

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ

Сумський державний університет

Технічних систем та енергоефективних технологій

(повна назва інституту/факультету)

Кафедра технологій машинобудування, верстатів та інструментів

(повна назва кафедри)

«До захисту допущено»

Завідувач кафедри

Віталій ІВАНОВ

(підпис)

(Ім'я та ПРІЗВИЩЕ)

2023.

КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА

на здобуття освітнього ступеня бакалавра

(бакалавр / магістр)

зі спеціальності 131 Прикладна механіка ,

(код та назва)

Технології машинобудування

(освітньо-професійної / освітньо-наукової) (назва програми)

на тему: Проектування технологічного процесу виготовлення

валу шліцьового 1238.12.67.49

Здобувача (ки) групи ТМс2-91к Гагіна Андрія Володимировича

(шифр групи)

(прізвище, ім'я, по батькові)

Кваліфікаційна робота містить результати власних досліджень. Використання ідей, результатів і текстів інших авторів мають посилання на відповідне джерело.

(підпис)

Андрій ГАГІН

(Ім'я та ПРІЗВИЩЕ здобувача)

Керівник к.т.н. Оксана ДИННИК

(посада, науковий ступінь, вчене звання, ім'я та ПРІЗВИЩЕ)

(підпис)

Консультант¹⁾ _____

(посада, науковий ступінь, вчене звання ім'я та ПРІЗВИЩЕ)

(підпис)

Суми – 2023

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ

Сумський державний університет

Кафедра «Технологія машинобудування, верстати та інструменти»

ЗАТВЕРДЖУЮ

Завідувач кафедри

_____ В.О.Іванов

«__» _____ 2023р.

ПРОЕКТУВАННЯ ТЕХНОЛОГІЧНОГО ПРОЦЕСУ ВИГОТОВЛЕННЯ

ВАЛУ ШЛІЦЬОВОГО 1238.12.67.49

Бакалаврська кваліфікаційна робота

Напрямок підготовки 131 – Прикладна механіка

(Технології машинобудування)

Студент

Гагін А.В.

Керівник

Динник О.Д.

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

«___» _____ 2023.

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

Гагін Андрій Володимирович

(прізвище, ім'я, по батькові)

1. Тема проекту (роботи) Проектування технологічного процесу виготовлення валу шліцьового 1238.12.67.49

керівник проекту Ст.викладач, к.т.н Динник О.Д.
(прізвище, ім'я, по батькові, науковий ступінь, вчене звання)

затверджені наказом вищого навчального закладу від «__» _____ 2023 року № _____

2. Строк подання студентом проекту (роботи) «__» червня 2023 року

3. Вихідні дані до проекту (роботи) _____

Креслення деталі «вал шліцьовий 1238.12.67.49»

Річний обсяг випуску деталей – 4000 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	Аналіз службового призначення машини, вузла, деталі	10.05.23	
2	Аналіз технічних вимог на виготовлення деталі	12.05.23	
3	Визначення типу виробництва та форми його організації	14.05.2	
4	Аналіз технологічності конструкції деталі	16.05.23	
5	Вибір способу отримання заготовки, розробка технічних вимог на заготовку	18.05.23	
6	Аналіз існуючого технологічного процесу виготовлення деталі	22.05.23	
7	Проектування верстатного пристрою	01.06.23	
8	Висновки	06.06.23	
9	Список літературних джерел	08.06.23	
10	Додатки. Презентація	10.06.23	

Студент

_____ (підпис)

Гагін А.В.
(прізвище та ініціали)

Керівник проекту (роботи)

_____ (підпис)

Динник О.Д.
(прізвище та ініціали)

РЕФЕРАТ

Записка: 71 с., табл. 23, рис. 14, формул 62, 25 літературних джерел

Об'єкт розробки: деталь вал шліцьовий 1238.12.67.49

Мета роботи: Проектування технологічного процесу на виготовлення валу шліцьового 1238.12.67.49

В дипломному проекті виконано аналіз службового призначення виробу – редуктор лебідки, деталі – вал шліцьовий. Розглянуто та проаналізовано технічні вимоги на виготовлення деталі. На основі коефіцієнта закріплення операцій визначений тип виробництва – середньосерійний, розрахована величина партії деталей та охарактеризовані основні умови організації праці у розглянутому типів виробництва. Розроблений метод отримання заготовки – поковка на ГKM. Проаналізований технологічний процес виготовлення валу-шліцьового та докладно розглянуто технологічні операції: 030 Вертикально-фрезерна з ЧПУ та 040 Радіально-свердлильну, під час аналізу обґрунтовані схеми базування, вибір металорізального обладнання та технологічної оснастки на дані операції. Також виконаний розрахунок режимів різання та технічне нормування операцій.

В роботі розкрито питання з охорони праці, пов'язане з дією електромагнітних полів на людину, а саме: впливу на організм людини, характеристика випромінювання, нормування та захисту.

В графічній частині роботи виконано креслення: заготовки, деталі, маршрутно-технологічного процесу, пристосування та карту налагодження на операцію 030 Вертикально-фрезерну з ЧПК

ПОКОВКА, ТЕХНОЛОГІЧНИЙ ПРОЦЕС, БАЗУВАННЯ, ВЕРСТАТ,
ПРИСТРІЙ, СВЕРДЛО, ФРЕЗА, 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 установаження і закріплення заготовки	52
Висновки	57
Перелік джерел посилання	58
Додаток А	
Додаток Б	
Додаток В	
Додаток Г	

					ТМ 2009008-00 ПЗ			
Изм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата				
Розробив		Гагін А.В			Проектування технологічного процесу виготовлення валу шліцьового 1238.12.67.49	Літ.	Арк.	Аркушів
Перевірив		Динник О.Д					5	70
Реценз.						СумДУ, ТМ-91К		
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 напряму 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, напряму 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

					ТМ 2009008-00 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		6

здатність до критичної оцінки процесів на виробництві, що надбає формування навичок творчого вирішення завдань.

					ТМ 2009008-00 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		7

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

Обрана для виконання кваліфікаційної роботи бакалавра деталь являє собою складову частину редуктора лебідки. Редуктор лебідки, призначений для зменшення частоти обертання та збільшення обертового моменту, з'єднується з двигуном та робочим механізмом муфтою або іншим роз'ємним пристроєм.

Технічні характеристики редуктора лебідки:

Потужність, що передається:

- максимальна 1кВт та номінальна 0,5 кВт;
- передаточне відношення 20,03;

Частота обертання вхідного валу:

- максимальна – 1800 хв⁻¹;
- номінальна - 1100 хв⁻¹

Крутний момент вхідного валу:

- робочий – 23 Н·м;
- холостого ходу - менше 5 Н·м.

Частота обертання вихідного валу:

- максимальна - 91,6 хв⁻¹
- номінальна - 55 хв⁻¹

Крутний момент вихідного валу:

- максимальний - 1000 Н·м;
- номінальний - 510 Н·м.

Редуктор призначений для робіт із верстатним обладнанням зовні та в середині цеху, котрий не містить в собі агресивних речовин. Дозволяється попадання на корпус змащувальної охолоджуючої рідини та мастила. Працює при рекомендованій температурі 10-40°C та відносній вологості до 75 %. Рівень шуму не більше 35 дБ. Допустиме нагрівання корпусу до 50°C. Редуктор лебідки слугує

									Лист
									8
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата					

ТМ 2009008-00 ПЗ

для безвідмовної та безперервної роботи при номінальних і максимальних навантаженнях зі зниженням обертового моменту (рисунок 1.1).

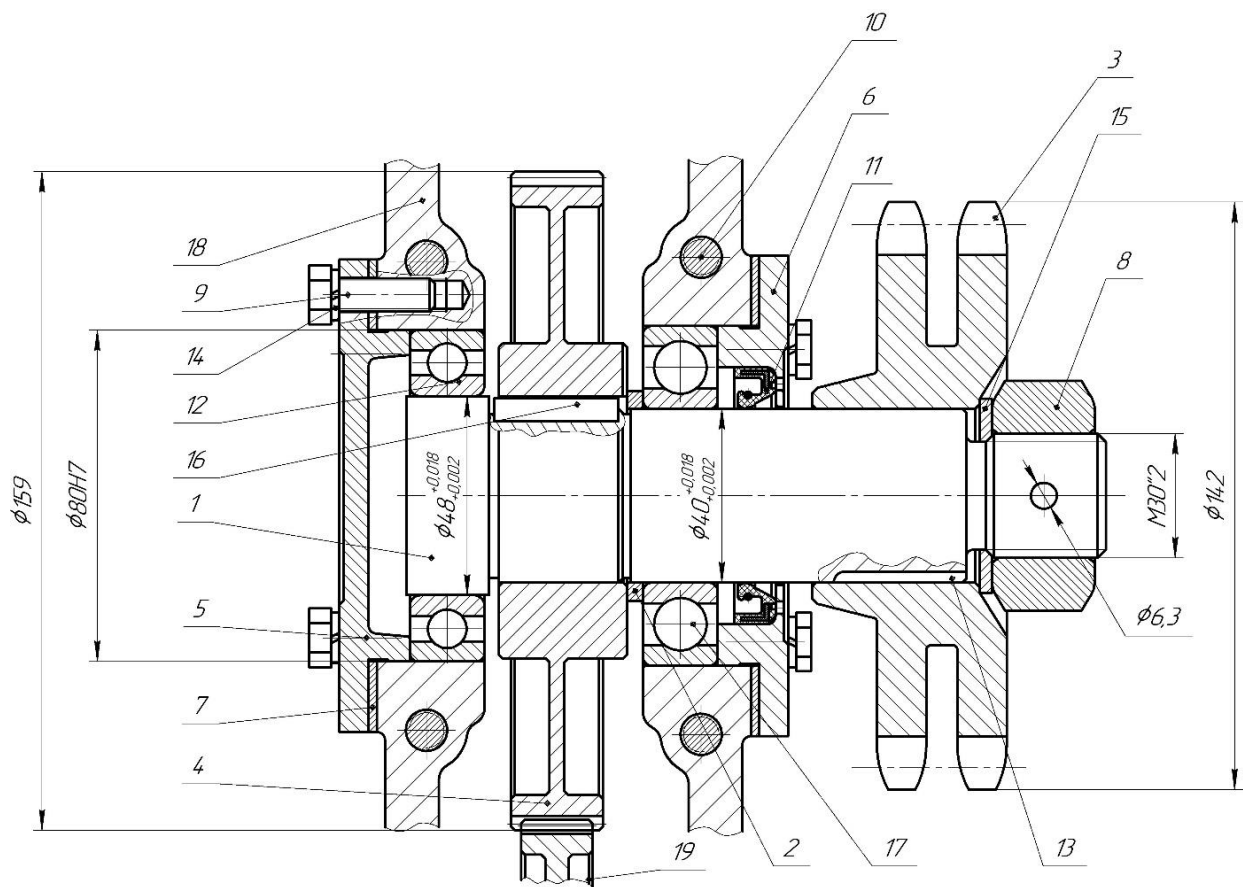


Рисунок 1.1 – Ескіз вузла

Вал-шліцьовий 1, установлений в двох підшипниках 12 і 17, всередині корпусу редуктора 18, закритого кришкою 5 та 6. В кришці 6 розташоване ущільнювальне кільце 11, що прилягає до поверхні валу. Також на вал-шліцьовому встановлена двох-рядна зірка 3 яка встановлюється на шліцьову поверхню 13 та закріплюється гайкою 8. Шестерня 4 яка встановлюється на шпонку 16 та орієнтується в осьовому напрямку за допомогою втулки 2 та знаходиться в зчепленні з колесом 19.

