вузла та деталі, технологічні вимоги, що пред'являються до деталі, обґрунтований тип виробництва та спосіб отримання заготовки.

В роботі під час аналізу існуючого технологічного процесу механічної обробки шестерні проаналізовані дві операції, а саме: фрезерно-центрувальна та круглошліфувальна. При цьому обґрунтуванні: вибір схеми базування і закріплення заготовки, обладнання та технологічного оснащення, розраховані режим різання і виконано нормування часу.

В графічній частині роботи представлено креслення деталі, заготовки, отриманої методом штампування, карта налагодження, верстатний пристрій з пневмоприводом та маршрутний технологічний процес виготовлення вал-шестерні 400.87.001

ВАЛ-ШЕСТЕРНЯ, ПОКОВКА, БАЗУВАННЯ, ВЕРСТАТ, ПРИСТРІЙ,
ШЛІФУВАЛЬНИЙ КРУГ, ФРЕЗА ТОРЦЕВА, РЕЖИМ РІЗАННЯ, НОРМИ
ЧАСУ

ЗМІСТ

Вступ

1. Аналіз службового призначення машини, вузла, деталі. Опис конструкції особливостей деталі та умов її експлуатації	7
2. Аналіз технічних вимог на виготовлення деталі	11
3. Визначення типу та форми організації виробництва.....	14
4. Аналіз технологічності конструкції деталі	18
5. Вибір способу отримання заготовки та розроблення технічних вимог до неї	20
6. Аналіз існуючого чи типового технологічного процесу виготовлення деталі	27
6.1 Розрахунок припусків на механічну обробку	29
6.2 Аналіз та обґрунтування схеми базування і закріплення заготовки	32
6.3 Обґрунтування вибору металорізальних верстатів	37
6.4 Обґрунтування верстатних пристроїв, металорізального та вимірювального інструментів.....	39
6.5 Розрахунки режимів різання	40
6.6 Технічне нормування операцій	47
7. Проектування верстатного пристрою для установлення і закріплення заготовки	50
Висновок.....	55
Список використаних джерел.....	56
Додатки	

					<i>ТМ 19090049-00 ПЗ</i>			
Изм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата				
Розробив		Павленко Б.В.			Проектування технологічного процесу виготовлення вал-шестерні 400.87.001	Літ.	Арк.	Аркушів
Перевірив		Приходько О.М.					5	59
Реценз.						КІСумДУ, ТМ-71К		
Н. Контр.		Динник О.Д						
Затв.		Іванов В.О.						

ВСТУП

Науково-технічний прогрес в машинобудуванні в значній мірі сягає розвитку та вдосконалення всього народного господарства країни та є однією з найважливіших галузей промисловості. Це обумовлене тим, що необхідність процесів в виробництві, будівництві, транспорті та сільському господарстві на пряму пов'язано з використанням, проектуванням та розробкою універсальних машин різного типу та призначення. Конструкції яких потрібно вчасно вдосконалювати згідно виробництва, проводити аналіз на конструкційну спроможність, експлуатацію, також на впровадженні ефективних досягнень науково-технічних досліджень, розробки нових методів, матеріалів та надання їм потрібних властивостей та форм.

Створення нових машин, котрі відповідали б іноваційним вимогам, на пряму пов'язане та залежить з потребою підготовки висококваліфікованих інженерних кадрів з машинобудівного профілю, здатних розв'язувати поставлені питання розрахунків, виробництва, конструювання та експлуатації виробів високого технологічного рівня, класу. Підготовка фахівців в даному напрямку повинна здійснюється на основі вивчення фундаментальних загально-інженерних та спеціальних дисциплін, серед яких займає місце – технологія машинобудування.

Основним завданням цієї наукової дисципліни посідає розвиток знань, що забезпечують безперервне, конкурентне удосконалення методів підвищення продуктивності та виробництва праці в машинобудуванні.

Технологія виготовлення виробів являється основним курсом, в якому проводиться викладаються теорії побудови механізмів, машин та методів розрахунку технологічних процесів машинобудування, що в свою чергу включають одержання заготовок, механічну обробку, складання машин та їх елементів, а також нормативів до висококласного оформлення документації. Крім того, даний курс розширює кругозір спеціалістів в області технології, формує здатність до критичної оцінки процесів на виробництві, що надбає формування навичок творчого вирішення завдань.

										Лист
										6
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата						

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

Задана деталь «Вал-шестерня 400.87.001» входить до складу стрічкового конвеєра, що показаний на рисунку 1.1.



Рисунок 1.1 – Стрічковий конвеєр

Стрічковий конвеєр – пристрій безперервної дії з об'єднаним тяговим органом у вигляді замкнутої стрічки. Стрічка приводиться у рух силою тертя між нею та приводним барабаном, опирається по всій довжині на стаціонарні роликові опори.

Задана деталь входить до складу редуктора і служить для передачі крутного моменту. Характерні особливості одноступінчатих циліндричних редукторів виробництва чеської компанії «TVS»:

- допустиме радіальне консольне навантаження на тихохідному валу - від 6000 до 60000 Н;
- номінальний крутний момент на тихохідному валу - від 300 до 33000 Н м;
- частота обертання вхідного вала - від 400 до 1600 об / хв;
- коефіцієнт корисної дії (ККД) - від 90% до 95%;

									Лист
									7
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата					

ТМ 19090049-00 ПЗ

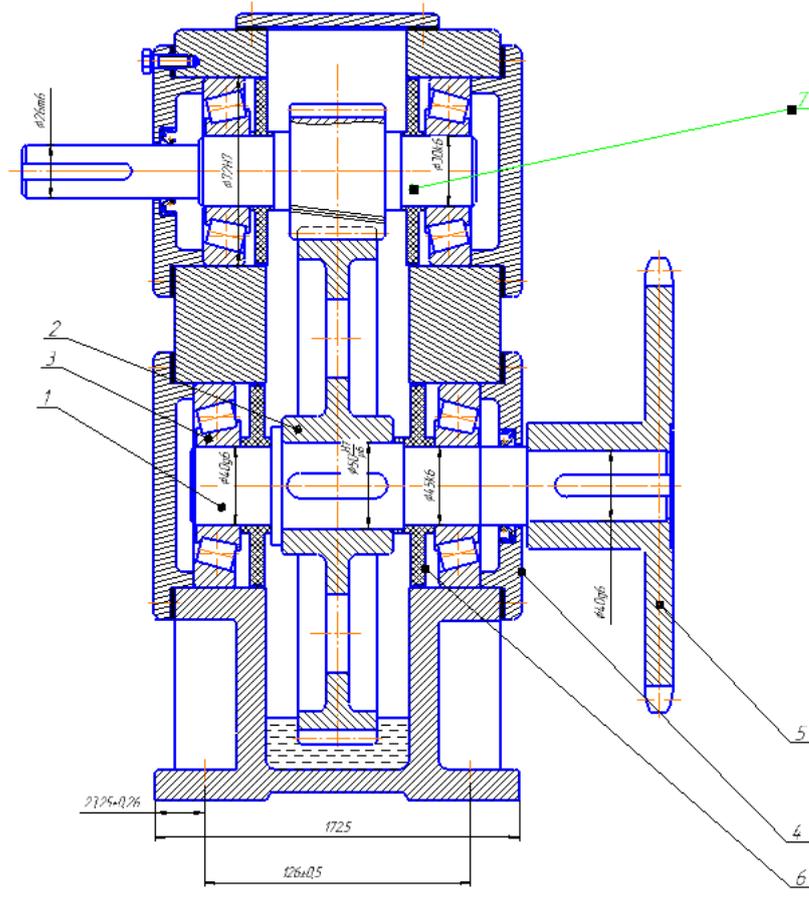


Рисунок 1.2 – Ескіз редуктора

Зубчасте колесо 2 закріплюється на валу 1 та призначена для передачі обертального моменту від привідного вала-шестерні 400.87.001 7 зірочки 5, за яку зачеплюють ланцюг. За допомогою підшипників 3, що встановлено на валу, він може вільно обертатися. Підшипники в свою чергу встановлюються в корпусі редуктора та закриваються кришками 4 з зовнішнього боку та манжетами 6 з внутрішнього.

Виконаємо ескіз вал-шестерні (рис. 1.3) та проаналізуємо поверхні деталі,

Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата

ТМ 19090049-00 ПЗ

Лист

8

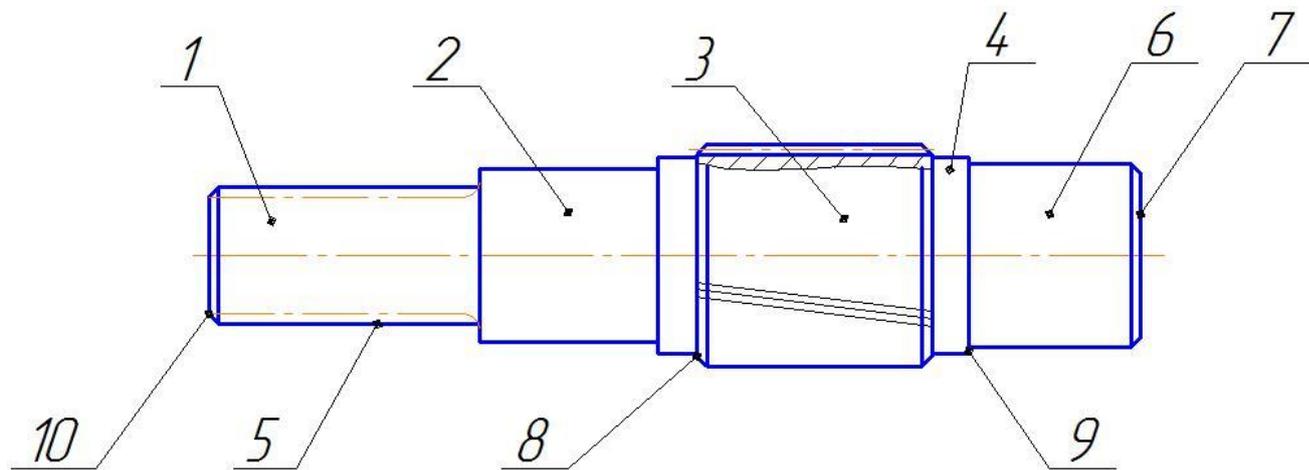


Рисунок 1.3 – Поверхні вал-шестерні

Опис поверхонь проведемо на основі складального креслення, службового призначення.

Деталь має такі поверхні: 1 – основна поверхня, за допомогою якої визначається положення даної деталі у виробі (1, 2, 6); 2 – допоміжна поверхня, визначає положення деталей, що приєднуються відносно даної (4, 5); 3 – виконавча поверхня, яка виконує службове призначення даного виробу (3); 4 – вільні поверхні, не торкаються поверхонь інших деталей, та призначені для з'єднання основних, допоміжних та виконавчих поверхонь між собою.

										Лист
										9
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата						

ТМ 19090049-00 ПЗ

2 АНАЛІЗ ТЕХНІЧНИХ ВИМОГ НА ВИГОТОВЛЕННЯ ДЕТАЛІ

Вал має просту геометричну форму, яка дозволяє застосувати високопродуктивний метод отримання заготовки. Деталь дозволяє використати новітні методи обробки, а саме: точіння на верстаті з ЧПК. Забезпечення необхідної точності розмірів, точності взаємного положення поверхонь не викликає технологічних труднощів та можуть бути виконані на верстатах нормальної точності.

На кресленні деталі проставлені всі необхідні розміри та технічні вимоги для її виготовлення.

Найвідповідальнішими поверхнями, до яких пред'являються підвищені вимоги, є: поверхня $\varnothing 70k6$, яка має шорсткість $Ra\ 0,63$ мкм; зубчата поверхня $\varnothing 134,23_{-0,1}$ із шорсткістю $Ra\ 6,3$ мкм; шліцьова поверхня $\varnothing 78h6$, яка має шорсткість $Ra\ 0,63$ мкм. Допуск радіального биття зубчастої та шліцьової поверхонь $0,03$ мм відносно бази АБ (поверхні під підшипники).

Деталь має достатню жорсткість. Всі розміри деталі в основному уніфіковані, і не потребують великої номенклатури ріжучого інструменту для обробки. При розробці технологічного процесу можуть бути використані типові технологічні процеси.

Таким чином, дану деталь можна вважати технологічною. Взагалі, деталь має просту геометричну форму і складається з наступних конструктивних елементів:

- зовнішня циліндрична поверхня: $\varnothing 35k6$ мм; $\varnothing 40$ мм;
- торці;
- фаски: чотири $2 \times 45^\circ$ мм;
- центрові отвори: ГОСТ 14034-74, форма А6,3;
- шліцьова поверхня: D – $8 \times 40 \times 25h6 \times 6h8$;
- зубчаста поверхня: $z = 22$; $m = 1,5$ мм;

Згідно з технічними вимогами інші розміри та поверхні повинні бути виконані не гірше 14-го квалітету.

									Лист
									10
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата					

ТМ 19090049-00 ПЗ

Потрібно зауважити, що більшість зазначених відхилень на розмір, точність форми та точність розташування не відповідають стандартним значенням, але це не впливає на точність виготовлення самої деталі.

На основі аналізу робочого креслення деталі «Вал СПЗК 151001.007» можна сказати, що креслення деталі має достатню кількість видів та перерізів, що дають повне уявлення про конструктивні особливості деталі. Їх розташування відповідає вимогам ГОСТ 2.305-2008 «Зображення – види, розміри, перерізи».

Розміри, граничні відхилення, шорсткість та допуски форми та розташування всіх поверхонь проставлені згідно вимог ГОСТ 2.307-2011 «Нанесення розмірів і граничних відхилень», ГОСТ 2.309-73 «Позначення шорсткості поверхонь», ГОСТ 2.308-2011 «Позначення допусків форми та розташування поверхонь», що дає змогу виготовити задану деталь потрібної точності відповідно до її службового призначення.

Надані технічні вимоги на виготовлення деталі, їх нанесення відповідає ГОСТ 2.316-2008 «Правила нанесення написів, технічних вимог і таблиць на графічних документа». Дотриманий порядок заповнення основного напису згідно вимог ГОСТ 2.104-2006 «Основні написи».

Креслення виконане за допомогою графічного редактора «Компас-3D» і відповідає вимогам ГОСТ 2.052-2006 «Електронна модель виробу. Основні вимоги». Отже, креслення виконане згідно вимог ЄСКД за ГОСТ 2.109-73 «Основні вимоги до креслень».

Вибір матеріалу валу залежить від призначення передачі та умов її роботи. Сталь 40Х ГОСТ 4543-71 призначається для виготовлення осей, валів, плунжерів, штоків, колінчастих і кулачкових валів, а також кільця, шпинделі, рейки, зубчасті вінці, зубчаті колеса, болти, піввісь, втулки і інші деталі підвищеної міцності. Хімічний склад Сталі 40Х наведено в таблиці 2.1, а основні механічні властивості в таблиці 2.2.

					<i>ТМ 19090049-00 ПЗ</i>	<i>Лист</i>
<i>Изм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Подпись</i>	<i>Дата</i>		<i>11</i>

Таблиця 2.1 - Хімічний склад Сталі 40Х

Масова частка елемента, %							
C	Si	Mn	As	Ni	Cu	S	P
0,42-0,5	0,17-0,37	0,5-0,8	0,08	Не більше			
				0,25	0,25	0,04	0,035

Таблиця 2.2 - Механічні властивості в залежності від перетину

σ_0 , МПа	δ , %	ψ , %	НВ
590	24	25	137

Сталь 45 придатна до відпуску. Завдяки великій міцності та досить гарній прогартовуваності саме цю сталь використовують для виготовлення колінчастих валів, зубчастих коліс, осей і т.д. Недоліком сталі є схильність до відпускнуї крихкості другого роду.

Оскільки деталь – тіло обертання, то більшість операцій по обробці із зняттям стружки можна виконати на токарних верстатах.

Після попередньої механічної обробки проводять термообробку для зняття внутрішніх напружень по режиму: нагрівання в печі від температури 150°C до 580°-600°C, зі швидкістю не більше 100°C/год, витримка 3 години, охолодження в печі до 200°C зі швидкістю не більше 75°C/год, далі на повітрі, щоб досягти заданої твердості матеріалу НВ 229...245

Беручи до уваги конструкцію деталі, технічні вимоги та службове призначення робимо висновок, що дана деталь працює в умовах знакозмінних навантажень, та не піддається дії агресивних середовищ. Матеріал деталі задовольняє всім висунутим вимогам та забезпечує нормальну працездатність деталі у вузлі. Всі вимоги обумовленні функціональним призначенням деталі і невиконання їх при виготовленні знизить надійність роботи виробу і ККД при його експлуатації

3 ВИЗНАЧЕННЯ ТИПУ ТА ФОРМИ ОРГАНІЗАЦІЇ ВИРОБНИЦТВА

Тип виробництва по ГОСТ 3.1108-74 можна охарактеризувати за коефіцієнтом закріплення операцій – K_{30} , що показує відношення різних технологічних операцій виконуючих або підлягаючих виконанню підрозділом протягом місяця та до кількості робочих місць. Тип виробництва розраховуємо за ([4], с.43):

$$K_{30} = \frac{\sum O_i}{\sum P_i}, \quad (3.1)$$

де ΣO – сумарна кількість операцій;

ΣP – сумарна кількість робочих місць.

Для зручності розрахунків складаємо таблицю 3.1

Таблиця 3.1 – Обґрунтування типу виробництва

№ операції	Операція	$T_{шт}$	m_p	P	$n_{эф}$	O
005	Фрезерно-центрувальна	6,71	0,13	1	0,13	7
010	Токарна з ЧПК	4,52	0,09	1	0,09	8
015	Токарна з ЧПК	1,78	0,04	1	0,04	20
020	Зубофрезерна	5,6	0,11	1	0,11	8
025	Шліцефрезерна	4,7	0,09	1	0,09	8
030	Шліцешліфувальна	2,8	0,05	1	0,05	16
035	Круглошліфовальна	3,06	0,06	1	0,06	14
040	Круглошліфовальна	2,1	0,04	1	0,04	20
Разом		31,27	-	8	-	101

На основі штучного часу по кожній операції визначаємо кількість верстатів за формулою:

$$m_p = \frac{N \cdot T_{шт}}{60 \cdot F_d \cdot n_3}, \text{ шт} \quad (3.2)$$

де N – річна програма випуску, шт; $N = 3500$ шт.;

$T_{шт}$ – норма штучного часу, хв.;

F_d – дієний річний фонд часу при роботі обладнання, год; при 2-х змінному режимі роботи підприємства $F_d = 3900$ год.;

n_3 – розрахунковий нормативний коефіцієнт при завантаженні обладнання;

$$m_{p005} = \frac{3500 \cdot 6,71}{60 \cdot 3900 \cdot 0,8} = 0,13$$

Приймаємо $P = 1$ верстат.

Визначаємо фактичний коефіцієнт рівня завантаження обладнання:

$$n_{зф} = \frac{m_p}{P}, \quad (3.3)$$

$$n_{зф} = \frac{0,25}{1} = 0,25$$

Кількість операцій, які виконуються на робочому місці визначаємо по формулі:

$$O = \frac{n_3}{n_{зф}}, \quad (3.4)$$

$$O = \frac{0,80}{0,13} = 6,1 \approx 7 \text{ шт.}$$

Аналогічні розрахунки виконуємо для решти операцій, результати заносимо до таблиці 3.1.

Тоді, коефіцієнт закріплення операції становить:

$$K_{зо} = \frac{101}{8} = 13$$

Тип виробництва середньосерійний, так як $10 < K_{зо} = 13 < 20$.

Всі подальші розрахунки проводимо для умов середньосерійного типу виробництва.

Визначаємо форму організації виробництва. Розраховуємо добовий випуск:

										Лист
										14
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата	ТМ 19090049-00 ПЗ					

$$N_{\text{доб}} = \frac{N_{\text{річ}}}{C}, \text{ шт/день}, \quad (3.5)$$

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

$$N_{\text{доб}} = \frac{3500}{254} = 14 \text{ шт/день}$$

Визначаємо добовий фонд роботи обладнання за формулою:

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

$$F_{\text{доб}} = \frac{60 \cdot 3900}{254} = 921 \text{ хв}$$

Визначаємо середню трудомісткість механічних операцій:

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

де n – кількість механічних операцій, $n=8$;

$$T_{\text{ср.}} = \frac{31,27}{8} = 3,91 \text{ хв}$$

Завантаження добової потужності потокової лінії при 60% визначаємо за формулою:

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

$$Q_{\text{доб.}} = \frac{921}{3,91} \cdot 0,6 = 142 \text{ шт}$$

При виконанні порівняння: $N_{\text{доб}} = 14 < Q_{\text{доб.}} = 142$ бачимо, що добовий випуск на багато менший добової потужності даної потокової лінії виробництва при її завантаженні приблизно на 60%. Слідуює, що використання одно номенклатурної лінії потоку нераціональне, тому необхідно прийняти групову форму організації праці.

Проводимо коротку характеристику обраного типу виробництва.

										Лист
										15
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата	ТМ 19090049-00 ПЗ					

Середньосерійний виробничий тип характеризується в основному обмеженою номенклатурою виготовлення виробів та більш великим об'ємом випуску. Продукція випускається партіями, які повторюються періодично. Верстати розміщені за ходом технологічного процесу, в цеху біля універсальних верстатів працюють напівавтомати та автомати. Можливе виконання декількох або однієї операції на кожному робочому місці. Використовуються спеціалізовані пристосування, вимірювальний та лезвійний інструменти. Підприємства мають досить розвинену виробничу структуру, створюється предметно-замкнута ділянка на виробництві, за технологічним принципом спеціалізуються заготовельні цехи і при цьому всьому значно нижча собівартість виготовленої продукції в порівнянні з одиничним типом виробництва.

Знаходимо кількість деталей в партії за формулою:

$$n = \frac{N \cdot a}{253}, \text{ шт} \quad (3.9)$$

де a – періодичність запуску в днях, $a = 6$ днів;

$$n = \frac{3500 \cdot 6}{253} = 83 \text{ шт.}$$

					<i>ТМ 19090049-00 ПЗ</i>	<i>Лист</i>
<i>Изм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Подпись</i>	<i>Дата</i>		16

4 АНАЛІЗ ТЕХНОЛОГІЧНОСТІ КОНСТРУКЦІЇ ДЕТАЛІ

Матеріалом для виготовлення деталі вал-шестерня слугує сталь 40Х, яка є легованим матеріалом, але при цьому володіє гарними фізико-хімічними властивостями, має достатню міцність, гарно піддається процесу різання та термообробки.

Габаритні розміри деталі: найбільший зовнішній діаметр - 40 мм, довжина – 154 мм.

Основним видом виготовлення і обробки деталі є різання. Основні операції технологічного процесу:

- підрізання торців та центрування торців;
- токарна і шліфувальна обробка зовнішньої поверхні;
- шліце-фрезерна обробка поверхні;

Деталь має достатню жорсткість при своїх параметрах для використання звичайних методів обробки, що дозволяє використовувати звичайні пристосування для її установки і закріплення, також дана сталь має гарну оброблюваність, що дозволяє виконувати лезвійну обробку без ускладнень.

Для необхідності застосування високопродуктивного обладнання, при аналізі поверхонь, потрібно зазначити, більшість поверхонь являються простими, що значно полегшує їх обробку, так як завжди досягнута точність обробки деталі залежить від простоти конструкційних особливостей та форм деталі. Дана деталь складається з простих поверхонь. Більш складним є одержання шліцьової поверхні Ø25 мм, у плані механічної обробки розглянута деталь в достатній мірі технологічна. Всі оброблювані поверхні мають зручне розташування, є достатньо розвинутими, що в свою чергу полегшує умови базування, закріплення в подальших механічних операціях. Роблячи загальний аналіз можемо стверджувати, що деталь є технологічна за формою поверхонь.

Вал шліцьовий можна вважати технологічним, так як деталь має невеликий перепад діаметральних розмірів, на деталі передбачені фаски для зручності обробки в центрах при виготовленні, що забезпечує зручне підведення різального

										Лист
										17
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата						

ТМ 19090049-00 ПЗ

інструменту до оброблюваних поверхонь, ступінчасті поверхні деталі розташовані по зростанню, деталь в основному складається з ділянок, які легко доступні для обробки різанням. Обробка ведеться уніфікованим ріжучим інструментом, контроль точності поверхні проводиться вимірювальним інструментом. Деталь складається з уніфікованих елементів таких як: центрові отвори, фаски, канавки, шпонкові паз, шліци, різьбова поверхня.

Основне завдання при аналізі технологічності деталі зводиться до як найбільш можливого зменшення трудомісткості та металоємності, можливості введення високопродуктивних методів обробки деталі. Це дозволяє зменшити собівартість її виготовлення.

В цілому деталь вал-шестерня є технологічною, хоча при цьому має декілька окремих не технологічних конструктивних елементів, що пов'язані з функціональним призначенням та умовами її експлуатації.

					<i>ТМ 19090049-00 ПЗ</i>	<i>Лист</i>
<i>Изм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Подпись</i>	<i>Дата</i>		18

5 ВИБІР СПОСОБУ ОТРИМАННЯ ЗАГОТОВКИ ТА РОЗРОБЛЕННЯ ТЕХНІЧНИХ ВИМОГ ДО НЕЇ

Вибір виду заготовки визначається призначенням і конструкцією деталі, матеріалом, технічними вимогами, програмою випуску, а також економічністю виготовлення. Вибрати заготовку значить встановити спосіб її отримання, визначити припуски на обробку, розрахувати розміри і встановити допуски на неточність виготовлення. При виборі способу отримання заготовки необхідно, щоб форма і розміри заготовки якомога більше наближалися до форми і розмірам готової деталі.

Аналіз конструкції заданої деталі показав, що для отримання заготовки можна використати штампування на кривошипних пресах. Штампування на кривошипних пресах в 2 – 3 рази продуктивніше, припуски і допуски на 20 – 35% нижче в порівнянні зі штампуванням на молотах, витрата металу на знижується на 10 – 15%. Припуски і допуски заготовок, що штамнуються на кривошипних пресах, приймають за ГОСТ 7505-89.

Порівнюємо два типи отримання заготовок: штамповку та прокат.

Головними ознаками штамповок є: точність виготовлення; група сталі; конфігурація поверхні роз'єму штампу; ступінь складності.

Клас точності даної заготовки – Т4. Група сталі заготовки визначається за вмістом вуглецю та легуючих елементів – М2.

Конфігурація роз'єму штампу – плоска. На основі знайдених показників визначаємо вихідний індекс – 16.

Розраховуємо розміри заготовки. Дані заносимо в таблицю 5.1.

					<i>ТМ 19090049-00 ПЗ</i>	<i>Лист</i>
<i>Изм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Подпись</i>	<i>Дата</i>		19

Таблиця 5.1 – Розрахунок розмірів заготовки

Номінальний розмір елемента деталі, мм	Шорсткість	Припуск на сторону, мм	Допуск на розмір	Остаточний розмір елемента заготовки, мм
Ø35k6	0,63	2,7×2	+2,4 -1,2	Ø40,4 ^{+2,4} _{-1,2}
Ø 37h14	12,5	2,0×2	+2,4 -1,2	Ø41 ^{+2,4} _{-1,2}
Ø40h9	6,3	2,7×2	+2,7 -1,3	Ø45,4 ^{+2,7} _{-1,3}
Ø25h6	0,63	2,7×2	+2,4 -1,2	Ø30,4 ^{+2,4} _{-1,2}
154h14	3,2	3,2×2	+3,3 -1,7	160,4 ^{+3,3} _{-1,7}
40 h14	12,5	2,0	+2,4 -1,2	44 ^{+2,4} _{-1,2}
28,5 h14	12,5	2,0	+2,4 -1,2	30,5 ^{+2,4} _{-1,2}
6h14	12,5	2,0	+2,4 -1,2	8 ^{+2,4} _{-1,2}
6h14	12,5	2,0	+2,4 -1,2	8 ^{+2,4} _{-1,2}
28,5 h14	12,5	2,0	+2,4 -1,2	30,5 ^{+2,4} _{-1,2}
45h14	12,5	2,0×2	+2,1 -1,1	49 ^{+2,1} _{-1,1}

На основі розрахованих розмірів поковки виконуємо ескіз заготовки (рис.5.1).