Вал шліцьовий 1 в редукторі здійснює передачу та розподіл крутного моменту. Передача крутного моменту здійснюється за допомогою ланцюгової

										Лист
										9
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата						

ТМ 2009008-00 ПЗ

передачі на двох-рядну зірку через шліцьову поверхню 13, і розподіляється на дві зубчасті передачі (на колеса 4 та 19).

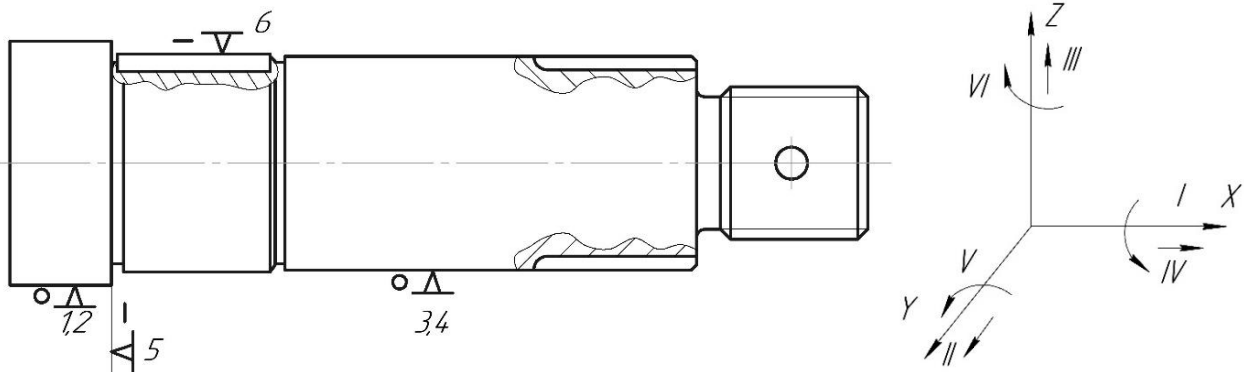


Рисунок 1.2 – Схема базування деталі в вузлі

Таблиця 1.2 – Таблиця відповідності

Зв'язки	Ступені свободи	Назви баз
1,2,3,4	III,VI,V,II	Подвійно напрямна база
5	I	Опорна база
6	IV	Опорна база

Таблиця 1.3 – Матриця зв'язків

	X	Y	Z	
L	0	1	1	Подвійна напрямна база
A	0	1	1	
L	1	0	0	Опорна база
A	0	0	0	
L	0	0	0	Опорна база
A	1	0	0	

2 АНАЛІЗ ТЕХНІЧНИХ ВИМОГ НА ВИГОТОВЛЕННЯ ДЕТАЛІ

Деталь вал шліцьовий 1238.12.67.49 призначається для передання крутного моменту, має шліцьову поверхню, різьбову поверхню, шпонковий паз та наскрізний отвір.

На основі аналізу креслення деталі можна зазначити, що наявних проєкцій і перетинів достатньо, вони правильно розміщені згідно існуючих стандартів, на поверхнях вказані їх вихідні дані: розміри, їх шорсткість та точність, проставлені необхідні технічні вимоги на виготовлення деталі.

Матеріал деталі сталь 45 ГОСТ1050-88 – конструкційна вуглецева сталь, яка застосовується для деталей середніх розмірів з твердою зносостійкою поверхнею при досить міцній і в'язкій серцевині, що працює при великих швидкостях і середніх тисках, найбільш поширена в будівництві редукторів.

Механічні властивості та хімічний склад сталі 45 ГОСТ1050-88 наведені в таблицях 2.1 – 2.2 ([1], табл. 1.2.5, с.54; табл.1.2.6, с.54).

Таблиця 2.1 – Хімічний склад сталі 45 ГОСТ1050-88

Кремній (Si)	Марганець (Mn)	Мідь (Cu)	Нікель (Ni)	Фосфор (P)	Хром (Cr)	Сірка (S)
		не більше				
0,17-0,47	0,51-0,80	0,25	0,26	0,035	0,25	0,04

Таблиця 2.2 – Механічні властивості сталі 45 ГОСТ1050-88

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

Виконуємо характеристику поверхонь. Основні базові поверхні деталі зображені на рисунку (рис. 2.1):

									Лист
									11
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата	ТМ 2009008-00 ПЗ				

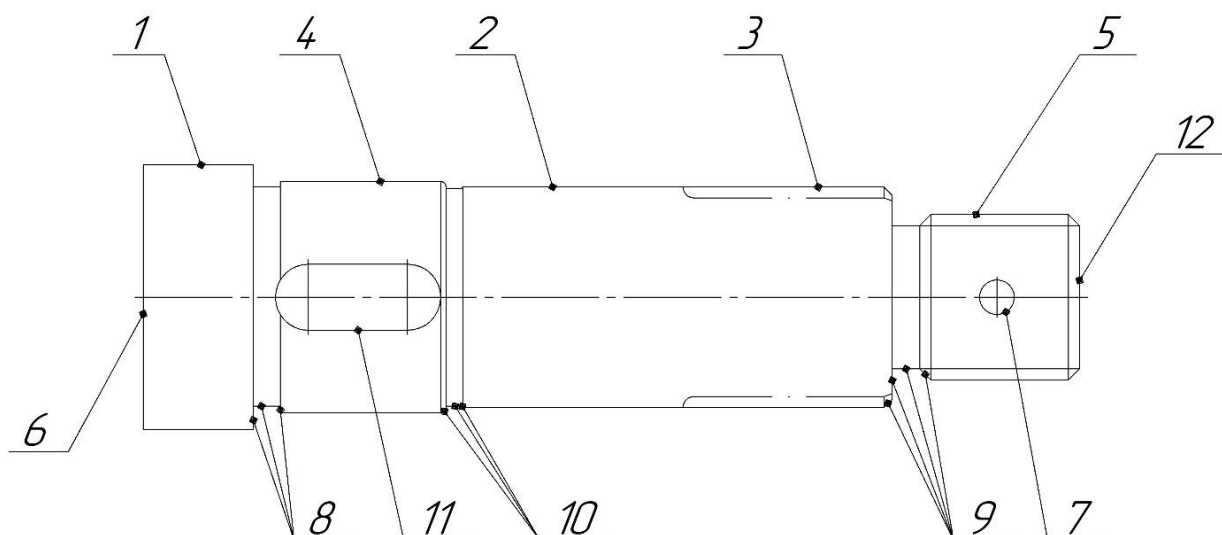


Рисунок 2.1 – Ескіз деталі

Поверхні деталі можна класифікувати за чотирма видами:

Виконавчі - поверхні, за допомоги котрих деталь виконує безпосередньо службове призначення - це поверхня 3, та поверхня 5.

Основні конструкторські бази - поверхні, за сприяння яких визначається положення деталі у вузлі - поверхні 1, 2 та 4.

Допоміжні конструкторські бази - поверхні, які визначають положення приєднуючих деталей щодо цієї деталі. Ними є поверхні 7, 11.

Поверхні 6, 8, 10, 9, 12 - вільні поверхні, не стикаються з поверхнями інших деталей виробу, але визначають габарити, жорсткість, масу та інші параметри деталі.

Таблиця 2.3 – Класифікація поверхонь

Вид поверхні	Номери поверхонь
Виконавчі	3, 5
ОКБ	1, 2, 4
ДКБ	7, 11
Вільні	6, 8, 9, 10, 12

Значення шорсткості поверхонь деталі свідчить про високі вимоги до оброблюваних поверхонь.

Термічна обробка - поліпшення, а саме - загартування і високе відпускання до твердість 40-45 HRC.

В результаті оцінки деталі на технологічність необхідно відзначити, що сталь 45 має гарну оброблюваність лезовим різальним інструментом. Не дивлячись на те, що заміниками сталі 45 є сталь 50, 50Г2, 40Х, їх застосування вважаю більш не доцільним внаслідок того, що заданий на кресленні матеріал після термічної обробки забезпечує необхідні механічні і фізичні властивості.

Технічних вимоги котрі пред'являються до деталі вал-шліцьовий:

1) Твердість HB 150...260. Так як деталь працює під дією динамічних навантажень, сприймає вібрації та ривки агрегата, тому механічні властивості матеріалу повинні задовольняти вимоги функціонального використання;

2) Незазначені граничні відхилення розмірів H14, h14, ± IT14 / 2. Поверхні, на яких не присутні вимоги точності обробки, не є відповідальними і служать для конфігурації деталі (технологічні поверхні). Дана вимога дозволяє проставляти розміри на кресленні без надмірного загромадження.

3) Невказані допуски форми та розташування по ГОСТ 25069-81. На кресленні вказані допуски для найбільш точних поверхонь (зокрема, допуск на поверхні Ø40 та Ø42 мм), тому решта поверхонь, котрі не мають даних позначень, беруться як для звичайного машинобудування згідно з ГОСТ 25069-81, що в свою чергу значно спрощує креслення (не вказуються на ньому допуски для всіх поверхонь).

										Лист
										13
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата	ТМ 2009008-00 ПЗ					

3 ВИЗНАЧЕННЯ ТИПУ ТА ФОРМИ ОРГАНІЗАЦІЇ ВИРОБНИЦТВА

Тип виробництва по ГОСТ 3.1108-74 можна охарактеризувати за коефіцієнтом закріплення операцій – K_{30} . Тип виробництва розраховуємо за методикою ([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	$n_{зф}$	O
005	Фрезерно-центрувальна	5,13	0,12	1	0,12	7
010	Токарно-копіювальна	6,41	0,15	1	0,15	6
015	Різьбонарізна	2,72	0,06	1	0,06	13
020	Вертикально-фрезерна з ЧПК	8.3	0,19	1	0,19	5
025	Шліце-фрезерна	4.1	0,09	1	0,09	9
030	Радіально-свердлильна	1.9	0,04	1	0,04	18
035	Шліце-шліфувальна	2.45	0,05	1	0,05	14
040	Кругло-шліфувальна	2.19	0,05	1	0,05	16
Разом		33.2	-	8	-	88

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

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

де N – річна програма випуску, шт; $N = 4500$ шт.;

$T_{шт}$ – норма штучного часу, хв.;

F_d – дієний річний фонд часу при роботі обладнання, год; при 2-х змінному

										Лист
										14
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата	ТМ 2009008-00 ПЗ					

режимі роботи підприємства $F_d = 3900$ год.;

n_3 – розрахунковий нормативний коефіцієнт при завантаженні обладнання;

$$m_{p005} = \frac{4000 \cdot 5,13}{60 \cdot 3900 \cdot 0,8} = 0,12.$$

Приймаємо $P = 1$ верстат.

Визначаємо фактичний коефіцієнт рівня завантаження обладнання:

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

$$n_{зф} = \frac{0,12}{1} = 0,12.$$

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

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

$$O = \frac{0,80}{0,12} = 6,66 \approx 7 \text{ шт.}$$

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

Тоді, коефіцієнт закріплення операції становить:

$$K_{30} = \frac{88}{8} = 11.$$

Тип виробництва середньосерійний, так як $10 < K_{30} = 11 < 20$.

Всі подальші розрахунки проводимо для умов середньосерійного типу виробництва.

Визначаємо форму організації виробництва. Розраховуємо добовий випуск:

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

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

$$N_{доб} = \frac{4000}{254} = 18 \text{ шт/день}$$

									Лист
									15
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата	ТМ 2009008-00 ПЗ				

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, $n=8$;

$$T_{\text{ср.}} = \frac{33,2}{8} = 4,15 \text{ хв}$$

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

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

$$Q_{\text{доб.}} = \frac{921}{4,15} \cdot 0,6 = 133 \text{ шт}$$

При виконанні порівняння: $N_{\text{доб}} = 18 < Q_{\text{доб.}} = 133$ бачимо, що добовий випуск на багато менший добової потужності даної потокової лінії виробництва при її завантаженні приблизно на 60%. Слідє, що використання одно номенклатурної лінії потоку нерациональне, тому необхідно прийняти групову форму організації праці.

Проводимо коротку характеристику обраного типу виробництва.

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

									Лист
									16
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата					

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;

$$n = \frac{4000 \cdot 6}{253} = 107 \text{ шт.}$$

					ТМ 2009008-00 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		17

4 АНАЛІЗ ТЕХНОЛОГІЧНОСТІ КОНСТРУКЦІЇ ДЕТАЛІ

Матеріалом для виготовлення деталі вал шліцьовий 1238.12.67.49 є сталь 45, яка є відносно недорогим матеріалом, але при цьому володіє гарними фізико-хімічними властивостями, має достатню міцність, гарно піддається процесу різання та термообробки.

Габаритні розміри деталі: найбільший зовнішній діаметр - 48 мм, довжина - 170 мм.

Креслення деталі має достатню кількість перерізів та видів, що дають повне уявлення про конструктивні особливості даної деталі. Беручи до уваги конструкцію даної деталі, службове призначення та технічні вимоги, узагальнюємо, що дана деталь повинна працювати в умовах ненадмірних навантажень, та не піддаватися дії агресивних середовищ.

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 Ø40мм, 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
										18
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата	ТМ 2009008-00 ПЗ					

інструменту до оброблюваних поверхонь, ступінчасті поверхні деталі розташовані по зростанню, деталь в основному складається з ділянок, які легко доступні для обробки різанням, фрезеруванням, свердлінням. 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.

В цілому деталь вал шліцьовий 1238.12.67.49 є технологічною, хоча при цьому має декілька окремих не технологічних конструктивних елементів, що пов'язані з функціональним призначенням та умовами її експлуатації.

					ТМ 2009008-00 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		19

5 ВИБІР СПОСОБУ ОТРИМАННЯ ЗАГОТОВКИ ТА РОЗРОБЛЕННЯ ТЕХНІЧНИХ ВИМОГ ДО НЕЇ

При виборі методу отримання заготовок враховуємо такі фактори як: конструкція та призначення деталі, матеріал, серійність випуску, технічні вимоги та ключову економічну доцільність виготовлення. Найбільш оптимальним є метод отримання заготовки, який повинен забезпечувати технологічність виготовлення при мінімальній економічності її собівартості.

Беручи до уваги геометричні параметри валу-шліцьового, умови виробництва та матеріал, заготовку можна отримати на горизонтально-кувальних машинах.

За ГОСТ 7505-89 основними ознаками поковок є: точність виготовлення; група сталі та конфігурація поверхні роз'єму штампу з урахуванням ступеню складності ([4] ст.17).

За основним деформуючим обладнанням (на ГKM), за ГОСТ 7505-89, призначаємо клас точності даної заготовки – Т4.

Група сталі поковок визначається за вмістом легуючих елементів та вуглецю . Для сталі 45 група сталі – М2.

Визначаємо ступінь складності за формулою:

$$C = \frac{M_{\phi}}{M_3}, \quad (5.1)$$

де M_{ϕ} – маса фігури, кг;

M_3 – маса заготовки, кг.

Орієнтовану масу поковки визначаємо за формулою:

$$M_3 = K_p \cdot m_d, \text{ кг} \quad (5.2)$$

де K_p – розрахунковий коефіцієнт для визначення орієнтовної маси поковки

(див. табл. 2[4]), $K_p = 1,5$;

					ТМ 2009008-00 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		20

M_d – маса деталі, кг., приймаємо за кресленням: $M_g = 1.6$ кг.

$$M_3 = 1,5 \cdot 1.6 = 2,4 \text{ кг}$$

Масу фігури, визначаємо формулою:

$$M_\phi = V_\phi \cdot \gamma, \text{ кг} \quad (5.3)$$

де V_ϕ – об'єм фігури, в яку можна вписати задану деталь, мм^3 ;

γ – густина сталі; $\gamma = 7,85 \cdot 10^{-6}$ $\text{кг} \cdot \text{мм}^3$.

$$V_\phi = \frac{\pi \cdot D_\phi^2}{4} \cdot l_\phi \cdot \rho, \text{ мм}^3 \quad (5.4)$$

$$V_\phi = \frac{3,14 \cdot 48^2}{4} \cdot 170 = 307468,8 \text{ мм}^3$$

$$M_\phi = 307468,8 \cdot 7,85 \cdot 10^{-6} = 2,41 \text{ кг}$$

$$C = \frac{2,41}{2,4} = 1$$

Так як C більше 0,63, то ступінь складності приймаємо $C1$.

При масі поковки 2,4 кг, групі сталі $M2$, ступені складності $C1$ та класу точності поковки $T4$, вихідний індекс – 11, який потрібен для подальшого визначення припусків та допусків поковки (с.148, табл.12[4]). Вибираємо припуски заготовки-поковки (с.71, табл. 37 [4]).

Розраховуємо розміри поковки.

Визначаємо основні припуски на механічну обробку (табл. 3 ст. 58 [4]):

1,6 – Ø 48 мм та шорсткість поверхні Ra – 6,3;

1,8 – Ø 42 мм та шорсткість поверхні Ra – 0,8;

1,5 – Ø 30 мм та шорсткість поверхні Ra – 6,3;

1,8 – довжина 170 мм та шорсткість поверхні Ra – 3,2;

1,5 – довжина 35 мм та шорсткість поверхні Ra – 3,2;

									Лист
									21
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата	ТМ 2009008-00 ПЗ				

1,5 – довжина 34 мм та шорсткість поверхні Ra – 2,5;

1,5 – довжина 20 мм та шорсткість поверхні Ra – 2,5;

Розраховуємо допоміжні припуски:

Зміщення по поверхності рознімання штамп (табл. 14 ст. 65[4]): $\pm 1,8$ мм;

Вигнутість, відхилення від поверхності та прямолінійності: 0,2 – $\varnothing 48$ мм та 0,3 – $\varnothing 42$ мм.

Розміри поковки:

$\varnothing 48 + (1,6 + 0,3 + 0,3) \cdot 2 = 52,4$ мм; Приймаємо 52,0 мм;

$\varnothing 42 + (1,8 + 0,3 + 0,3) \cdot 2 = 46,8$ мм; Приймаємо 47,0 мм;

$\varnothing 30 + (1,5 + 0,3 + 0,3) \cdot 2 = 34,2$ мм; Приймаємо – 34,0 мм;

Довжина $170 + (1,8 + 0,4) = 172,2$ мм; Приймаємо – 172,0 мм;

Довжина $29 + (1,5 + 0,3) = 30,8$ мм; Приймаємо – 31,0 мм;

Довжина $20 + (1,5 + 0,3) = 21,8$ мм; Приймаємо – 22,0 мм;

Радіус заокруглень зовнішніх кутів поковки (див. табл. 7[4]): 2,0 мм.

Допустимі відхилення розмірів (див. табл. 8[4]):

Діаметри:

$\varnothing 52_{-0,7}^{+1,3}$ мм;

$\varnothing 47_{-0,7}^{+1,3}$ мм;

$\varnothing 34_{-0,5}^{+1,1}$ мм;

Довжини:

$172_{-0,9}^{+1,6}$ мм;

$31_{-0,5}^{+1,1}$ мм;

$22_{-0,5}^{+1,1}$ мм;

Виконуємо ескіз поковки по визначеним розмірам.