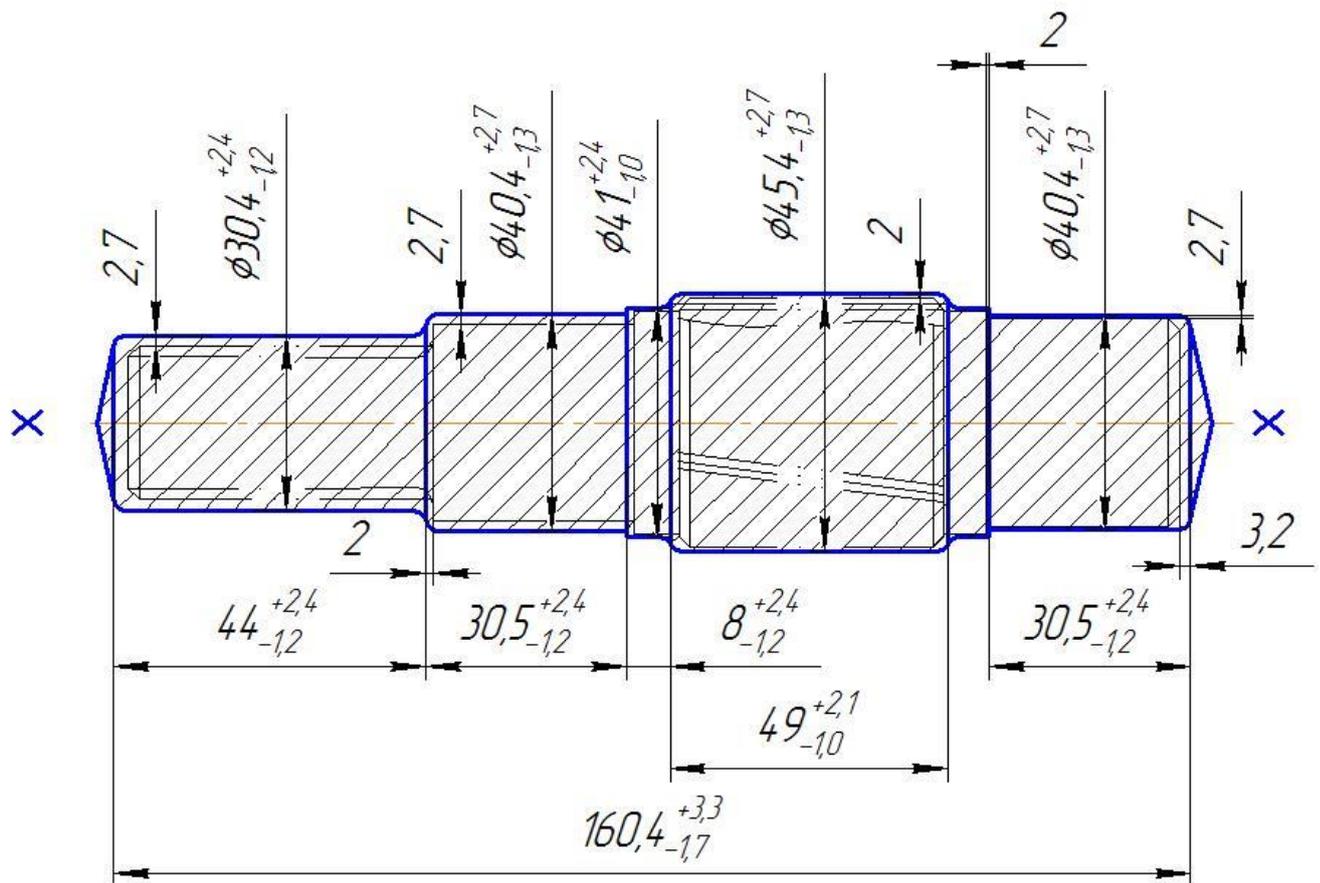


Рисунок 5.1 – Ескіз штамповки

Визначаємо об'єм заготовки за формулою:

$$M_3 = V_3 \cdot \gamma, \text{ кг} \quad (5.1)$$

де V_3 – об'єм заготовки, мм^3 ;

Визначаємо об'єм заготовки за формулою:

$$V_3 = \frac{\pi D_1^2 l_1}{4} + \frac{\pi D_2^2 l_2}{4} + \frac{\pi D_3^2 l_3}{4} + \frac{\pi D_4^2 l_4}{4} + \frac{\pi D_5^2 l_5}{4} + \frac{\pi D_6^2 l_6}{4}, \text{ мм}^3 \quad (5.2)$$

$$V_3 = \frac{3,14 \cdot 30,4^2 \cdot 44}{4} + \frac{3,14 \cdot 40,4^2 \cdot 30,5 \cdot 2}{4} + \frac{3,14 \cdot 41^2 \cdot 8 \cdot 2}{4} + \frac{3,14 \cdot 45,4^2 \cdot 49}{4} = 268117,66 \text{ мм}^3$$

$$M_3 = 268117,66 \cdot 7,85 \cdot 10^{-6} = 2,1 \text{ кг}$$

Визначаємо коефіцієнт використання матеріалу за формулою:

									Лист
									21
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата					

$$K_{\text{ВМ}} = \frac{M_{\text{д}}}{M_{\text{з}}}, \quad (5.3)$$

де $M_{\text{д}}$ – маса деталі, кг;

$M_{\text{з}}$ – маса заготовки, кг;

$$K_{\text{ВМ}} = \frac{1,12}{2,1} = 0,53$$

Визначаємо собівартість поковки за формулою [2], с.31:

$$S_{\text{заг}} = (S_{\text{м}} \cdot M_{\text{з}} \cdot K_{\text{т}} \cdot K_{\text{с}} \cdot K_{\text{в}} \cdot K_{\text{м}} \cdot K_{\text{п}}) - (M_{\text{з}} - M_{\text{д}}) \cdot S_{\text{відх}}, \text{ грн.} \quad (5.4)$$

де $S_{\text{м}}$ – базова вартість 1 кг заготовки, $S_{\text{м}} = 22,4$ грн./кг;

$S_{\text{відх}}$ – вартість 1 тони відходів, $S_{\text{відх}} = 2240$ грн;

$K_{\text{т}}$ – коефіцієнт, що залежить від точності; $K_{\text{т}} = 1,0$;

$K_{\text{с}}$ – коефіцієнт, що залежить від групи складності $K_{\text{с}} = 0,77$;

$K_{\text{в}}$ – коефіцієнт, що залежить від марки матеріалу $K_{\text{в}} = 0,89$;

$K_{\text{м}}$ – коефіцієнт, що залежить від маси заготовки, $K_{\text{м}} = 1,13$;

$K_{\text{п}}$ – коефіцієнт, що залежить від об'єму виробництва заготовки, $K_{\text{п}} = 1,0$;

$$S_{\text{заг}} = (22,4 \cdot 2,1 \cdot 1,0 \cdot 0,77 \cdot 0,89 \cdot 1,13 \cdot 1,0) - (2,1 - 1,12) \cdot 2,24 = 34,23 \text{ грн.}$$

До заготовки ставляться наступні технічні вимоги:

- 174...217 НВ;
- клас точності Т4, група сталі М2, степінь точності С2, вихідний індекс – 15;
- допустиме зміщення по поверхні роз'єму штампку 0,5 мм;
- допустиме відхилення вигнутості 0,6 мм;
- невказані радіуси 3...5 мм;
- невказані ухили: зовнішні – 5°;
- невказані граничні відхилення розмірів: Н14, h14, ±IT/2;

					<i>ТМ 19090049-00 ПЗ</i>	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		22

Розглянемо другий метод отримання заготовки з прокату.

За ГОСТ 2590-89 вибираємо стандартний діаметр для заготовки зі сталюого гарячекатаного круглого прокату, враховуючи найбільший діаметр валу. При найбільшому діаметрі деталі 40 мм, діаметр прокату сягатиме рівним $D_3 = 44$ мм.

Визначаємо коефіцієнт використання матеріалу:

$$K_{\text{вм}} = \frac{M_{\text{д}}}{M_3},$$

де $M_{\text{д}}$ – маса деталі, кг;

M_3 – маса заготовки, кг;

Визначаємо масу заготовки за формулою:

$$M_3 = V_{\text{заг}} \cdot \gamma, \text{ кг} \quad (5.5)$$

де $V_{\text{заг}}$ – загальний об'єм, мм^3 ;

γ – густина сталі; $\gamma = 7,8 \cdot 10^{-6} \text{ кг} \cdot \text{мм}^3$;

$$V_{\text{заг}} = \frac{\pi d^2}{4} \cdot l, \text{ мм}^3 \quad (5.6)$$

де d – діаметр прокату, мм;

l – довжина заготовки, мм;

$$V_{\text{заг}} = \frac{3,14 \cdot 44^2}{4} \cdot 158 = 753983,3 \text{ мм}^3$$

$$M_3 = 753983,3 \cdot 7,8 \cdot 10^{-6} = 5,8 \text{ кг.}$$

Тоді коефіцієнт використання матеріалу:

$$K_{\text{вм}} = \frac{1,12}{5,8} = 0,19$$

Визначаємо собівартість заготовки з прокату за формулою:

					<i>ТМ 19090049-00 ПЗ</i>	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		23

6 АНАЛІЗ ІСНУЮЧОГО ЧИ ТИПОВОГО ТЕХНОЛОГІЧНОГО ПРОЦЕСУ ВИГОТОВЛЕННЯ ДЕТАЛІ

Розглянемо базовий технологічний процес, який наведений для виготовлення деталі вал-шестерні СПЗК 151.0001.007.01

В базовому технологічному процесі заготовка - поковка, що є технологічно, так як форма деталі досить складна, тому залишаємо отримання заготовки за допомогою кування на молотах.

Технологічний процес складений відповідно з виконанням технічних вимог для одержання даної деталі.

Детально розглянемо технологічний процес в таблиці 6.1.

Таблиця 6.1 – Базовий технологічний процес

№ операції	Назва операції	Короткий зміст операції	Базування	Обладнання
1	2	3	4	5
005	Штампуння			Прес
010	Фрезерно-центрувальна	Фрезерувати торці та свердлими центрові отвори	Пристосування спеціальне (установча та напрямна бази)	Фрезерно-центрувальний верстат моделі МР-71М
015	Токарна з ЧПК	Обробка згідно керуючої програми	Патрон трьохкулачковий (установча та напрямна бази)	Токарний верстат з ЧПК моделі 16К20Ф3
020	Токарна з ЧПК	Обробка згідно керуючої програми	Патрон трьохкулачковий (установча та напрямна бази)	Токарний верстат з ЧПК моделі 16К20Ф3
025	Зубофрезерна	Фрезерувати зуби	Пристосування спеціальне (установча та напрямна бази)	Зубофрезерний верстат 53А20
030	Шліцефрезерна	Фрезерувати шліци	Пристосування спеціальне (установча та напрямна бази)	Шліцефрезерний верстат 5350
035	Відпуск	Досягнення необхідних властивостей матеріалу		Піч

Продовження таблиці 6.1

1	2	3	4	5
040	Шліцешліфувальна	Шліфувати шліци	Патрон трьохкулачковий (установча та напрямна бази)	Шліцешліфувальний верстат 3451
045	Круглошліфувальна	Шліфувати поверхні	Патрон трьохкулачковий (установча та напрямна бази)	Круглошліфувальний 3М151
050	Круглошліфувальна	Шліфувати поверхні	Патрон трьохкулачковий (установча та напрямна бази)	Круглошліфувальний 3М151
055	Промивальна			Ванна
060	Технічний контроль			Стіл ВТК

6.1 Розрахунок припусків на механічну обробку

Розраховуємо припуски на поверхню $\varnothing 35$ к6.

Технологічна послідовність обробки поверхні:

Чорнове точіння;

чистове точіння;

шліфування.

Визначаємо елементи припуску, що відповідають заготівці табл. 4.3, с. 63

[1] R_z і T приймаємо для заготівки штамповка, для інших операцій ці величини визначаємо за таблицею 4.5, с.64 [1].

Сумарне відхилення розташування штамповки визначають за формулою [1] с. 67:

$$\rho = \sqrt{\rho_{зм}^2 + \rho_{кор}^2} \text{ мкм} \quad (6.1)$$

де $\rho_{зм}$ - величина зміщення заготівки на поверхні штампа, мкм;

$\rho_{зм} = 1000$ мкм, табл. 18 с.187 [3]

$\rho_{кор}$ - величина короблення, мкм.

									Лист
									26
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата	ТМ 19090049-00 ПЗ				

$$\rho_{\text{кор}} = \Delta \times l, \text{ мкм} \quad (6.2)$$

де Δ – питома кривизна заготовки мкм/мм; $\Delta = 0,8 \text{ мкм/мм}$, табл. 4.8, с.71 [1];

l – середня довжина обробки деталі, мм;

$$l = \frac{l_d}{2}, \text{ мм} \quad (6.3)$$

Таблиця 6.2 – Розрахунок припусків на обробку та граничних розмірів по технологічним переходам

Методи обробки поверхні мм $\varnothing 35k6 \begin{pmatrix} +0,018 \\ +0,002 \end{pmatrix}$	Елементи припуску, мкм				Розрахунковий припуск $2z_{\text{min}}$, мкм	Розрахунковий розмір, мм	Допуск на виготовлення, мкм	Розміри по переходам		Граничні припуски	
	R_z	T	ρ	ε				d_{min} , мм	$d_{\text{ма}}$, мм	$2z_{\text{min}}$, мкм	$2z_{\text{max}}$, мкм
Заготівка	150	250	1003	-	-	38,7754	2400	38,78	41,18	-	-
Точіння: Чорнове	100	100	60,2	380	2845	35,9304	520	35,93	36,45	2580	4730
чистове	50	50	50,2	80	600,2	35,3304	130	35,33	35,46	600	990
шліфування	30	30	-	40	328,4	35,002	16	35,002	35,018	328	442
										3778	6162

де l_d – повна довжина деталі, мм; $l_d = 190$ мм.

$$l = \frac{190}{2} = 95 \text{ мм}$$

$$\rho_{\text{кор}} = 0,8 \times 95 = 76 \text{ мкм}$$

$$\rho_o = \sqrt{1000^2 + 76^2} = 1003 \text{ мкм}$$

Для решти операцій величину просторових відхилень визначаємо за формулою с.73 [1]:

$$\rho_i = k_y \times \rho_o, \text{ мкм} \quad (6.4)$$

де k_y – коефіцієнт уточнення форми [1] с.73.