					ТМ 2009008-00 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		22

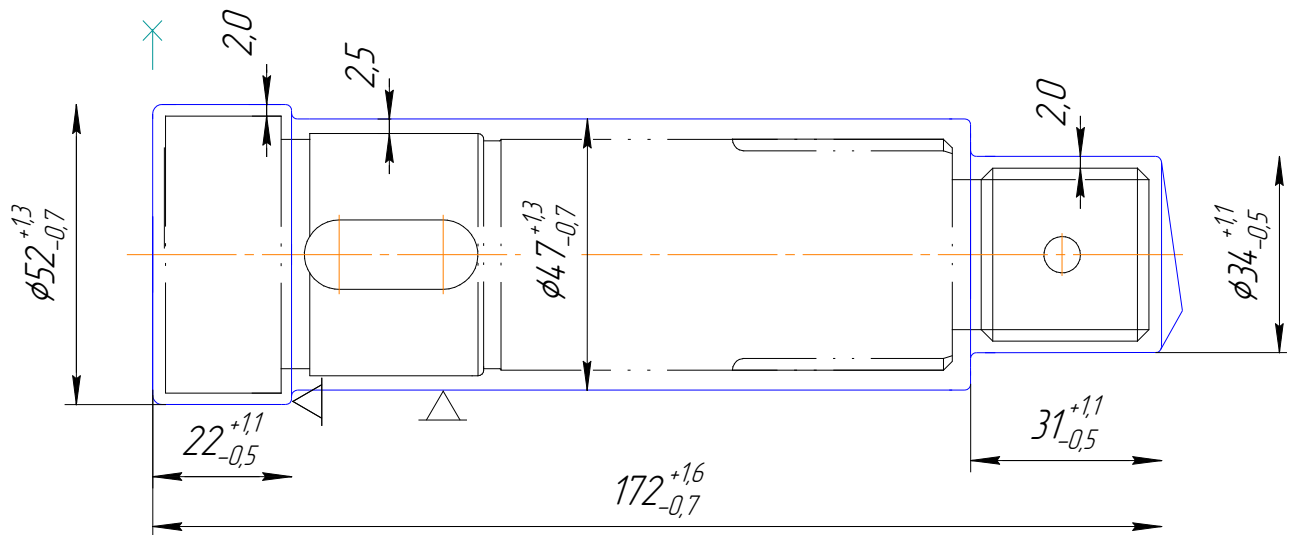


Рисунок 5.1 – Ескіз поковки

Розраховуємо масу розрахованої заготовки за формулою:

$$M_3 = V_3 \cdot \rho, \text{ кг} \quad (5.5)$$

де ρ – питома вага матеріалу, для сталі $\rho = 7,85 \cdot 10^{-6} \text{ кг/мм}^3$;

V_3 – об'єм заготовки, мм^3

$$V_3 = \frac{\pi d^2}{4} \cdot l, \text{ мм}^3 \quad (5.6)$$

де d – діаметри на які встановлюються допуски, l – довжини даних діаметрів.

$$V_{31} = \frac{3.14 \cdot 52^2}{4} \cdot 22 = 46698,08 \text{ мм}^3$$

$$V_{32} = \frac{3.14 \cdot 47^2}{4} \cdot 119 = 206353,7 \text{ мм}^3$$

$$V_{33} = \frac{3.14 \cdot 34^2}{4} \cdot 31 = 28131,26 \text{ мм}^3$$

$$V_3 = V_{31} + V_{32} + V_{33} = 281183,1 \text{ мм}^3$$

$$M_3 = 281183,1 \cdot 7,85 \cdot 10^{-6} = 2,20 \text{ кг}$$

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

Визначаємо собівартість відливки за формулою:

$$S_{\text{заг}} = (S_{\text{м}} \cdot M_{\text{з}} \cdot K_{\text{т}} \cdot K_{\text{с}} \cdot K_{\text{в}} \cdot K_{\text{м}} \cdot K_{\text{п}}) - (M_{\text{з}} - M_{\text{д}}) \cdot S_{\text{відх}}, \text{ грн.}, \quad (5.7)$$

де $S_{\text{м}}$ – базова вартість 1 кг заготовки, $S_{\text{м}} = 23,8$ грн./кг;

$S_{\text{відх}}$ – вартість 1 тони відходів, $S_{\text{відх}} = 5,5$ грн./кг;

$K_{\text{т}}$ – коефіцієнт, який залежить від точності; $K_{\text{т}} = 1,05$; ([6], с.37);

$K_{\text{с}}$ – коефіцієнт, який залежить від складності $K_{\text{с}} = 0,90$; ([6], с.38,табл.2.12);

$K_{\text{в}}$ – коефіцієнт, що залежить від маси заготовки $K_{\text{в}} = 0,90$; ([6], с.38,табл.2.12);

$K_{\text{м}}$ – коефіцієнт, який залежить від матеріалу заготовки, $K_{\text{м}} = 1,0$; ([6], с.37);

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

$$\begin{aligned} S_{\text{заг}} &= (23,8 \cdot 2,20 \cdot 1,05 \cdot 0,90 \cdot 0,90 \cdot 1,0 \cdot 0,95) - (2,20 - 1,6) \cdot 5,5 = \\ &= 41,75 \text{ грн.} \end{aligned}$$

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 48 мм, діаметр прокату сягатиме рівним $D_{\text{з}} = 52$ мм.

Визначаємо коефіцієнт використання матеріалу:

$$K_{\text{вм}} = \frac{M_{\text{д}}}{M_{\text{з}}}, \quad (5.8)$$

де $M_{\text{д}}$ – маса деталі, кг;

$M_{\text{з}}$ – маса заготовки, кг;

Визначаємо масу заготовки за формулою:

$$M_{\text{з}} = V_{\text{заг}} \cdot \gamma, \text{ кг} \quad (5.9)$$

де $V_{\text{заг}}$ – загальний об'єм, мм³;

γ – густина сталі; $\gamma = 7,8 \cdot 10^{-6}$ кг·мм³;

									Лист
									24
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата					

$$V_{\text{заг}} = \frac{\pi d^2}{4} \cdot l, \text{ мм}^3 \quad (5.10)$$

де d – діаметр прокату, мм;

l – довжина заготовки, мм;

$$V_{\text{заг}} = \frac{3,14 \cdot 52^2}{4} \cdot 175 = 407547 \text{ мм}^3$$

$$M_3 = 407547 \cdot 7,8 \cdot 10^{-6} = 3,18 \text{ кг.}$$

Тоді коефіцієнт використання матеріалу:

$$K_{\text{вм}} = \frac{1,6}{3,18} = 0,50.$$

Визначаємо собівартість заготовки з прокату за формулою:

$$S_{\text{заг}} = M + \sum C_{\text{зо}}, \text{ грн.}, \quad (5.11)$$

де M – витрати на матеріал заготовки, грн.;

$$M = QS - (Q - q) \frac{S_{\text{відх}}}{1000}, \text{ грн.}, \quad (5.12)$$

$\sum C_{\text{зо}}$ – технологічна собівартість при правці, калібруванню прутка, відрізки на штучні заготовки, визначається за формулою:

$$C_{\text{зо}} = \frac{C_{\text{пз}} \cdot T_{\text{шт(шт-к)}}}{60 \cdot 100}, \text{ грн.}, \quad (5.13)$$

де $C_{\text{пз}}$ – витрати на робочому місці, коп./год. $C_{\text{пз}} = 121$ коп/год. ([5] с.30;

$T_{\text{шт(шт-к)}}$ – штучний або штучно-калькуляційний час виконання заготовельної операції.

$$C_{\text{зо}} = \frac{121 \cdot 0,87}{60 \cdot 100} = 0,018 \text{ грн.},$$

$$M = 3,18 \cdot 6,0 - (3,18 - 1,6) \cdot \frac{600}{1000} = 18,1 \text{ грн.},$$

										Лист
										25
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата	ТМ 2009008-00 ПЗ					

$$S_{\text{заг}} = 18,1 + 0,018 = 18,12 \text{ грн.}$$

З розрахунків можна дійти висновку, що в даному випадку поковка виявилася дорожче ніж прокат, але по коефіцієнту використання матеріалу – рентабельнішою, це забезпечить економію матеріалу. Враховуючи, те що горизонтально-кувальні машини дають більшу продуктивність, тому для отримання заготовки для валу шліцьового 469.72.67.49 доцільніше застосовувати заготовку – поковку.

					ТМ 2009008-00 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		26

6 АНАЛІЗ ІСНУЮЧОГО ЧИ ТИПОВОГО ТЕХНОЛОГІЧНОГО ПРОЦЕСУ ВИГОТОВЛЕННЯ ДЕТАЛІ

Розглянемо базовий технологічний процес, який наведений для виготовлення деталі вал шліцьовий 1238.12.67.49

В базовому технологічному процесі заготовка - поковка, що є технологічно, так як форма деталі досить складна, тому залишаємо отримання заготовки за допомогою штампування на ГKM. Детально розглянемо технологічний процес виготовлення валу шліцьового, представлений в таблиці 6.1.

Таблиця 6.1 – Базовий технологічний процес

№ оп.	Найменування операції	Короткий зміст операції	Базування	Обладнання
1	2	3	4	5
005	Заготовельна	Отримання заготовки на ГKM	–	Кування на молотах
010	Термічна	Відпал для зняття внутрішніх напружень	–	Піч
015	Фрезерно-центрувальна	Фрезерувати, центрувати торці одночасно, витримати розмір 170 мм	Поверхня заготовки Ø52; Ø47 та Ø34 мм	Фрезерно-центрувальний верстат МР-71М
020	Токарна з ЧПК	Установ А. Точити поверхні, витримати розмір Ø42,4 мм; Ø40,4мм; Ø30 мм; Ø41,5 мм; Ø39,5 мм; Ø26 мм; 34 мм; 115 мм; 3 мм; 5 мм; 2×45°; 1,5×45°. Установ Б. Точити поверхні, витримати розмір Ø48 мм; 20 мм.	Центрові отвори. Патрон паводковий	Токарний-верстат з ЧПК СК 6150
025	Різьбонарізна	Нарізати різьбу, витримати розмір М30 ^h 2.	Центрові отвори. Патрон паводковий	Різьбонарізний верстат моделі ВМС-2А
030	Вертикально-фрезерна з ЧПК	Фрезерувати шпонковий паз, згідно КП, витримати розмір Ø 42 мм; Ø12 мм; 30 мм; 21,5 мм; 5 мм.	Поверхня Ø42,4 мм. Лівий торець.	Вертикально-фрезерний верстат з ЧПК 6Т13Ф3-1

Продовження таблиці 6.1

1	2	3	4	5
035	Технічний контроль	Контролювати розміри	–	Стіл ВТК
040	Шліце-фрезерна	Фрезерувати шліцьову поверхню, витримати розмір Ø40 мм; 36 мм.	Центрові отвори. Патрон паводковий.	Шліце-фрезерний верстат 5350
045	Радіально-свердлильна	Свердлити отвір, витримати розмір Ø 6,3 мм; 15 мм.	Правий торець, поверхня Ø40,4 мм.	Радіально-свердлильний верстат моделі 2532Л
050	Слюсарна	Притупити гострі кромки	–	Верстак слюсарний
055	Шліце-шліфувальна	Шліфувати поверхню, витримати розмір Ø 40 мм; 36мм.	Центрові отвори. Патрон паводковий.	Шліце-шліфувальний верстат моделі 3451
060	Кругло-шліфувальна	Шліфувати поверхню, витримати розмір Ø 42 мм; Ø 40 мм; 32 мм; 40 мм.	Центрові отвори. Патрон паводковий.	Кругло-шліфувальний верстат 3М151
065	Термічна	Поліпшення	–	Піч СВЧ
070	Мийна	Очищення поверхонь деталі	–	Машина мийна ОСМ-1
075	Технічний контрольна	Контролювати розміри	–	Стіл ВТК

Як бачимо, у заводському технологічному процесі застосовується застаріле малопродуктивне обладнання, при подальшій роботі буде проведений аналіз можливостей заміни його на більш сучасні верстати

6.1 Розрахунок припусків на механічну обробку

Розраховуємо розміри для подальшої обробки зовнішньої циліндричної поверхні Ø40к6 та виконаємо розрахунок припусків.

Проведемо розрахунок на ЕОМ та розмістимо його в додатках.

Розраховуємо припуск зовнішньої циліндричної поверхні за формулою:

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

де $R_{Z_{i-1}}$ – величина мікронерівностей поверхні утвореної внаслідок попередньої операції (переході), мкм;

T_{i-1} – розмір глибини дефектного шару поверхні заготовки отриманої з попередньої операції (переході), мкм;

ρ_{i-1}^2 – величина поверхні просторового відхилення форми утвореної на попередній операції (переході), мкм;

ε_i^2 – похибка даної операції (переході), мкм.

Перераховані показники є табличними величинами окрім ρ_{i-1} , котра розраховується за формулою:

$$\rho_{зм} = \sqrt{\rho_{зс}^2 + \rho_{кор}^2 + \rho_{ц}^2}, \text{ мкм} \quad (6.2)$$

де $\rho_{зм}$ – просторове відхилення зміщення заготовки, мкм;

$\rho_{зс}^2$ – похибка зсуву заготовки, $\rho_{зс}^2 = 600$ мкм;

$\rho_{кор}^2$ – величина похибки короблення, мкм;

$\rho_{ц}^2$ – похибка центрування заготовки, мкм.

Величину похибки короблення визначаємо за формулою:

$$\rho_{к} = \Delta_{к} \cdot l, \text{ мкм} \quad (6.3)$$

де $\Delta_{к}$ – питома кривизна деталі, приймаємо $\Delta_{к} = 2$ мки/мм;

l – 1/2 довжини деталі яка обробляється.

$$\rho_{к} = 2 \cdot 20 = 40 \text{ мкм.}$$

									Лист
									29
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата					

Похибка центрування заготовки визначається за формулою:

$$\rho_{ц} = 0,25^2 \sqrt{\delta_3^2 + 1}, \text{ мкм} \quad (6.4)$$

де δ_3^2 – допуск на поверхні, які використовуємо в якості базових.

При довжині обробки 42 мм, та діаметрі Ø40 мм типорозмір деталі відповідно буде складати поле допуску 1500 мкм.

$$\rho_{ц} = 0,25^2 \sqrt{1500^2 + 1} = 100 \text{ мкм.}$$

$$\rho_{зм} = \sqrt{0,6^2 + 0,1^2 + 0,04^2} = 0,61 \text{ мм} = 610 \text{ мкм.}$$

Знаходимо залишкові відхилення за формулою:

$$\rho_{ост} = k_y \cdot \rho_{заг}, \text{ мкм,}$$

де k_y – коефіцієнт уточнення форми; для чорнової обробки $k_y = 0,06$; для чистової обробки $k_y = 0,05$; для шліфування $k_y = 0,04$.

$$\rho_{п/ч} = 610 \cdot 0,06 = 36,6 \text{ мкм.}$$

$$\rho_{чис} = 610 \cdot 0,05 = 30,5 \text{ мкм.}$$

$$\rho_{шліф} = 610 \cdot 0,04 = 24,4 \text{ мкм.}$$

$$\rho_{шліф.чис} = 610 \cdot 0,02 = 12,2 \text{ мкм.}$$

В таблиці 6.2 наведені дані для визначення припусків за допомогою ЕОМ.

Таблиця 6.2 – Вихідні дані для розрахунку на ЕОМ

Найменування переходу	Елементи припуску, мкм		
	R _z	T	ρ
Заготовка	150	250	–
Точіння чорнове	50	50	36,6
Точіння чистове	30	30	30,5
Шліфування чорнове	10	20	24,4
Шліфування чистове	5	15	12,2

Отримуємо розрахунок

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	
-	-	46.869	46.91	45.51	+1.400	44.71	46.91	-	-	-
3536	5736	41.132	41.133	41.008	-0.800	40.883	41.133	3577	5777	6027
492	742	40.38	40.39	40.34	+0.125	40.29	40.39	493	743	843
161	261	40.118	40.119	40.1	-0.050	40.081	40.119	171	271	309
62	100	40.018	40.018	40	+0.019	40.002	40.018	63	101	117
					-0.019					
					+0.018					
					+0.002					

<Enter> – продолжение работы <Esc> – возврат

Рисунок 6.1 – Результати проведених розрахунків

Будуємо схему розміщення припусків

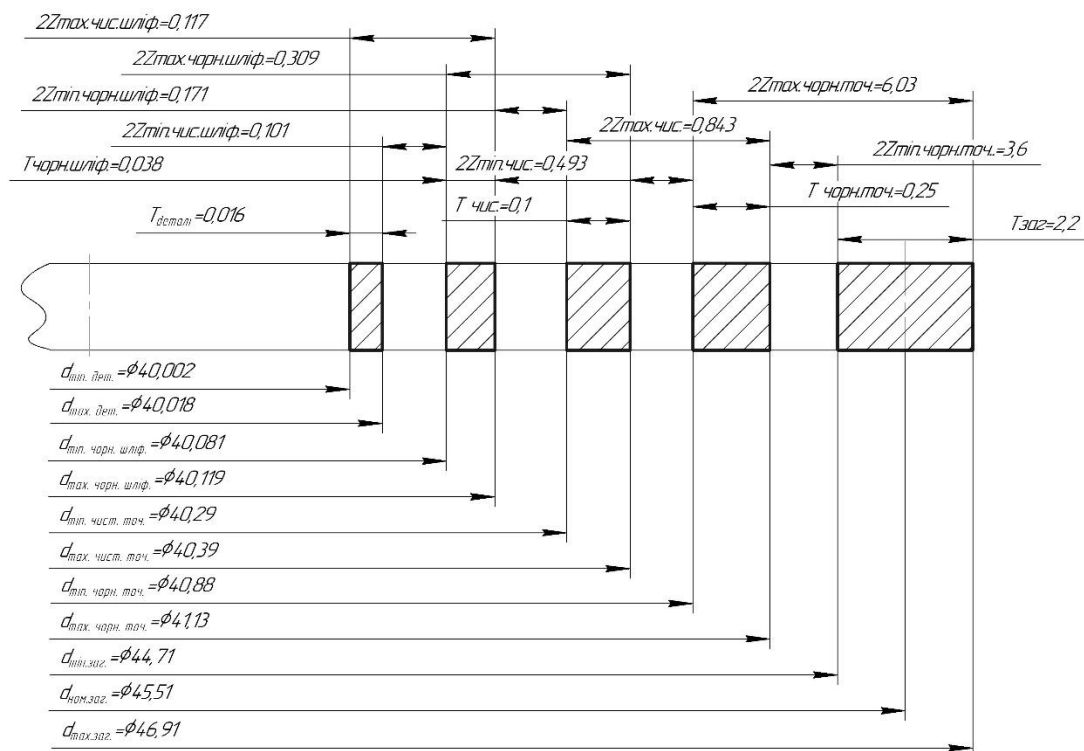


Рисунок 6.2 – Схема розміщення припусків на обробку діаметрального розміру $\phi 40k6$ мм

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

6.2 Аналіз та обґрунтування схем базування і закріплення заготовки

Розглянемо операцію 030 Вертикально-фрезерну з ЧПК.

На даній операції на вертикально-фрезерному верстаті з ЧПК MIKRON VCE 800 проводиться фрезерування шпонкового пазу.

Вибір методу установки та закріплення заготовки на верстаті визначається конфігурацією заготовки, серійністю виготовлення і прийнятими методами обробки. Методи установки та закріплення заготовки на столі верстата суттєво впливають на точність, якість поверхонь, що оброблюються та на загальну тривалість обробки.

На даній операції заготовку можна встановити у призмах (рис. 6.3).

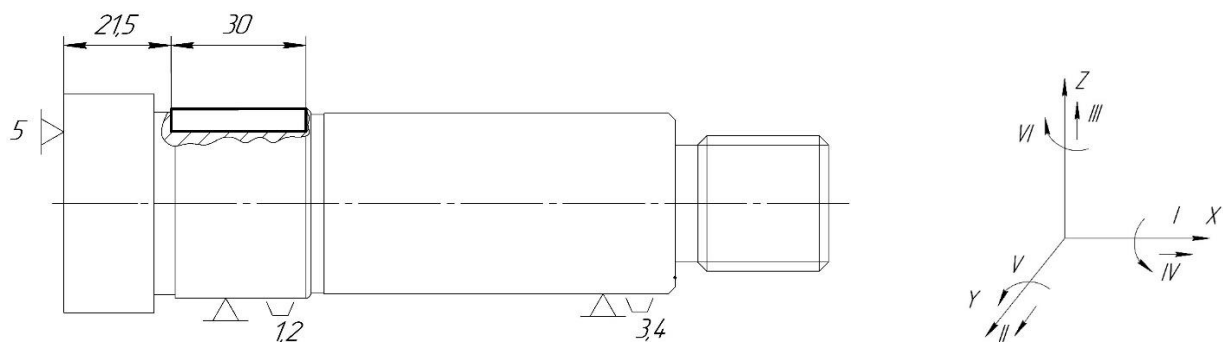


Рисунок 6.3 – Схема базування та закріплення заготовки на операцію 030 Вертикально-фрезерну з ЧПК

При базуванні 1 способом, похибка базування не визначається так як вимірювальна база співпадає з технологічною базою, тому похибка базування відсутня.