Для чорнового точіння $k_y = 0,06$;

для чистового точіння $k_y = 0,05$;

Величина остаточного сумарного розміщення заготовки, після виконання переходу визначається за формулою:

$$\rho_{\text{чер}} = 0,06 \times 1003 = 60,2 \text{ мкм}$$

$$\rho_{\text{чис}} = 0,05 \times 1003 = 50,2 \text{ мкм}$$

Визначаємо похибки під час установки і закріплення заготовки в процесі механічної обробки за формулою:

$$\varepsilon_y = \sqrt{\varepsilon_6^2 + \varepsilon_3^2}, \text{ мкм} \quad (6.5)$$

де ε_6 – похибка базування, мкм;

ε_3 – похибка закріплення заготовки, мкм, табл.4.10, с.76 [1]

При зміщенні технологічної і вимірювальної баз похибка базування $\varepsilon_6 = 0$
Визначаємо похибку установки для закріплення деталі в пневматичному патроні:
для чорнового точіння $\varepsilon_3 = 380 \text{ мкм}$; для чистового точіння $\varepsilon_3 = 80 \text{ мкм}$; для шліфування $\varepsilon_3 = 40 \text{ мкм}$.

										Лист
										28
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата	ТМ 19090049-00 ПЗ					

$$\varepsilon_{y_{\text{чор}}} = \sqrt{0^2 + 380^2} = 380 \text{ мкм}$$

$$\varepsilon_{y_{\text{чис}}} = \sqrt{0^2 + 80^2} = 80 \text{ мкм}$$

$$\varepsilon_{y_{\text{шліф}}} = \sqrt{0^2 + 40^2} = 40 \text{ мкм}$$

Величину розрахункового мінімального припуску на операцію (перехід) визначаємо за наступною формулою, [1] с.62, табл.4.2:

Будуємо схему розміщення припусків

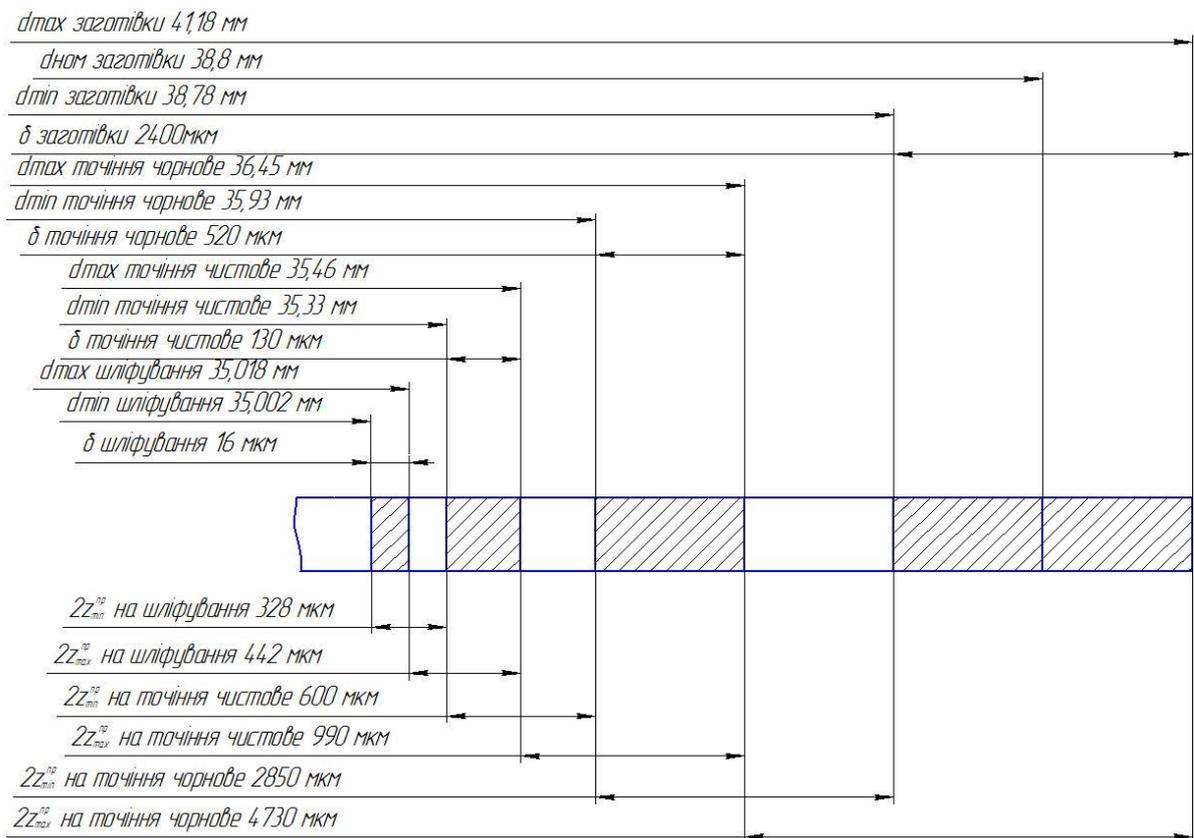


Рисунок 6.1 – Схема графічного розташування припусків і допусків на обробку зовнішньої поверхні $\varnothing 35k6$

Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата
------	------	----------	---------	------

6.2 Аналіз та обґрунтування схем базування і закріплення заготовки

Операція 005 Фрезерно-центрувальна

На даній операції (рис. 6.2) здійснюється фрезерно-центрування торців деталі в наступній послідовності:

- установити, закріпити та зняти заготовку;
- фрезерувати торці;
- свердлили центрові отвори.

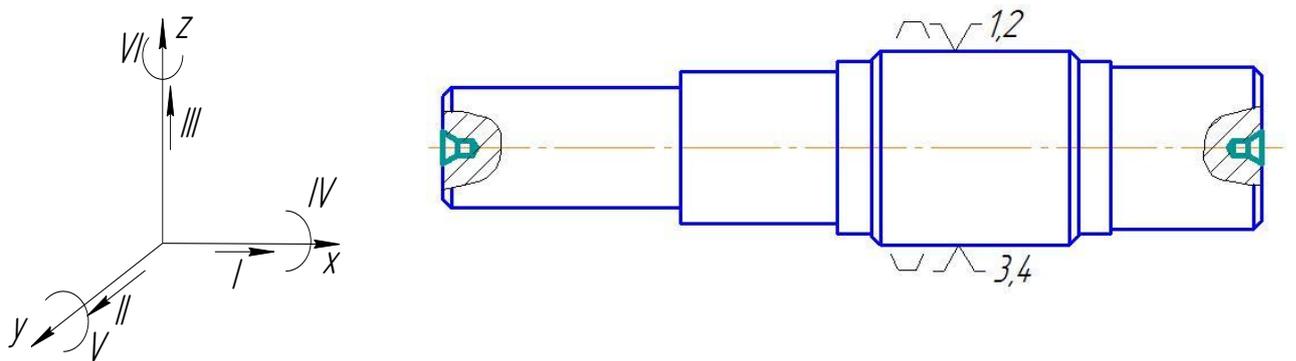


Рисунок 6.2 – Ескіз обробки заготовки на операції 005

Таблиця 6.3 – Таблиця відповідностей

Зв'язки	Ступені вільності	Найменування баз
1,2,3,4	II, III, IV, VI	Подвійно-напрямна
5,6	I, V	Вакансія

Таблиця 6.4 – Матриця зв'язків

	X	Y	Z	
L	0	1	1	Подвійно-напрямна
α	1	0	1	
L	1	0	0	Вакансія
α	0	1	0	

Єдиний доступний спосіб закріплення заготовки на даній операції – пристроєм з двома самоцентруючими призмами. При даній схемі базування поверхня деталі є подвійною напрямною базою (рис. 6.2).

Похибка базування буде відсутньої, оскільки, застосовуються самоцентруючі призми.

Операція 050 Круглошліфувальна

На даній операції (рис. 6.3) шліфується поверхня за два установи в наступній послідовності:

- установити, закріпити та зняти заготовку;
- шліфувати, витримуючи відповідні розміри.

На даній операції вал можна закріпити двома способами.

Перший спосіб (див. рис. 6.3) – заготовка закріплена за зовнішню циліндричну поверхню трикулачковим патроном, з упором в торець.

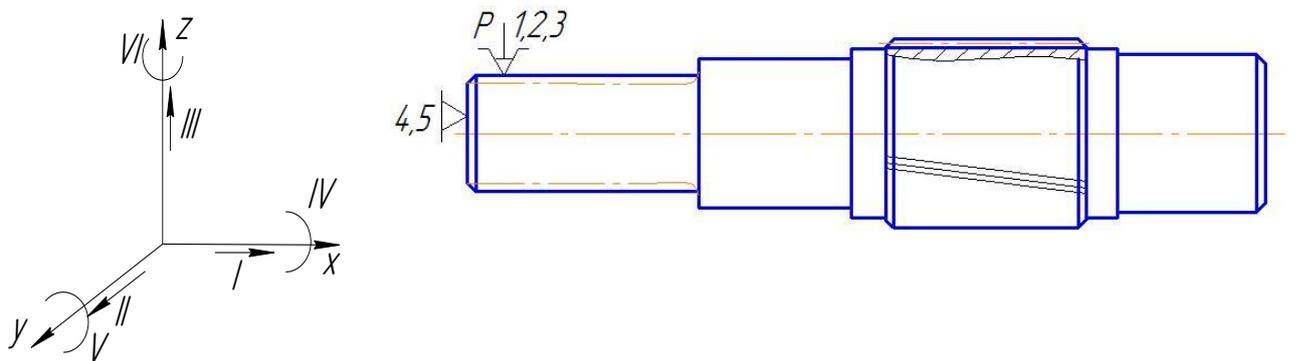


Рисунок 6.3 – Ескіз обробки заготовки на операції 050

Таблиця 6.5 - Таблиця відповідностей

База	Зв'язки	Позбавлені ступені волі
УБ	1, 2, 3	I,IV,V
ПОБ	4,5	III,II
Вакансія	6	VI

Таблиця 6.6 - Матриця зв'язків

		X	Y	Z
УБ	L	1	0	0
	α	0	1	1
ПОБ	L	0	1	1
	α	0	0	0
Вакансія	L	0	0	0
	α	1	0	0

Похибка базування для даного методу закріплення рівна $\varepsilon_6 = 0,480$ мкм.

Другий спосіб (див. рис.6.4) – заготовка закріплена в центрах.

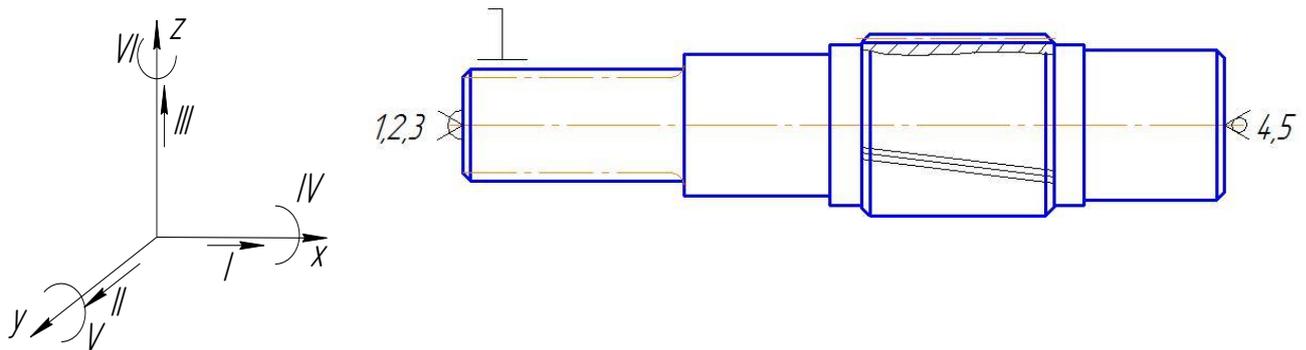


Рисунок 6.4 – Ескіз обробки заготовки на операції 050

Таблиця 6.7 – Таблиця відповідностей

База	Зв'язки	Позбавлені ступені волі
УБ	1, 2, 3	I, IV, V
ПОБ	4, 5	III, II
Вакансія	6	VI

Таблиця 6.8 – Матриця зв'язків

		X	Y	Z
УБ	L	1	0	0
	α	0	1	1
ПОБ	L	0	1	1
	α	0	0	0
Вакансія	L	0	0	0
	α	1	0	0

Похибка базування для даного методу закріплення рівна $\varepsilon_6 = 430$ мкм.

Проаналізувавши вище наведені схеми базування приймаємо другий варіант, як такий, при якому похибка базування менша.

6.3 Обґрунтування вибору металорізального верстата

При виборі металорізального верстата перевагу слід надавати високопродуктивному обладнанню, орієнтуючись на сучасні верстати вітчизняного та зарубіжного виробництва.

При виборі верстата керуємося такими вимогами:

- можливість виконання необхідних технологічних способів обробки поверхонь, які увійшли до певної операції;
- тип виробництва;
- габарити робочого простору;
- необхідну потужність двигунів;
- кількість інструментів, які можна установити на верстаті.