Таблиця 6.4 – Таблиця відповідностей

Зв'язки	Ступені вільності	Найменування баз
1,2,3,4	I, III, IV, VI	УБ
5	II,	ПОБ
6	0	Вакансія

Таблиця 6.5 – Матриця зв'язків

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

Другий спосіб – заготовка встановлена у призмах з упором у правий торець (схема базування представлена на рис. 6.4). При базуванні за цією схемою вимірювальна та технологічна бази не співпадають, тому виникає похибка базування.

При даній схемі закріплення похибка базування буде дорівнювати допуску на розмір $170 \pm 0,14$ мм. $E_b = Td_{170} = 1,0$ мм = 1000 мкм.

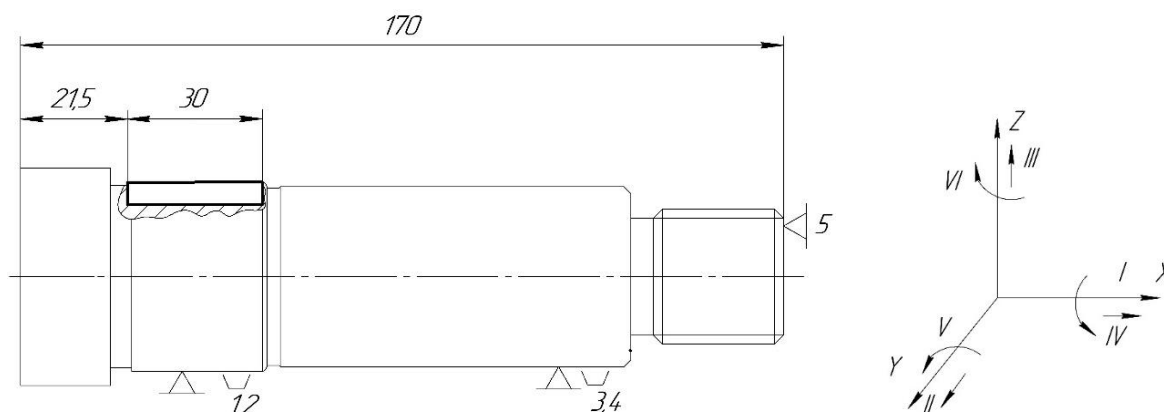


Рисунок 6.4 – Схема базування та закріплення заготовки на операцію 030 Вертикально-фрезерну з ЧПК

Таблиця 6.6 – Таблиця відповідностей

Зв'язки	Ступені вільності	Найменування баз
1,2,3,4	I, III, IV, VI	УБ
5	II,	ПОБ
6	0	Вакансія

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

Таблиця 6.7 – Матриця зв'язків

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

Так як при першій схемі базування внаслідок співпадання технологічної та вимірювальної бази похибка базування відсутня, тому вибираємо цей спосіб закріплення.

Отже, дану схему базування можна застосовувати для закріплення заготовки. Так як при ньому відсутня похибка базування. Деталь добре закріплена, відсутня деформація, що виникає при фрезеруванні шпонкового пазу.

Операція 045 Свердлильна з ЧПК.

Розглянемо операцію 045 Свердлильну з ЧПК. На даній операції свердлиться отвір $\varnothing 6,3$ мм. Заготовку можна базувати по зовнішній поверхні $\varnothing 40$ та $\varnothing 48$ мм з упором в торець (самоцентруючі призми).

Розглянемо перший спосіб базування заготовки – базування в самоцентруючих призмах (рис 6.3). При базуванні за цією схемою вимірювальна та технологічна бази не співпадають, тому виникає похибка базування.

При даній схемі закріплення похибка базування буде дорівнювати допуску на розмір, що поєднує технологічну та вимірювальну базу, тобто 170 h14 мм.

$$\varepsilon_{\delta} = T_{d170} = 1000 \text{ мкм} = 1,0 \text{ мм.}$$

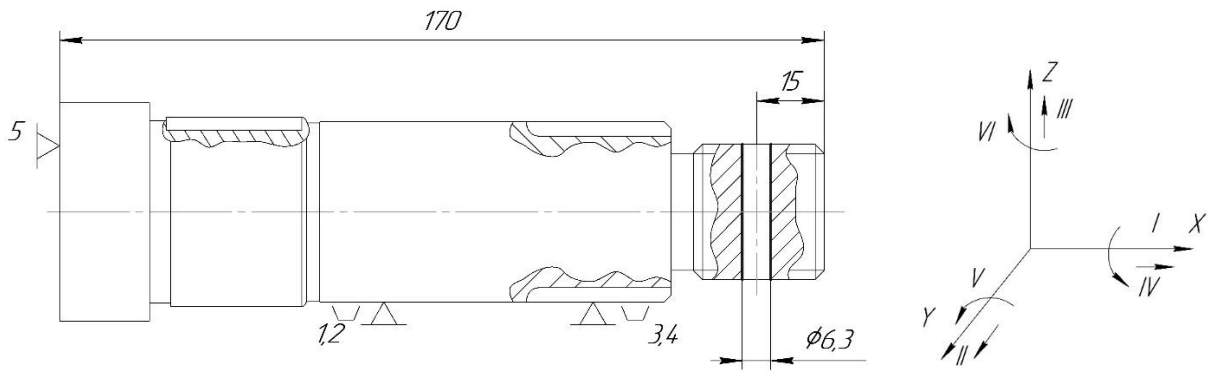


Рисунок 6.5 – Схема базування та закріплення заготовки на операції
040 Радіально-свердильній

Таблиця 6.8 – Таблиця відповідностей

Зв'язки	Ступені вільності	Найменування баз
1,2,3,4	I, III, IV, VI	ВБ
5	II	ПОБ
6		Вакансія

Таблиця 6.9 – Матриця зв'язків

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

Розглянемо другий спосіб базування заготовки (рис. 6.6). Похибка базування відсутня, так як вимірювальна база співпадає з технологічною базою.

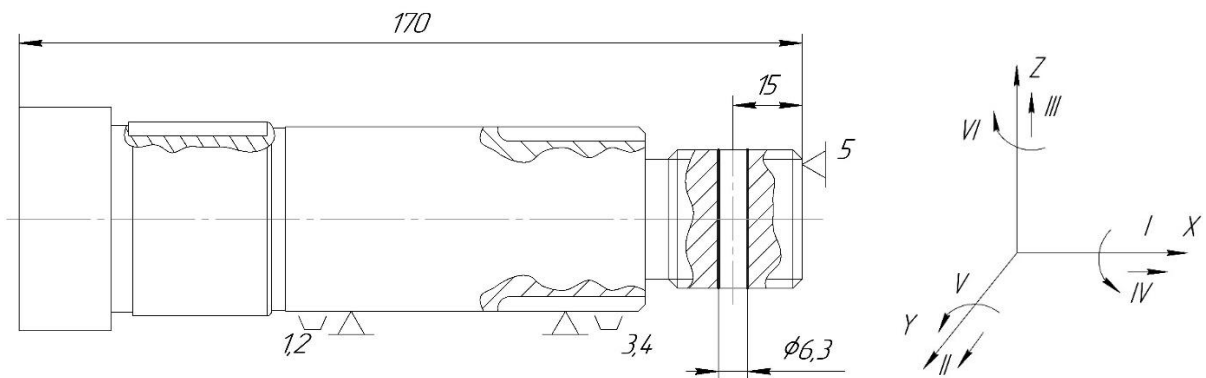


Рисунок 6.6 – Схема базування та закріплення заготовки

Таблиця 6.10 – Таблиця відповідностей

Зв'язки	Ступені вільності	Найменування баз
1,2,3,4	I, III, IV, VI	ВБ
5	II	ПОБ
6		Вакансія

Таблиця 6.11 – Матриця зв'язків

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

Отже, порівнявши два способи базування заготовки на радіально – свердлильній операції, можна зробити висновок, що доцільніше застосовувати другий спосіб базування заготовки – у призмах. Так, як вона відповідає всім вимогам.

Изм.	Лист	№ докум.	Підпись	Дата

ТМ 2009008-00 ПЗ

Лист

36

6.3 Обґрунтування вибору металорізального верстата

Операція 030 – Вертикально-фрезерна з ЧПК

При виборі обладнання звертаємо увагу на тип виробництва. В умовах середньосерійного типу виробництва, як правило, використовуються універсальні верстати, в тому числі і верстати з числовим програмним керуванням.

Порівнюємо технічні характеристики верстатів, на яких можна виконати обробку шпонкового пазу: вертикально-фрезерного верстату з ЧПК MIKRON VCE 800 та шпонково-фрезерного верстату 692Д. Порівняння технічних характеристик верстатів наведено у таблиці 6.12.

Таблиця 6.12 – Порівняння технічних характеристик фрезерних верстатів

Характеристика	Значення	
	MIKRON VCE 800	692Д
Розміри робочої поверхні стола (довжина × ширина)	400×1600	250×1000
Найбільше повздовжнє переміщення стола, мм	1000	650
Найбільше поперечне переміщення стола, мм	400	350
Подача за один імпульс, мм	0,01	0,01
Точність позиціонування по осі X, мм	0,065	0,050
Точність позиціонування по осі Y,Z, мм	0,040	0,050
Електродвигун приводу головного руху, кВт	7,5	3,3
Габарити станка, мм	3450 × 3970 × 2965	1510× 1900× 2200
Вага кг	4450	2250

Для виконання обробки поверхонь було порівняно два верстати. Прийнятий верстат моделі MIKRON VCE 800, так як дана модель більш сучасна, продуктивна, має найбільше повздовжнє переміщення і може обробляти дану деталь.

Вибір обладнання проведений з урахуванням наступних технологічних ознак. Методи технологічної обробки: для обробки поверхонь було розглянуто та проаналізовано перелік верстатів, серед яких був обраний верстат MIKRON VCE 800;

- потужність двигуна: верстат обладнаний двигуном 7,5 кВт;
- краща точність позиціонування в порівнянні з моделлю 692Д.

Операція 045 Свердлильна з ЧПК.

На операції можливе застосування як вертикально-свердлильного верстата, так і більш сучасного свердлильного верстата з ЧПК KSB 50 CNC. Основні їх технічні характеристики наведені в табл. 6.13.

Порівнюючи ці верстати, обираємо та приймаємо обладнання, що підходить за наступними технологічними ознаками:

- потужність двигуна, необхідна для обробки заданої поверхні; габарити робочого столу; тип виробництва.

Таблиця 6.13 – Основні технічні характеристики верстатів

Показник, одиниця виміру	Параметри	
	2H125	KSB 50 CNC
Клас точності	H	H
Найбільший діаметр свердління, мм	25	50
Кількість швидкостей шпинделя	12	24
Межі швидкостей шпинделю, об/хв	45-2000	18-2000
Кількість ступенів механічної подачі шпинделя	9	24
Межі подач шпинделю, мм/об	0,1-1,6	0,045-5
Потужність електродвигуна головного руху, кВт	2,8	4,5
Габарити верстата	22350×785×915	2850×1030×3430
Маса верстат, кг	880	4700

Аналізуючи технічні характеристики верстатів, для обробки заготовки вибираємо свердлильний верстат з ЧПК KSB 50 CNC.

6.4 Обґрунтування вибору верстатних пристроїв, металорізального та вимірювального інструментів

Операція 030 – Вертикально-фрезерна з ЧПК

Для установки і закріплення деталі використовуємо переважно універсальні пристосування, оскільки обробляється деталь є тілом обертання в умовах середньосерійного типу виробництва ([20], с.42);.

Аналіз поверхонь деталі показав, що деталь може бути оброблена універсальним ріжучим інструментом.

– фреза кінцева Ø12 мм 2235-0101, матеріал Р6М5 - ГОСТ 9140-78 - для обробки шпонкових пазів.

При виборі вимірювальних засобів до них пред'являються основні вимоги:

- відповідність точним показникам перевіряемого елемента;
- максимальна простота конструкції і мінімальна вартість;
- швидкодія.

В основному будемо використовувати стандартні вимірювальні засоби, переважно не дорогі. Для контролю деяких поверхонь використовуємо спеціальні вимірювальні інструменти та пристосування.

В якості вимірювального інструменту приймаємо:

- штангенциркуль ШЦ-II-320-0,1 ГОСТ 166-89 – для контролю лінійних розмірів;
- зразок шорсткості 3,2 ГОСТ 9378-93 – для контролю шорсткості обробленої поверхні.

Операція 045 Свердлильна з ЧПК.

На операції 045 Свердлильна з ЧПК вибираємо наступне устаткування:

- пристосування спеціальне – для закріплення заготовки;
- інструмент: свердло спіральне Ø 6,3 мм 2300-6173 Р6М5 ГОСТ 10903-77;
- вимірювальний інструмент: калібр-пробка 8221-3030 ГОСТ 17758-72.
- штангенциркуль ШЦ-II-320-0,1 ГОСТ 166-89 – для контролю довжини;

									Лист
									39
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата	ТМ 2009008-00 ПЗ				

– зразки шорсткості 6,3 ГОСТ 9378-93 – для контролю шорсткості обробленої поверхні.

6.5 Розрахунки режимів різання

Розрахунки на 030 Вертикально-фрезерну операцію, яка виконується на верстаті з ЧПК MIKRON VCE 800, проводимо аналітичним методом за довідником (табл. 30, с. 263, [15]).

На операції, що аналізується, відбувається фрезерування шпонкового паза шириною 12 мм. Різальним інструментом є фреза кінцева діаметром $D = 12$ мм ГОСТ 9140 -78. Матеріал різальної частини – швидкорізальна сталь Р6М5.

Передбачаємо застосування свердла спірального $\varnothing 12$ мм ГОСТ 14952 -75 для подальшого врізання кінцевої фрези.

Так як обробка проводиться на фрезерному верстаті MIKRON VCE 800, глибину різання та подачу на зуб приймаємо за таблицею ([5], табл.25 с. 187)

Для шпонкового паза 12 мм глибина різання $t = 5$ мм, подача на зуб:
 $S_z = 0,12$ мм/зуб.

Період стійкості інструменту $T = 80$ хв ([10], табл.26 с.189).

Розрахункову величину швидкості різання визначаємо за формулою:

$$V_p = \frac{C_v \cdot D^q}{T^m t^x S_z^y B^u Z^p} K_v, \text{ м/хв}, \quad (6.4)$$

де C_v , q , x , y , u , p , m – поправочний коефіцієнт та показники степеню, котрі враховують умови фрезерування.

Приймаємо значення коефіцієнту C_v та показників степеню за:
([3], табл.39 с.287) $C_v = 46,7$; $q = 0,45$; $x = 0,5$; $y = 0,5$; $u = p = 0,1$; $m = 0,33$.

K_v - загальний поправочний коефіцієнт швидкості різання, який включає фактичні умови різання:

$$K_v = K_{MV} \cdot K_{PV} \cdot K_{IV}, \quad (6.5)$$

де K_{MV} – коефіцієнт, враховує якість оброблюваного матеріалу (табл.9, с.187, [6]).

						ТМ 2009008-00 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата			40

Для обробки вуглецевої сталі маємо:

$$K_{mV} = K_r \left(\frac{750}{\sigma_B} \right)^{n_V}, \quad (6.6)$$

де K_r – коефіцієнт, характеризує групу сталі за оброблюваністю (с.198, [10]),

$$K_r = 1,0;$$

σ_B – межа міцності, МПа;

n_V – показник степеню на швидкість, (табл.2, с.202, [10]). При обробці вуглецевої сталі $n_V = 1,0$.

$$K_{mV} = 1,0 \cdot \left(\frac{750}{785} \right)^{1,0} = 0,96$$

$K_{пV}$ – коефіцієнт, котрий враховує стан поверхні заготовки матеріалу (табл. 5, с. 208, [20]); $K_{пV} = 0,85$;

K_{iV} – коефіцієнт, врахування впливу інструментального матеріалу (табл. 6, с. 208, [10]); $K_{iV} = 1,0$.

$$K_V = 0,96 \cdot 0,85 \cdot 1 = 0,82$$

$$V = \frac{46,7 \cdot 12^{0,45}}{80^{0,33} \cdot 4,5^{0,5} \cdot 0,12^{0,5} \cdot 105^{0,2} \cdot 12^0} \cdot 0,82 = 34,7 \text{ м/хв.}$$

Знаходимо частоту обертання шпинделю за формулою:

$$n = \frac{1000 \cdot V}{\pi \cdot D}, \text{ об/хв} \quad (6.7)$$

$$n = \frac{1000 \cdot 34,7}{3,14 \cdot 12} = 921 \text{ об/хв}$$

Для верстата MIKRON VCE 800 приймаємо дійсне число оборотів:
 $n_d = 900 \text{ об / хв}$;

Тоді швидкість різання дорівнює:

					ТМ 2009008-00 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		41

$$v = \frac{\pi \cdot D \cdot n}{1000}, \text{ м /хв} \quad (6.8)$$

$$v = \frac{3,14 \cdot 12 \cdot 900}{1000} = 33,9 \text{ м/хв}$$

Силу різання визначаємо по формулі:

$$P_z = \frac{10 \cdot C_p \cdot t^x \cdot S_t^y \cdot B^u \cdot Z}{D^q \cdot n^w} \cdot K_m, \text{ Н} \quad (6.9)$$

приймаємо значення коефіцієнту C_p та показників степеню за ([10], табл.41 с.211)
 $C_p=68,2$, $x=0,86$, $y=0,72$, $u=1,0$, $q=0,86$, $w=0$.

Визначаємо поправочний коефіцієнт якості поверхні оброблюваного матеріалу за формулою:

$$K_{M_V} = K_r \cdot \left(\frac{\sigma_B}{750} \right)^{n_V}, \quad (6.10)$$

$$K_{M_V} = 1,0 \cdot \left(\frac{480}{750} \right)^{0,3} = 0,87$$

$$P_z = \frac{10 \cdot 68,2 \cdot 4,5^{0,86} \cdot 0,12^{0,72} \cdot 10^1 \cdot 2}{12^{0,86} \cdot 900^0} \cdot 0,87 = 248,7 \text{ Н}$$

Знаходимо потужність різання за формулою:

$$N_e = \frac{P_z \cdot V}{1020 \cdot 60}, \text{ кВт} \quad (6.11)$$

$$N_e = \frac{248,7 \cdot 33,9}{1020 \cdot 60} = 0,13 \text{ кВт}$$

Перевіряємо можливість обробки. Необхідно, щоб виконувалась умова:

$$N_e \leq N_{\text{шп}}$$

Потужність, на шпинделі верстата визначаємо за формулою:

					ТМ 2009008-00 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		42

$$N_{\text{шп}} = N_{\text{дв}} \cdot \eta, \text{ кВт} \quad (6.12)$$

де $N_{\text{дв}}$ - потужність електродвигуна приводу головного руху, $N_{\text{дв}} = 7,5$ кВт;
 η - механічний ККД.

$$N_{\text{шп}} = 7,5 \cdot 0,75 = 5,6 \text{ кВт}$$

Таким чином, $N_{\text{дв}} > N_p$ З цього випливає, що обладнання забезпечить достатню потужність для обробки.

Основний час на виконання переходу визначаємо за формулою:

$$T_o = \frac{L}{S_o \cdot n} \cdot i, \text{ хв}, \quad (6.13)$$

де L - довжина оброблюваної поверхні, мм;

i - число робочих ходів;

S_o – подача на оберт, мм / об.

$$T_o = \frac{30}{0,06 \cdot 900} \cdot 1 = 0,55 \text{ хв.}$$

Остаточний режим різання при фрезеруванні шпонкового пазу:

$S = 0,12$ мм/зуб; $V = 34,7$ м/хв; $n = 900$ об/хв; $T_o = 0,55$ хв.

Режими різання по всім технологічним переходам операції 030 Вертикально-фрезерної з ЧПК заносимо до таблиці 6.14.

Таблиця 6.14 – Режими різання на операції 030 вертикально-фрезерній з ЧПК

					ТМ 2009008-00 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		43

Різальний інструмент	Режим різання					L, мм
	t, мм	S мм/зуб	V м/хв	n об/хв	T ₀ хв	
Фреза кінцева діаметром D = 12 мм ГОСТ 9140 -78	5	0,12	34,7	900	0.55	30
Свердло спіральне діаметром D = 12 мм ГОСТ 14952 -75	5	0,10	25	1250	0,28	–

Операція 045 Свердлильна з ЧПК.