На операції 005 у заводському технологічному процесі застосовується фрезерно-центрувальний верстат моделі МР-71М, який має такі характеристики:

- діаметр заготовки, мм: 20-175;
- довжина заготовки, мм: 200-500;
- число видкостей шпинделя: 8;
- число обертів фрези, об/хв: 125-712;
- найбільший хід фрези, мм: 225;
- найбільший діаметр фрези, мм: 160;
- хід свердлильної головки, мм: 60;
- границі робочих подач, мм/хв: 20-300;
- потужність електродвигуна верстата: 13 кВт.

На операції 050 у заводському технологічному процесі застосовується круглошліфувальний верстат моделі 3М151, який має такі характеристики:

- найбільші розміри заготовки (діаметр×довжина×висота центрів), мм: 200×700×125 ;

										Лист
										33
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата						

ТМ 19090049-00 ПЗ

- кількість інструментів, які можна установити на верстаті -1;
- діаметр шліфувального круга, мм: 450-600;
- частота обертання шліфувального круга, хв^{-1} : 1590;
- частота обертання заготівки, хв^{-1} : 50-500
- швидкість переміщення столу від гідроприводу, м/хв: 0,05-5;
- врізна подача, мм/хв: 0,01-3;
- потужність електродвигуна верстата 10 кВт.

6.4 Обґрунтування вибору верстатних пристроїв, металорізального та вимірювального інструментів

Вибір верстатного пристрою пов'язаний з типом виробництва і конфігурацією деталі. При виборі різальних інструментів, їх типорозмірів та марки інструментального матеріалу враховуємо:

- методи обробки поверхонь;
- етапи обробки (чорнові, чистові та інші);
- використання змащувально-охолоджувальних рідин та їх вид;
- габарити верстатів;
- матеріал заготовки та її стан.

При виборі контрольно-вимірювальних інструментів враховуємо:

- точність вимірювання;
- трудомісткість вимірювання;
- тип виробництва.

На операції 005 застосовується спеціальне пристосування.

Обробка виконується двома фрезами торцьові діаметром 100 мм ГОСТ 22085-80 та двома свердлами центровочними діаметром 2,5 мм ГОСТ 14952-75.

Для вимірювання розміру використовується штангенциркуль ШЦ-I ГОСТ 6507-90

На операції 050 застосовується центри упорний ГОСТ 8742-75 та трьохкулачковий патроном ГОСТ 2571-71.

					<i>ТМ 19090049-00 ПЗ</i>	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		34

Обробка виконується шліфувальним кругом 14A32НСМ24К5 ПП 350x20x140 ГОСТ2424-83.

На операції 050, на якій відбувається шліфування поверхонь деталі, для вимірювання розміру використовується мікрометр МК Ц75 ГОСТ 6507-90

6.5 Розрахунки режимів різання

Розрахунок режимів різання на 005 фрезерно-центрувальну операцію

Режими різання розраховуємо табличним методом .

Розглянемо методику розрахунку на прикладі першої операції – 005 фрезерно – центрувальна.

Для проведення цієї операції приймаємо торцеву фрезу з пластинами з твердого сплаву Т5К10

Вибираємо діаметр фрез за формулою:

$$D=1,6 \times B, \text{ мм}$$

де B – ширина фрезерування, мм.

$$D=1,6 \times 39=62,4 \text{ мм}$$

Приймаємо спеціальну фрезу [5], с.188 табл.96 $D = 100$ мм з крупними зубами, кількість яких $z = 10$.

Визначаємо режими різання для фрезерування торців.

При фрезеруванні глибина різання дорівнює припуску $t = h = 2,0$ мм.

Визначаємо подачу на зуб.

Для верстата з потужністю більше 10кВт подача на зуб $S_z = 0,16 - 0,24$ мм/зуб [5].таб.33, с.283. Приймаємо $S_z = 0,2$ мм/зуб.

Назначаємо період стійкості фрези по табл.40, с.290 [5]: для торцевої фрези $\varnothing 100$ мм $T = 180$ хв.

Визначаємо довжину робочого ходу супорту за формулою:

					ТМ 19090049-00 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		35

$$L_{p.x} = L_{різ} + y + L_{доп}; мм \quad (6.5)$$

де $L_{різ}$ – довжина різання;

y - підвід, врізання та перебіг інструменту;

$L_{доп}$ - додаткова довжина ходу, яка обумовлюється в деяких випадках особливостями наладки і конфігурацією деталей;

Вибираємо данні для обробки [6]:

$$L_{різ} = 17мм; y = 5 мм; L_{доп} = 0$$

$$L_{p.x} = 17 + 5 = 22 мм$$

Призначаємо величину подачі супорта на оборот шпинделя:

$$S_0 = 0,55 \text{ мм/об};$$

Визначаємо стійкість інструменту по нормативам:

$$T_p = 50 \text{ хв};$$

Розрахуємо швидкість різання за формулою:

$$V = V_{табл.} \cdot K_1 \cdot K_2 \cdot K_3; \quad (6.6)$$

де $V_{табл.}$ – табличне значення швидкості;

K_1 - коефіцієнт, який залежить від матеріалу, що оброблюється;

K_2 - коефіцієнт, який залежить від стійкості та марки матеріалу ріжучою частини;

K_3 - коефіцієнт, який залежить від виду обробки;

$$V_{табл.} = 88 \text{ м/хв}; K_1 = 1; K_2 = 1; K_3 = 1,05.$$

$$V = 88 \cdot 1 \cdot 1 \cdot 1,05 = 92,4 \text{ м/хв};$$

Розрахуємо рекомендоване число обертів шпинделя верстата за формулою:

$$n = \frac{1000 \cdot 88}{3,14 \cdot 38} = 774,39 \text{ хв}^{-1}$$

Обираємо найближче значення числа обертів верстату:

$$n = 630 \text{ хв}^{-1};$$

Уточнюємо швидкість різання по прийнятому значенню числа обертів шпинделя, за формулою:

$$V = \frac{\pi d n}{1000}; \quad (6.7)$$

де d – діаметр деталі у місці обробки;

n - число обертів шпинделя;

$$V = \frac{3,14 \cdot 70 \cdot 630}{1000} = 75,17 \text{ м/хв};$$

Приймаємо $V_d = 100 \text{ м/хв}$.

Визначаємо швидкість руху подачі за формулою:

$$V_s = S_z \times z \times n_d, \text{ мм/зуб} \quad (6.8)$$

$$V_s = 0,2 \times 10 \times 630 = 1260 \text{ мм/зуб}$$

Коректуємо знайдене значення за паспортними даними верстата моделі МР-71М $V_s = 1300 \text{ мм/зуб}$

Визначаємо дійсну подачу на зуб за формулою:

$$S_{zd} = \frac{V_{sd}}{z \times n_d}, \text{ мм/зуб} \quad (6.9)$$

$$S_{zd} = \frac{1300}{10 \times 630} = 0,2 \text{ мм / зуб}$$

Визначаємо силу різання за формулою:

					<i>ТМ 19090049-00 ПЗ</i>	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		37

$$P_z = \frac{10 \times C_p \times t^x \times S_z^y \times B^n \times z}{D^q \times n^w} \times K_{mp}, H \quad (6.10)$$

Значення сталих знаходимо за таблицею 41, с. 291 [5]: $C_p=825$; $x=1,0$;
 $y=0,75$; $u = 1,1$; $q=1,3$; $w=0,2$

$$K_{mp} = \left(\frac{\sigma}{750} \right)^{n_v} \quad (6.11)$$

$$K_{mp} = \left(\frac{980}{750} \right)^{1,0} = 1,31$$

$$P_z = \frac{10 \times 825 \times 2,0^1 \times 0,2^{0,75} \times 77,0^{1,1} \times 10}{100^{1,3} \times 630^{0,2}} \times 1,31 = 5744 H$$

Визначаємо крутячий момент за формулою:

$$M_{кр} = \frac{P_z \times D}{2 \times 100}, H \times M \quad (6.12)$$

$$M_{кр} = \frac{5744 \times 100}{2 \times 100} = 2872 Hm$$

Визначаємо потужність різання за формулою:

$$N_{різ} = \frac{P_z \times V_d}{1020 \times 60}, кВт \quad (6.13)$$

$$N_{різ} = \frac{5744 \times 100}{1020 \times 60} = 9,4 кВт$$

Перевіряємо чи достатня потужність. Необхідно, щоб виконувалася умова
 $N_{різ} \leq N_{шп}, кВт$

де $N_{шп}$ – потужність шпинделя верстата, кВт.

$$N_{шп} = N_d \times \eta, кВт \quad (6.14)$$

де N_d – дійсна потужність верстата, кВт.

η – коефіцієнт корисної дії.

										Лист
										38
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата	ТМ 19090049-00 ПЗ					

$$N_{\text{шп}} = 13 \times 0,8 = 10,4 \text{ кВт}$$

$$9,4 \text{ кВт} \leq 10,4 \text{ кВт}$$

Умова виконується, отже обробка можлива.

Розрахуємо основний машиний час обробки за формулою:

$$t_m = \frac{L_{\text{р.х.}}}{s_0 \cdot n}; \quad (6.15)$$

де $L_{\text{р.х.}}$ - довжину робочого ходу супорту;

s_0 - подача супорту на оборот шпинделя;

n - число обертів шпинделя;

$$t_m = \frac{22}{0,6 \cdot 630} = 0,307 \text{ хв};$$

Назначаємо режими різання на свердління центрових отворів.

Для центрування отворів приймаємо свердло центрувальне Р6М5 $\varnothing 3,15$ мм ГОСТ14952-75

Визначаємо глибину різання за формулою:

$$t = \frac{D}{2}, \text{ мм} \quad (6.16)$$

де D – діаметр свердла, мм.

$$t = \frac{3,15}{2} = 1,575 \text{ мм}$$

Вибираємо подачу по табл.25, с.277 [5] для діаметра свердла 3,15мм і твердості НВ260 подача на оберт становитиме $S_0 = 0,07$ об/хв.

Назначаємо період стійкості інструменту для діаметра свердла $\varnothing 3,15$ мм по табл.30, с.279[5] $T = 15$ хв

Визначаємо швидкість різання за формулою:

					<i>ТМ 19090049-00 ПЗ</i>	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		39

$$V = \frac{C_V \times D^q}{T^m \times S^y} \times K_V, \text{ хв} \quad (6.17)$$

де C_V – коефіцієнт, що визначає вплив матеріалу заготовки і умов обробки на швидкість різання; по табл.28, с.278 [1] $C_V = 9,8$;

q, m, y – показники степенів, що визначають вплив елементів режимів різання на швидкість різання; по табл.28, с.278 [5]; $q=0,4$; $m=0,2$; $y=0,5$;

K_V – поправочний коефіцієнт на швидкість різання

$$K_V = K_{mv} \times K_{lv} \times K_{bv} \quad (6.18)$$

де K_{mv} – коефіцієнт, що враховує якість оброблюємого матеріалу

$$K_{mv} = K_r \times \left(\frac{750}{\sigma} \right)^{n_v} \quad (6.19)$$

де n_v – показник степеня; по табл.2, с.262 [5] $n_v=1,0$;

σ – межа міцності при розтягуванні;

K_{rv} – коефіцієнт, що враховує групу сталі по обробці; по табл.2, с.262 [5]

$K_{rv} = 1,0$.

$$K_{mv} = 1,0 \times \left(\frac{750}{980} \right)^{1,0} = 0,77$$

K_{lv} – коефіцієнт, що враховує глибину обробки отвору; по табл.31, с.280 [5]

$K_{lv} = 1,0$;

K_{bv} – коефіцієнт, що враховує матеріал інструменту; табл.6, с.263 [5]

$K_{bv} = 1,0$.

$$K_V = 0,77 \times 1,0 \times 1,0 = 0,77$$

$$V = \frac{9,8 \times 3,15^{0,4}}{15^{0,2} \times 0,07^{0,5}} \times 0,77 = 8,27 \text{ м/хв}$$

Визначаємо частоту обертання шпинделя за формулою:

										Лист
										40
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата	ТМ 19090049-00 ПЗ					

$$n = \frac{1000 \times V}{\pi \times D}, \text{об/хв} \quad (6.20)$$

$$n = \frac{1000 \times 8,27}{3,14 \times 3,15} = 836 \text{ об/хв}$$

Коректуємо знайдене значення за паспортними даними верстата моделі МР-71М $n_d = 815 \text{ об/хв}$.

Визначаємо дійсну швидкість різання за формулою:

$$V_d = \frac{\pi \times D \times n_d}{1000}, \text{м/хв.} \quad (6.21)$$

$$V_d = \frac{3,14 \times 3,15 \times 815}{1000} = 8,1 \text{ м/хв.}$$

Визначаємо крутний момент за формулою:

$$M_{кр} = 10 \times C_M \times D^q \times S^y \times K_p, \text{Нм} \quad (6.22)$$

де $C_M = 0,0345$; $q = 2,0$; $y = 0,8$ (табл. 32, с. 281 [5]).

$$K_{mv} = K_{mp} = \left(\frac{\sigma}{750} \right)^{n_v} \quad (6.23)$$

$$K_{mv} = K_{mp} = \left(\frac{980}{750} \right)^{0,75} = 1,22$$

$$M_{кр} = 10 \times 0,0345 \times 3,15^2 \times 0,07^{0,8} \times 1,22 = 0,49 \text{ Нм}$$

Визначаємо потужність різання за формулою:

$$N_{риз} = \frac{M_{кр} \times n_d}{9750}, \text{кВт} \quad (6.24)$$

$$N_{риз} = \frac{0,49 \times 815}{9750} = 0,04 \text{ кВт}$$

					<i>ТМ 19090049-00 ПЗ</i>	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		41

Перевіряємо чи достатня потужність. Необхідно, щоб виконувалася умова

$$N_{\text{різ}} \leq N_{\text{шп}}, \text{ кВт}$$

де $N_{\text{шп}}$ – потужність шпинделя верстата, кВт.

$$N_{\text{шп}} = N_{\text{д}} \times \eta, \text{ кВт} \quad (6.25)$$

де $N_{\text{д}}$ – дійсна потужність верстата, кВт;

η – коефіцієнт корисної дії.

$$N_{\text{шп}} = 13 \times 0,8 = 10,4 \text{ кВт}$$

$$0,04 < 10,4 \text{ (кВт)}$$

Умова виконується, отже обробка можлива.

Визначаємо основний час за формулою:

$$T_o = \frac{L}{S_o \times n_o}, \text{ хв.} \quad (6.26)$$

де L – повна довжина обробки, мм.

$$L = l + y + \Delta, \text{ мм} \quad (6.27)$$

де l – безпосередня довжина обробки, мм;

y – величина врізання, мм.

$$y = 0,4 \times D = 0,4 \times 3,15 = 1,26 \text{ мм}$$

Δ – величина перебігу; $\Delta = 0$ мм, так як отвір глухий.

$$L = 10 + 1,26 + 0 = 11,26 \text{ мм}$$

$$T_o = \frac{11,26}{0,07 \times 815} = 0,2 \text{ хв}$$

Визначаємо загальний основний час, витрачений на фрезерно-центрувальну операцію:

$$T_{\text{ф-ц}} = T_{\text{о фр}} + T_{\text{о св.}} = 0,307 + 0,2 = 0,507 \text{ хв}$$

					<i>ТМ 19090049-00 ПЗ</i>	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		42

Операція 050 Круглошліфувальна

Розрахунки виконуємо за нормативами [10]

Для проведення шліфування на операції №050 обираємо шліфувальний круг ПП 350×20×140 24А 25 – ПСКА 1 кл. ГОСТ 2424-83 таблиця 8 с. 387 [2].

За таблицею 55, с.301, [19] при обробці сталі з повздовжньою подачею вибираємо швидкість круга $V_k = 35$ м/с, швидкість заготовки $V_z = 25$ м/с.

Визначаємо частоту обертання шліфувального круга та заготовки за формулою:

$$n_k = \frac{1000 \cdot 60 V_k}{\pi D_k}, \text{ об/хв} \quad (6.28)$$

$$n_z = \frac{1000 \cdot 60 V_z}{\pi D_z}, \text{ об/хв} \quad (6.29)$$

$$n_k = \frac{1000 \cdot 60 \cdot 35}{3,14 \cdot 600} = 1115 \text{ об/хв}$$

$$n_z = \frac{1000 \cdot 25}{3,14 \cdot 141,6} = 56 \text{ об/хв}$$

Коректуємо знайдені значення за паспортними даними верстата

$$n_k = 1590 \text{ об/хв}; n_z = 50 \text{ об/хв.}$$

Визначаємо повздовжню подачу за формулою:

$$S_o = (0,2 \dots 0,4)B, \quad (6.30)$$

$$S_{\text{очорн}} = 0,3 \cdot 63 = 19 \text{ мм/об.}$$

Визначаємо поперечну подачу за кожен хід стола (глибину шліфування t).
Приймаємо $S_{\text{поп}} = t = 0,005-0,015$ мм/хід. Коректуємо знайдене значення за паспортними даними верстата: $S_{\text{поп}} = 0,005$ мм/хід.

Визначаємо швидкість руху повздовжньої подачі за формулою:

$$V_{\text{Сповз}} = \frac{S_o n_z}{1000}, \text{ м/хв} \quad (6.31)$$

$$V_{\text{Сповз}} = \frac{19 \cdot 50}{1000} = 0,95 \text{ м/хв}$$

					<i>ТМ 19090049-00 ПЗ</i>	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		43

Коректуємо знайдене значення за паспортними даними верстата:

$$V_{\text{спов}} = 0,9 \text{ м/хв.}$$

Визначаємо потужність, яка витрачається на різання за формулою:

$$N_{\text{різ}} = C_N \cdot V_3^r \cdot t^x \cdot S^y \cdot D_3^q, \text{ кВт} \quad (6.32)$$

де C_N , γ , x , y , q – коефіцієнт та показники степеня для шліфування, (табл. 56, с.303 [19]). $C_N = 2,65$; $r=0,5$; $x=0,5$; $y=0,55$; $q=0$.

$$N_{\text{різ}} = 2,65 \cdot 25^{0,5} \cdot 0,005^{0,5} \cdot 19^{0,55} \cdot 141,6^0 = 4,6 \text{ кВт.}$$

Перевіряємо, чи достатня потужність привода верстата $N_{\text{шп}}$ за умовою (2.37) та (2.38): $N_{\text{шп}} = 10 \cdot 0,85 = 8,5 \text{ кВт}$, $4,6 < 8,5$.

Умова виконується, отже обробка можлива.

Визначаємо основний час за формулою:

$$T_o = \frac{L \cdot h}{n_3 \cdot S \cdot S_{\text{поп}}} \cdot K, \text{ хв} \quad (6.33)$$

де L – довжина ходу стола або довжина оброблюваної поверхні з перебігом шліфувального круга в кожну сторону на півширини круга мм;

$$L = l + B, \text{ мм} \quad (6.34)$$

$$L = 55 + 63 = 118 \text{ мм}$$

h – припуск на обробку (припуск на сторону); $h = 0,1 \text{ мм}$;

S_x – поперечна подача на кожен хід стола, мм/хід;

K – коефіцієнт точності (виходжування).

$$T_o = \frac{118 \cdot 0,1}{50 \cdot 19 \cdot 0,005} \cdot 1,2 = 2,98 \text{ хв}$$

$$T_o = \frac{118 \cdot 0,1}{50 \cdot 19 \cdot 0,005} \cdot 1,4 = 3,48 \text{ хв}$$

Загальний основний час визначаємо як суму за формулою:

					<i>ТМ 19090049-00 ПЗ</i>	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		44

$$T_o = 2,98 + 3,48 = 6,46 \text{ хв}$$

6.6 Технічне нормування операції

Для операції 005 виконуємо технічне нормування

Розраховуємо норми штучно-калькуляційного часу на фрезерно-центрувальну операцію 005.

$$T_{шт-к} = \frac{T_{n-з}}{n} + T_{шт}, \text{ хв} \quad (6.35)$$

$$T_{шт-к} = T_o + (T_{yc} + T_{30} + T_{yn} + T_{уз}) \cdot k + T_{об.ст}, \text{ хв} \quad (6.36)$$

де $T_{n-з}$ - підготовчо-заключний час, хв.;

T_o - основний час, хв.;

n - кількість деталей в партії, шт.;

T_{yc} - час на встановлення та зняття деталі, хв.;

T_{30} - час на закріплення та відкріплення деталі, хв.;

T_{yn} - час приймання керування, хв.;

$T_{уз}$ - час на вимірювання деталі, хв.;

$T_{об.ст}$ - час на обслуговування робочого місця та відпочинок, хв.;

k - поправочний коефіцієнт.

$$T_{yc} = 0,08$$

Час на вмикання верстата кнопкою – 0,02 хв; підвести та одвести фрези та свердла від деталі – $2 \times 0,06$ хв. [1]. Тоді:

$$T_{yn} = 0,02 + 2 \cdot 0,06 = 0,14 \text{ хв}$$

$$T_{уз} = 2 \cdot 0,12 = 0,16 \text{ хв}$$

Допоміжний час:

$$T_{с} = T_{yc} + T_{30} + T_{yn} + T_{уз} \quad (6.37)$$

					ТМ 19090049-00 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		45

$$T_{\epsilon} = 0,08 + 0,14 + 0,16 = 0,38 \text{ хв}$$

Оперативний час:

$$T_{on} = T_0 + T_{\epsilon} \quad (6.38)$$

$$T_{on} = 0,507 + 0,38 = 0,887 \text{ хв}$$

Час на відпочинок та обслуговування робочого місця складає 6% від оперативного часу:

$$T_{обот} = \frac{0,887 \cdot 6}{100} = 0,053 \text{ хв}$$

Підготовчо-заключний час на налагоджування верстата – 12 хв.; отримання інструмента та пристосування й здача його після закінчення обробки – 10 хв. [1].

Тоді:

$$T_{n-з} = 12 + 10 = 22 \text{ хв}$$

Кількість деталей в партії [1]:

$$n = \frac{N \cdot a}{254}, \quad (6.39)$$

де N – програма випуску деталей, шт.;

a – періодичність запуску в днях (a=6)

$$n = \frac{3500 \cdot 6}{254} = 82 \text{шт}$$

Штучно-калькуляційний час:

					<i>ТМ 19090049-00 ПЗ</i>	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		46

$$T_{\text{шт-к}} = \frac{22}{82} + 0,507 + (0,08 + 0,14 + 0,16) \cdot 1,85 + 0,073 = 1,34 \text{ хв}$$

Для операції 050 виконуємо технічне нормування

Для визначення штучного часу на операції потрібно знайти операційний час, який складається з основного и допоміжного.

$$T_{\text{оп}} = T_{\text{о}} + T_{\text{д}}, \text{ хв} \quad (6.40)$$

де $T_{\text{о}}$ – основний час, розрахований в пункті 2.8.2 $T_{\text{о}} = 3,6$ хв.

$T_{\text{д}}$ – допоміжний час, визначаємо за формулою:

$$T_{\text{д}} = T_{\text{уст}} + T_{\text{кр}} + T_{\text{вим}}, \text{ хв} \quad (6.41)$$

$T_{\text{уст}}$ – час на установку и зняття деталі, $T_{\text{уст}} = 0,06$ хв.; табл. 5.3 с. 198 [1];

$T_{\text{кр}}$ – час на прийняття керування $T_{\text{кр}} = 0,04$ хв. табл. 5.8 с. 202 [1];

$T_{\text{вим}} = 0,07$ хв. табл. 5.12 с. 207 [1].

$$T_{\text{д}} = 0,06 + 0,04 + 0,07 = 0,17 \text{ хв.}$$

$$T_{\text{оп}} = 3,6 + 0,17 = 3,77 \text{ хв.}$$

Розраховуємо штучний час

$$T_{\text{шт}} = T_{\text{оп}} \times \left(1 + \frac{(a_{\text{від}} + a_{\text{обсл}})}{100} \right), \text{ хв} \quad (6.42)$$

де $a_{\text{від}}$; $a_{\text{обсл}}$ час на організаційне і технічне обслуговування робочого місця і особисті потреби приведені у відсотковому відношенні від оперативного часу і складає 8%.

$$T_{\text{шт}} = 3,77 \times \left(1 + \frac{8}{100} \right) = 4,07 \text{ хв.}$$

					ТМ 19090049-00 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		47

7 ПРОЕКТУВАННЯ ВЕРСТАТНОГО ПРИСТРОЮ ДЛЯ УСТАНОВЛЕННЯ І ЗАКРІПЛЕННЯ ЗАГОТОВКИ

Беручи до уваги, що при загальному обсязі засобів технологічного оснащення, приблизно 50% являються верстатні пристосування. Застосування верстатних пристосувань дозволяє:

- 1) надійно закріплювати деталь при збереженні жорсткості в ході обробки;
- 2) завжди забезпечувати якість обробки при невисокій кваліфікації робітників;
- 3) підвищувати продуктивність та полегшувати умови праці робітника;
- 4) розширити технологічні можливості користуванням обладнанням.

Обґрунтування необхідності пристосування. Вибір системи пристосування.

Заготовка обробляється в пристосуванні, робітники на даних операціях мають четвертий розряд. Застосовування пристосування з механізованим приводом дозволить знизити розряд верстатника на даній операції, зменшити трудомісткість обробки, підвищити параметри точності на операції. Найбільш раціонально при заданих умовах виступатиме система нерозбірних спеціальних пристосувань (НСП).

Конструкція пристосування являє собою лещата з пневматичним приводом.

До плити 1 болтами 22 прикріплені планка 2 і плита, на якій встановлені пневматичний затискний пристрій і губки 11 і 12. Пневматична затискний пристрій включає в себе діафрагму 4, закріплену між кришкою 6 і кільцем 5, грибок 7, що переміщається у втулці 13. Кришка 6 і кільце 5 скріплені вісьмома болтами.

Заготовки деталей встановлюють між нерухомою 12 і рухомий 11 губками, на яких встановлені призми 29. Оброблювані деталі закріплюють призмою 29, що одержує рух від кутового важеля 8. Важіль переміщається під дією грибка 7 при його поступальному русі разом з робочою частиною діафрагми 4. Після закінчення операції важіль повертається у вихідне положення пружиною 17, яка з одного боку прикріплена гвинтом 27 до нерухомої губки, а іншого – до важеля.

										Лист
										48
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата	ТМ 19090049-00 ПЗ					

Важіль повертається на валику 9, закріпленому в скобі 10. Рухома губка переміщається по планкам 14. Для оберігання передавального механізму від потрапляння стружки на губці закріплюється чотирма гвинтами планка 16.

Конструкція пристосування розроблена для крупносерійного і масового виробництва.

Силовий розрахунок пристосування

Силовий розрахунок верстатних пристосувань можна розбити на наступні етапи:

- визначення сил і моментів різання;
- вибір коефіцієнта тертя f заготовки з опорними і затискними елементами;
- складання розрахункової схеми і вихідного рівняння для розрахунку затискного зусилля P_z ;
- розрахунок коефіцієнта надійності закріплення K .
- складання розрахункової схеми і вихідного рівняння для розрахунку вихідного зусилля P_i ;
- розрахунок діаметрів силових циліндрів пневмо- і гідроприводів.

Визначення сил і моментів різання.

Діючі на заготовку сили і моменти різання можна розрахувати за формулами, наведеними в довідниках і нормативах по режимам різання відповідно до певного виду обробки.

Величина колової сили різання при фрезеруванні та сила різання при врізанні визначається за формулою:

$$P_{x,z} = C_p \cdot t^x \cdot s^y \cdot B^z \cdot D^q, \text{ Н} \quad (7.1)$$

де C_p , x , y , z , q , – поправні коефіцієнти на силу різання; $C_p=68$; $x = 0,86$; $y = 0,74$; $z = 1$, $q = -0,86$ ([15]); табл.41, с. 291);

$$P_x = 68 \cdot 7,5^{0,86} \cdot 0,2^{0,74} \cdot 20^1 \cdot 8^{-0,86} = 160 \text{ Н}$$

$$P_z = 68 \cdot 7,5^{0,86} \cdot 0,02^{0,74} \cdot 20^1 \cdot 20^{-0,86} = 27 \text{ Н}$$

Сумарне значення сил різання визначається за формулою:

					ТМ 19090049-00 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		49

$$P = \sqrt{P_x^2 + P_z^2}, \text{ Н} \quad (7.2)$$

$$P = \sqrt{160^2 + 27^2} = 165 \text{ Н}$$

Вибір коефіцієнта тертя заготовки з опорними і затискними елементами.

У пристосуваннях сили тертя виникають на поверхнях контакту заготовки з опорними і затискними елементами. Величина коефіцієнта тертя залежить від багатьох факторів. При використанні пристосувань його визначення пов'язане з певними труднощами. У пристосуваннях зустрічається багато різних сполучень контактних поверхонь, що розрізняються за формою, станом поверхні, твердості і т.д. Приймаємо коефіцієнт тертя $f = 0.1$.

Складання розрахункової схеми і вихідного рівняння для розрахунку затискного зусилля P_z .

Величину необхідного затискного зусилля визначають на основі рішення задачі статички, розглядаючи рівновагу заготовки під дією прикладених до неї сил. Для цього необхідно скласти розрахункову схему, тобто зобразити на схемі базування заготовки всі діючі на неї сили: сили й моменти різання, затискні зусилля, реакції опор і сили тертя в місцях контакту заготовки з опорними і затискними елементами.

Розрахункову схему слід складати для найбільш несприятливого розташування ріжучого інструменту по довжині оброблюваної поверхні.

За розрахунковою схемою необхідно встановити напрямки можливого переміщення або повороту заготовки під дією сил і моментів різання, визначити величину проєкцій всіх сил на напрям переміщення і скласти рівняння сил і моментів:

$$\sum x = 0; \sum M_x = 0; \quad (7.3)$$

$$\sum y = 0; \sum M_y = 0;$$

$$\sum z = 0; \sum Mz = 0;$$

Введемо коефіцієнт надійності закріплення K . Заготовка може переміститися лише під дією сили P .

Рисунок 3.1 – дія сил на заготовку при обробці

Тоді сила затиску при даній схемі закріплення (рис.3.1) визначається за формулою:

$$P_3 = \frac{K \cdot \sin\left(\frac{\alpha}{2}\right)}{f}, \text{ Н} \quad (3.4)$$

де K – коефіцієнт надійності;

f – коефіцієнт сил тертя, $f=0,1$;

Коефіцієнт надійності визначається за формулою:

$$K = K_0 \cdot K_1 \cdot K_2 \cdot K_3 \cdot K_4 \cdot K_5 \cdot K_6, \quad (3.5)$$

де K_0 – гарантований коефіцієнт запасу, $K_0 = 1,5$;

K_1 – коефіцієнт, що враховує стан поверхні заготовки, $K_1 = 1,0$;

K_2 – коефіцієнт, що враховує збільшення сил різання внаслідок затуплення заготовки, $K_2 = 1,15$;

K_3 – коефіцієнт, що враховує силу різання при переривчастому різанні, $K_3 = 1,2$;

K_4 – коефіцієнт, що враховує непостійність сили затиску, $K_4 = 1,0$;

K_5 – коефіцієнт, що враховує використання механізованого приводу, $K_5 = 1,0$.

K_6 – коефіцієнт, що враховує опорний елемент, який має обмежену поверхню контакту з заготовкою; для опорного елемента з великою площею контакту $K_6 = 1,5$.

$$K = 1,5 \cdot 1,0 \cdot 1,15 \cdot 1,2 \cdot 1,3 \cdot 1,0 \cdot 1,5 = 2,7.$$

										Лист
										51
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата						

Розрахункова формула для знаходження P_i може бути отримана на основі рішення задачі статички – розгляду рівноваги силового механізму під дією прикладених до нього сил.

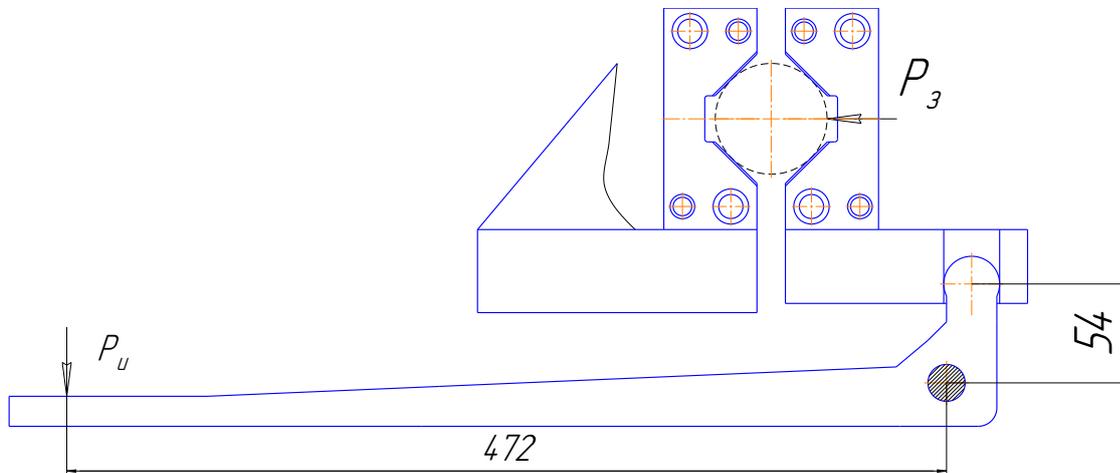


Рисунок 7.2 – Схема закріплення заготовки

Рівновага моментів визначається з рівності:

$$P_i \cdot L_1 = P_3 \cdot L_2, \text{ Н} \quad (7.5)$$

$$P_i = \frac{P_3 \cdot L_2}{L_1}, \text{ Н}$$

$$P_i = \frac{3100 \cdot 0,054}{0,472} = 355 \text{ Н}$$

Розрахунок похибки ε_{np} приводить до віднімання з допуску виконуваного розміру всіх інших складових загальної похибки обробки:

$$\varepsilon_{np} \leq \delta - k_T \cdot \sqrt{(k_{T1} \cdot \varepsilon_6)^2 + \varepsilon_3^2 + \varepsilon_y^2 + (k_{T2} \cdot \omega)^2}, \text{ мкм} \quad (7.6)$$

де δ – допуск при обробці розміру заготовки; $\delta = 400$ мкм

k_T – коефіцієнт, який враховує відхилення розсіяння значень складових величин від закону нормального розподілення; $k_T = 1,0$; (с.85 [19]);

Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата

k_{T1} – коефіцієнт, який враховує зниження граничного значення похибки базування при роботі на налагоджених верстатах; $k_{T1} = 0,8$; (с.85 [19]);

k_{T2} – коефіцієнт, який враховує частки похибки обробки в сумарній похибці, що викликана факторами, які залежать від пристосування; $k_{T2} = 0,6$;

ω – економічна точність обробки; $\omega = 100$ мкм (с.214 табл. 24 [19]);

ε_6 – похибка базування; $\varepsilon_6 = 15,73$ мкм;

ε_3 – похибка закріплення, яка виникає внаслідок зміщення деталі під дією прикладеної сили затиску $\varepsilon_3 = 70$ мкм, (с.209 табл. 24 [19]);

ε_y – похибка установки.

$$\varepsilon_y = \sqrt{\varepsilon_6^2 + \varepsilon_3^2}, \text{ мкм} \quad (7.7)$$

$$\varepsilon_y = \sqrt{19,36^2 + 70^2} = 72,6 \text{ мкм}$$

$$\varepsilon_{\text{пр}} \leq 400 - 1,0 \cdot \sqrt{(0,8 \cdot 19,36)^2 + 70^2 + (0,6 \cdot 100)^2} = 282 \text{ мкм}$$

З урахуванням стандартного ряду чисел, приймаємо: $\varepsilon_{\text{пр}} = 280$ мкм.

Похибка в межах можлива як результат складання похибок взаємного розташування елементів. Отже, допуск поділяємо за елементами наступним чином:

- 1) радіальне биття поверхні оправлення - 140 мкм;
- 2) не перпендикулярність торця до осі шпинделя - 140 мкм.

Опис пристрою і роботи пристосування.

Пристосування являється допоміжним змінним пристроєм до верстата, та призначений для правильної установки та закріплення заготовки при механічній обробці деталі.

ВИСНОВОК

В дипломному проекті проведений аналіз конструкції та технологічності, службового призначення деталі, визначено тип виробництва – середньосерійний та визначена партія випуску деталей – 82 шт. Форма організації виробництва - групова.

Розроблений та проаналізований технологічний процес для виготовлення деталі вал шліцьовий, проведено аналіз варіантів отримання заготовки, порівняно схеми базування на операціях, розроблена схема розміщення припусків на обробку розміру $\varnothing 35k6$, розраховано режими різання та норми часу.

В якості методу отримання заготовки був прийнятий метод ГKM.

При аналізі технічних вимог були описані властивості сталі 40X, та проаналізовані вимоги, що запропоновані при виготовленні деталі.

Важливим етапом при проектуванні технології обробки є маршрутний технологічний процес, ріжучий інструмент, вибір обладнання та верстатного пристосування.

В результаті проведеного технологічного процесу на виготовлення валу-шліцьового, були розроблені та спроектовані наступні технологічні операції : 005 Фрезерно-центрувальна та 050 Круглошліфувальна.

В ході виконання роботи були вирішені технологічні завдання, розроблено оптимальні умови для створення обробки, досягнута краща ефективність з найбільш непомітними для виробництва витратами, розглянуте питання з охорони праці.

					<i>TM 19090049-00 ПЗ</i>	<i>Лист</i>
<i>Изм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Подпись</i>	<i>Дата</i>		55

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Марочник сталей и сплавов / В.Г. Сорокин и др.; Под ред. В.Г. Сорокина – М.: Машиностроение, 1989, 640с
2. Методичні вказівки практичних робіт з дисципліни «Технологічні основи машинобудування» / Укладач О.У. Захаркін. – Суми: Вид-во СумДУ, 2009.– 53 с.
3. Горбачевич А. Ф. Проектирование по технологии машиностроения / А. Ф. Горбачевич, В. А. Шкред: [Учеб. Пособие для машиностроит. спец. вузов]. - 4-е изд., перераб. и доп., – Мн.:Выш. Школа, 1983. –256 с., ил.
4. ГОСТ 26645-85. Отливки из металлов и сплавов. Допуски размеров, массы и припуски на механическую обработку. – М.: Издательство стандартов, 1989.
5. Справочник технолога - машиностроителя: 2 т. / Под ред. А.Г. Косиловой и Р.К. Мещерякова. - 4-е изд., перераб. - М.: Машиностроение, 1986. - Т. 1 - 656 с.
6. Справочник технолога - машиностроителя: В 2 т. / Под ред. А.Г. Косиловой и Р.К. Мещерякова. - 4-е изд., перераб. - М.: Машиностроение, 1986. - Т. 2. - 496 с.
7. Справочник инструментальщика/ И.А. Ординарцев, Г.В. Филиппов, А.Н. Шевченко и др. Под общ.ред. И.А. Ординарцева. - Машиностроение. Ленингр. отд-ние, 1987
8. Панов А.А., Аникин В.В. Обработка металлов резанием: Справочник технолога; Под ред. А.А. Панова. 2-е изд.,перераб. и доп.-М.: Машиностроение, 2004.-784 с.
9. Общемашиностроительные нормативы времени вспомогательного, на обслуживание рабочего места и подготовительно-заключительного для технического нормирования станочных работ. Серийное производство. - М.: Машиностроение, 1974. - 434 с.
10. Общемашиностроительные нормативы для режимов резания для нормирования работ на металлорежущих станках. - Ч. 1. Токарные, карусельные, сверлильные, фрезерные станки. - М.: Машиностроение, 1974.- 416 с.

										Лист
										56
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата						

ТМ 19090049-00 ПЗ

машиностроении / В.С. Корсаков – М.: Машиностроение, 1971. - 288 с.

20. Родин, П.Р. Металлорежущие инструменты / П.Р. Родин. – К.: Вища школа, 1974.-400 с.

21. Юдин, Е.Я. Охрана труда в машиностроении: Учебник для машиностроительных вузов/Е. Я. Юдин, С. В. Белов, С. К. Баланцев и др.; Под ред. Е. Я. Юдина, С. В. Белова — 2-е изд., перераб. и доп.— М.: Машиностроение, 1983, 432.

22. Методические указания к выполнению курсового и дипломного проектов / Составители: В.Г. Евтухов, О. У. Захаркин, А. В. Евтухов. - Сумы изд. СумДУ 2007 г.- 52 с.

23. ГОСТ 12.0.003-74 (СТ СЭВ 790-77) Система стандартов безопасности труда. Опасные и вредные производственные факторы. Классификация / Сборник. – М.: Гос. ком. СССР по стандартам, 1983. – 296 с.

24. ДБН В.2.2-28:2010. Будинки адміністративного та побутового призначення. – К.: Мінрегіонбуд України, 2011 – 26 с.

25. ГОСТ 12.0.003-74 (СТ СЭВ 790-77) Система стандартов безопасности труда. Опасные и вредные производственные факторы. Классификация / Сборник. – М.: Гос. ком. СССР по стандартам, 1983. – 296 с.

					<i>ТМ 19090049-00 ПЗ</i>	<i>Лист</i>
<i>Изм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Подпись</i>	<i>Дата</i>		58

400.87.001

Ra 50

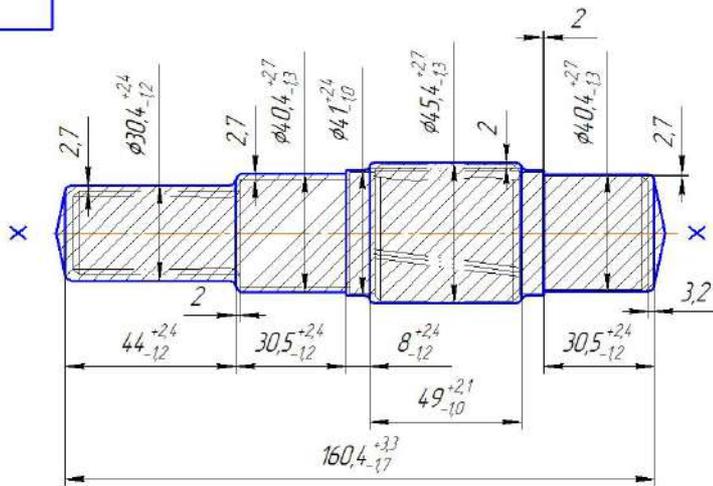
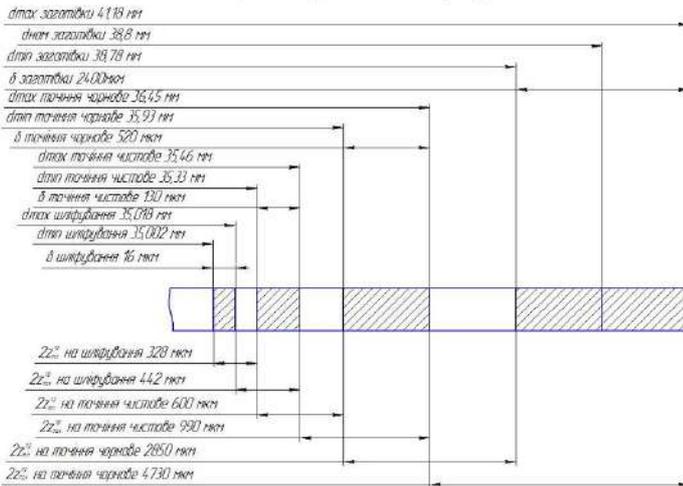
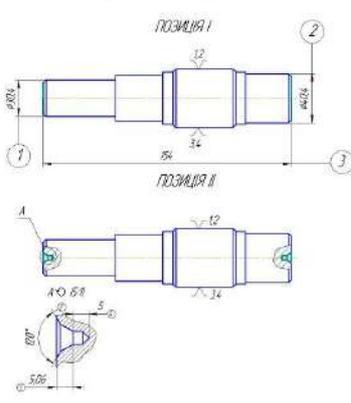
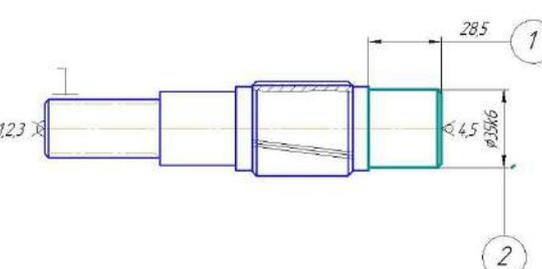


Схема розташування полів припусків



1. T3; C2; M2, вихідний індекс -11
2. Допустиме зміщення по поверхні роз'єму штампку 0,3 мм
3. Допустиме відхилення вигнутості 0,6 мм
4. Невказані радіуси 3...5 мм
5. Невказані кутки 5°
6. Поверхневі дефекти допускаються на глибину не більше 0,5 фактичного припуску на механічну обробку

				400.87.001			
Изм. лист	№ док-м	Подп.	Дата	Штамповка	Лит.	Масса	Масштаб
Разраб.	Павленко Б.В.				Б.Р.	2,1	1:1
Проб.	Павлоцька О.М.				Лист	Листов	?
Т.контр.							
Н.контр.	Динчик О.Д.			Сталь 40X ГОСТ 4543-71			КіСумДУ, зр.ТМ-71к
Утв.	Іванов В.О.			Копіювала			Формат А3

№ операції	Найменування операції та операційний ескіз	Обладнання та модель	Прийомлення та інструмент
005	Заготівельна (штампування)	КГШП-2500	Штанг ОСТ 92-3980-76
010	<p>Фрезерно-центрувальна $\sqrt{Ra12,5}$</p> 	Фрезерно свердлувальний налібаєвтомат МР-71М	Фрези торцеві з пластинками із твердого сплаву Т15К6 2214-0001 60° та 2214-0002 60° ГОСТ24359-80; Свердла центрове 2317-0108 ГОСТ14952-75; Лещата пневматичні самоцентруючі ТМ 19090049-07 СК
015	Токарна з ЧПК	Токарний верстат з ЧПК 16К20Ф3	
020	Токарна з ЧПК	Токарний верстат з ЧПК 16К20Ф3	
025	Зубофрезерна	Зубофрезерний верстат 53А20	
030	Шліцефрезерна	Шліцефрезерний верстат 5350	
035	Відпуск	Піч	
040	Шліцешлифувальна	Шліцешлифувальний верстат 3451	
045	Круглошлифувальна	Круглошлифувальний верстат 3М151	
050	<p>Круглошлифувальна $\sqrt{Ra6,3}$</p> 	Круглошлифувальний верстат 3М151	Шлифувальний круг 14А32НСМ24К5 ПТ 350x20x140 ГОСТ2424-83 Центр що обертається ГОСТ8742-75 Половковий центр ГОСТ18257-72
055	Промивальна	Ванна	
060	Техічний контроль	Стіл ВТК	

Лист 1 з 1

Лист 2 з 2

Лист 3 з 3

Лист 4 з 4

Лист 5 з 5

Лист 6 з 6

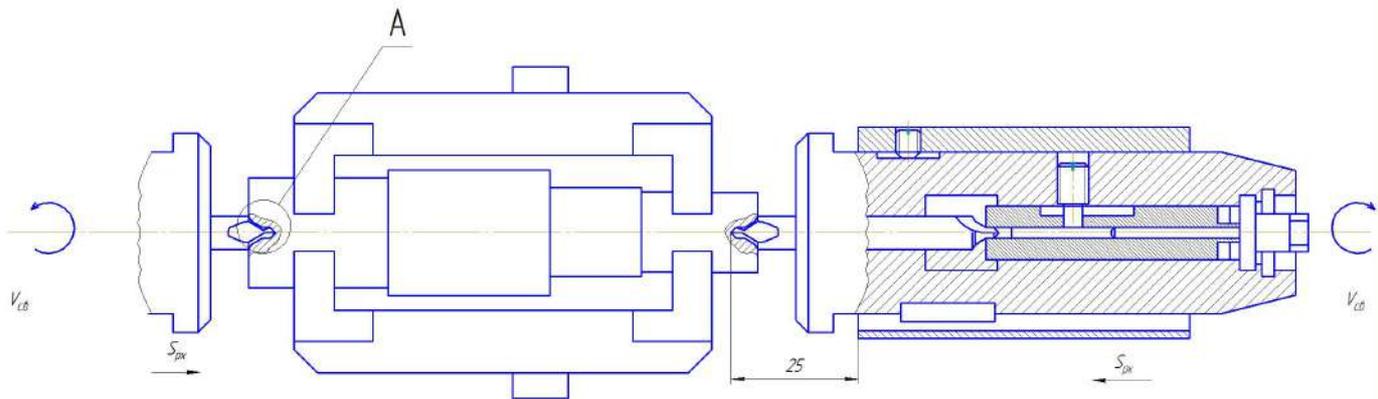
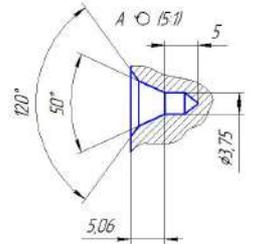
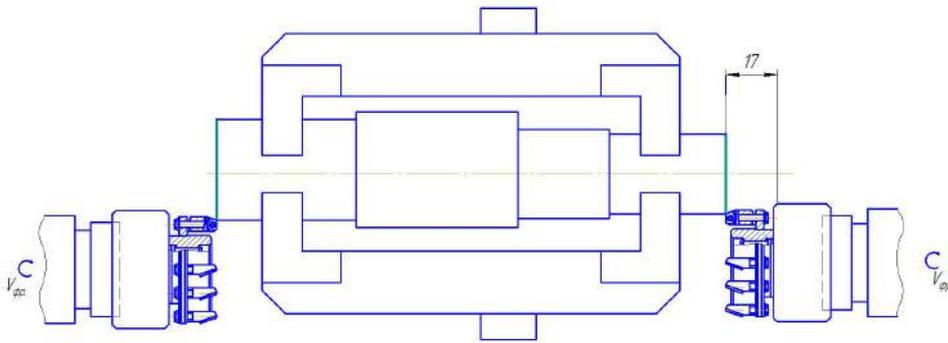
Лист 7 з 7

				ТМ 19090049-02-00.00 МТ				
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата	Маршрут механічної обробки вал-шестерні	Лист	Масса	Насштаб
Разр.	Лист	Лист	Лист	Лист		Б Р		
Т.контр.	Лист	Лист	Лист	Лист		Лист	Лист	
Н.контр.	Лист	Лист	Лист	Лист		Лист	Лист	
Утв.	Лист	Лист	Лист	Лист				

№ 90-17090021-06 ТМ

005 Фрезерно-центрувальна верстат моделі МР-71М, потужність 13 кВт

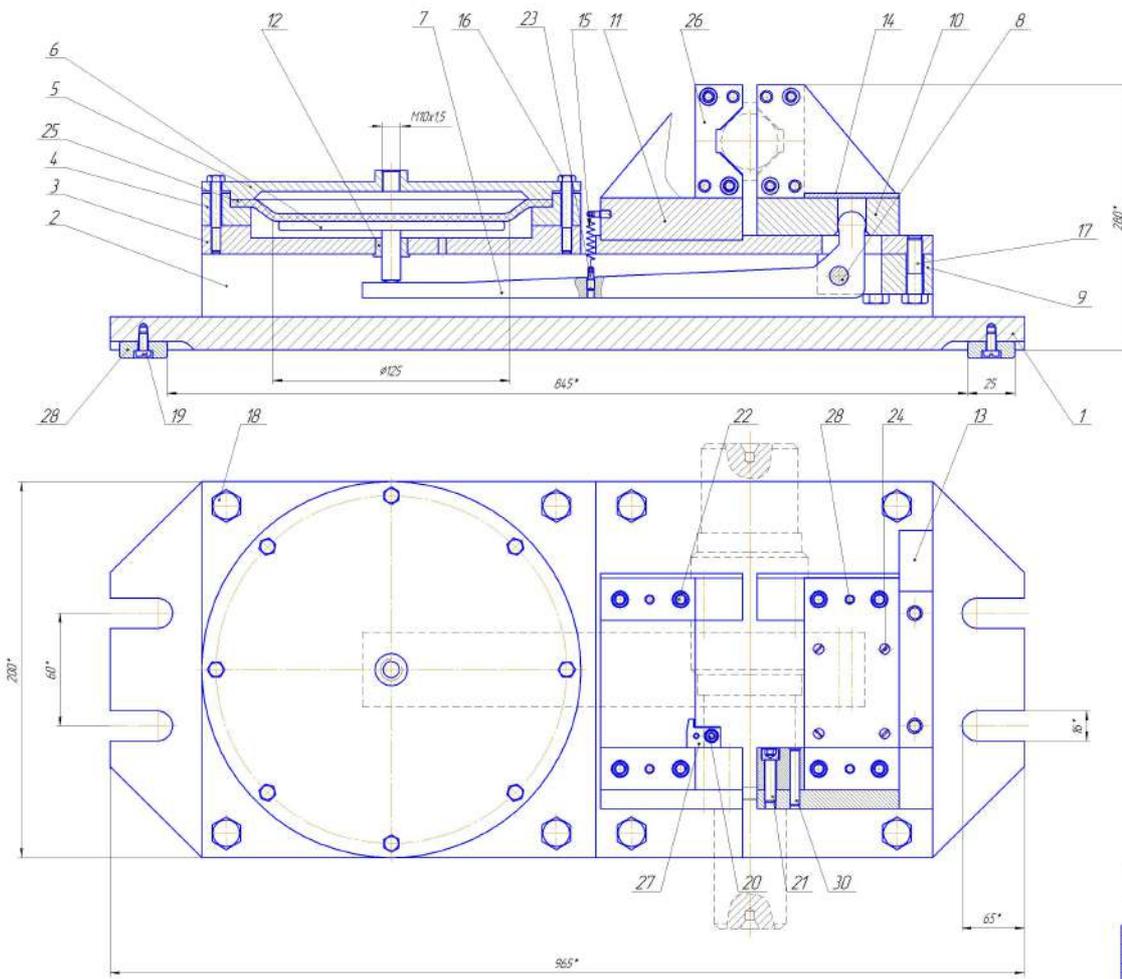
✓(✓)



Фреза центрова $\phi 100$ мм	88	630	2	0,2	0,307	0,96
Свердло центровочне $\phi 3,75$ мм	8,27	815	1575	0,07	0,2	
Найменування інструменту	V, м/хб	п, хб	t, мм	S _z , мм/об	T ₀ , хб	T _{вл} , хб

ТМ 17090021-06 0Н					
Мат. части	М. деталі	Лист	Клас	Лист	Маса
Фрезер	Навіска з об'ємом 0,1	5	Р	21	21
Свердло	Фрезер	Лист	Лист	Лист	Лист
Материал	Діаметр з'єдн.	Фрезерно-центрувальна навіска			
Число	Розмір з'єдн.	МР-71М			
КІ СумДУ, гр. ТМ-71к					
Копіювати					
© 2008 АЗ					

УД 10-61006061 W1



Технічні характеристики

1. Максимальний діаметр шийки валу при затискуванні, мм	90
2. Максимальна відстань обробленої заготовки, мм	250
3. Діагональ затиску, мм	2000

- * Розмір для довідки.
- Річечка поз.10 повинна вільно прокрутяться під дією зчепки поз.7, без зачіпання.
- Підвернути шпильку зчепки.

				TM 19090049-07 CK		
Модель	Матеріал	Маса	Висота	Листів: 12		
Модель	Матеріал	Маса	Висота	Листів: 1		
MP-71M				КІ Сурд'ї з ар. TM-71ж		
Корпус				Листів: 11		