На операції відбувається наскрізне свердління отвору Ø6,3 мм. Операція виконується на свердлильному верстаті з ЧПК KSB 50 CNC.

Різальним інструментом є свердло спіральне діаметром Ø6,3 ГОСТ14952-75

Розраховуємо режими різання аналітичним методом за довідником [15].

Визначаємо глибину різання за формулою:

$$t = \frac{d}{2}, \text{ мм} \quad (6.14)$$

де d – діаметр свердла, мм; 6,3мм.

$$t = \frac{6,3}{2} = 3,15 \text{ мм.}$$

Беремо період стійкості свердла спірального Ø6,3 мм T = 90 хв ([6], табл.30 с.279). Подачу приймаємо за таблицею ([6], табл.25 с. 277) S = 0,58 мм/об.

Коректуємо значення подачі за паспортними даними верстата: S = 0,60 мм/об.

Розрахункову величину швидкості різання визначаємо за формулою:

$$V = \frac{C_v D^q}{T^m S^y} K_v, \text{ м/хв} \quad (6.15)$$

де C_v, q, y, m – поправочні коефіцієнти, що враховують умови свердління [4].

Приймаємо значення коефіцієнту C_v та показників степеню за ([6], табл.28 с.278)

C_v = 9,8; q = 0,40; y = 0,50; m = 0,20; C_m = 1.

K_v – поправочний коефіцієнт, котрий впливає на розрахунок швидкість різання, визначаємо за формулою:

$$K_v = K_{mv} \cdot K_{pv} \cdot K_{lv} \cdot K_{iv}, \quad (6.16)$$

де K_{mv} – коефіцієнт, який враховує якість оброблюваного матеріалу [6].

$$K_{mv} = C_m \left(\frac{750}{\sigma_B} \right)^{n_v}, \quad (6.17)$$

σ_B – межа міцності, МПа;

n_v – показник степеню на швидкість. При обробці легваної сталі $n_v = 0,9$.

$$K_{mv} = 1 \cdot \left(\frac{750}{610} \right)^{0,9} = 1,2.$$

$K_{pv} = 1$ – коефіцієнт, котрий враховує стан поверхні заготовки;

$K_{lv} = 0,85$ – коефіцієнт, який враховує глибину свердління;

$K_{iv} = 1$ – коефіцієнт, який враховує властивості інструментального матеріалу.

$$K_v = 1,15 \cdot 0,85 \cdot 1 \cdot 1 = 0,98.$$

$$V = \frac{9,8 \cdot 6,3^{0,40}}{90^{0,2} \cdot 0,66^{0,5}} \cdot 0,98 = 9,95 \text{ м/хв.}$$

Частоту обертання шпинделя визначаємо за формулою (6.8):

$$n = \frac{1000 \cdot V}{\pi \cdot D}, \text{ об/хв}$$

$$n = \frac{1000 \cdot 9,95}{3,14 \cdot 6,3} = 502,9 \text{ об/хв.}$$

Коректуємо частоту обертання шпинделя за паспортними даними верстата 2532Л: $n_d = 500$ об/хв.

Дійсну швидкість головного руху різання визначаємо за формулою:

					ТМ 2009008-00 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		45

$$V_d = \frac{\pi \cdot D \cdot n}{1000}, \text{ м/хв} \quad (6.18)$$

$$V_d = \frac{3,14 \cdot 6,3 \cdot 500}{1000} = 9,89 \text{ м/хв.}$$

Крутний момент розраховуємо по формулі:

$$M_{кр} = 10 \cdot C_M \cdot D^q \cdot S^y \cdot K_p, \text{ Н} \cdot \text{м} \quad (6.19)$$

Приймаємо значення коефіцієнту C_M та показників за ([6], табл.32 с.281):

$$C_M = 0,0345; y = 0,8; q = 2,0; K_p = K_{мп}.$$

Визначаємо коефіцієнт якості оброблюваного матеріалу за формулою:

$$K_{мп} = \left(\frac{\sigma_B}{750} \right)^n, \quad (6.20)$$

$$K_{мп} = \left(\frac{640}{750} \right)^{0,75} = 0,88.$$

$$M_{кр} = 10 \cdot 0,0345 \cdot 6,3^2 \cdot 0,60^{0,8} \cdot 0,88 = 7,71 \text{ Н} \cdot \text{м.}$$

Осьову силу розраховуємо по формулі:

$$P_o = 10 \cdot C_M \cdot D^q \cdot S^y \cdot K_p, \text{ Н} \quad (6.21)$$

Приймаємо значення коефіцієнту C_M та показників степеню за:

$$([3], \text{ табл.32 с.281}) C_p = 68; y = 0,7; q = 1,0; K_p = K_{мп}.$$

$$P_o = 10 \cdot 68 \cdot 6,3^1 \cdot 0,60^{0,7} \cdot 0,88 = 2563 \text{ Н.}$$

Потужність різання визначаємо за формулою:

$$N_e = \frac{M_{кр} \cdot n}{9750}, \text{ кВт} \quad (6.22)$$

$$N_e = \frac{7,71 \cdot 500}{9750} = 0,39 \text{ кВт.}$$

Потужність, яку повинен забезпечити верстат, визначаємо за формулою:

					ТМ 2009008-00 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		46

$$N_{\text{шп}} = N_{\text{дв}} \cdot \eta, \text{кВт} \quad (6.23)$$

де $N_{\text{дв}}$ – потужність приводу електродвигуна головного руху, кВт;

η - механічний ККД.

$$N_{\text{шп}} = 2 \cdot 0,8 = 1,6 \text{ кВт.}$$

Таким чином, $N_e < N_{\text{шп}}$. З цього випливає, що обладнання забезпечить достатню потужність для обробки.

Режими різання по всім технологічним переходам операції 045 Радіально-свердлильній заносимо до таблиці 6.15.

Таблиця 6.15 – Режими різання на операцію 045 Радіально-свердлильну

Різальний інструмент	Режими різання				
	S мм/об	V м/хв	V _д м/хв	n об/хв	T ₀ хв
Свердло спіральне 2300-0208 D = 6,3 мм ГОСТ 10902-77	0,60	12,11	12,56	500	0,169

6.6 Технічне нормування операцій

Технічні норми часу в умовах середньосерійного виробництва на операції 030 – Вертикально-фрезерній встановлюємо розрахунково-аналітичним методом в наступній послідовності (с. 260, [9]).

Знаходимо штучний час на операцію за формулою:

$$T_{\text{шт}} = T_0 + T_d + T_{\text{обс}} + T_{\text{п}}, \text{хв} \quad (6.29)$$

де T_0 – основний час даний на операцію, хв;

T_d – допоміжний час даний на операцію, хв;

$T_{\text{обс}}$ – час на обслуговування робочого місця, хв;

$T_{\text{п}}$ – час, даний на особисті потреби, хв;

										Лист
										47
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата	ТМ 2009008-00 ПЗ					

Визначаємо допоміжний час на операцію за формулою:

$$T_d = T_{уст} + T_{пер} + T_{зм}, \text{ хв} \quad (6.30)$$

де $T_{уст}$ – час на установку та зняття деталі – 0,48 хв, (табл. 5.6 с. 200 [9]);

$T_{зм}$ – час, на закріплення та відкріплення деталі – 0,32 хв, (табл. 5.8 [9]);

$T_{пер}$ – час пов'язаний з переходом – 0,10 хв, (табл. 5.12 с. 207 [9]).

$$T_d = 0,48 + 0,32 + 0,10 = 0,90 \text{ хв}$$

Час $T_{обс}$ і T_n приймаємо в відсотковому відношенні від оперативного часу за формулами:

$$T_n = T_0 + T_d, \text{ хв} \quad (6.31)$$

де $T_0 = 1,86$ хв.

$$T_n = 1,86 + 0,90 = 2,76 \text{ хв}$$

$T_{абс} = 3,5\%$ від T_n – технічне обслуговування робочого місця;

$$T_{обс} = 0,035 \cdot 2,76 = 0,097 \text{ хв}$$

Визначаємо штучний час на операцію за формулою (6.11):

$$T_{шт} = 1,86 + 0,90 + 0,097 + 2,76 = 5,617 \text{ хв}$$

Оскільки деталь виготовляється в умовах середньосерійного виробництва, то розраховуємо технічні норми штучно-калькуляційного часу та складових за формулами:

$$T_{шт-к} = T_{шт} + \frac{T_{п.з}}{n}, \text{ хв} \quad (6.32)$$

де $T_{п.з} = 16$ хв підготовчо-заклучний час: витрачається на ознайомленням з кресленням, налагодженням обладнання, пристроїв; (табл. 6.3 с. 217 [10])

n – кількість деталей в партії.

Отже, штучно калькуляційний час становить:

										Лист
										48
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата						

$$T_{\text{шт-к}} = 5,617 + \frac{16}{106} \approx 5,45 \text{ хв.}$$

Нормування по всім технологічним переходам операції 030 Вертикально-фрезерної з ЧПК заносимо до таблиці 6.16

Таблиця 6.16 – Норми часу на операції 030 Вертикально-фрезерній з ЧПК

Різальний інструмент	Норми часу				
	T ₀ , хв	T _{оΣ} , хв	T _д , хв	T _{шт} , хв	T _{шт-к} , хв
Фреза кінцева D = 12 мм ГОСТ 9140 -78	0,55	0,91	0,90	5,617	5,45
Свердло спіральне D = 12 мм ГОСТ 14952 -75	0,28				

Операція 045 Свердлильна з ЧПК

Технічне нормування операції проводимо розрахунково-аналітичним методом в наступній послідовності (с. 270, [9]).

Штучно-калькуляційний час знайдемо за формулою:

$$T_{\text{шт-к}} = \frac{T_{\text{пз}}}{n_3} + T_{\text{шт}}, \text{ хв} \quad (6.33)$$

де T_{пз} – підготовчо-заключний час, хв.;

n₃ – розмір партії деталі, що запускається у виробництво, шт.

T_{шт} – штучний час на операції, хв.;

Підготовчо-заключний час визначаємо враховуючи час на наладку верстата, пристосування та інструменту додаткових прийомів, t_{пз}=30 хв. (табл. 6.8 с. 220 [9])

Визначаємо штучний час на операцію за формулою:

$$T_{шт} = T_{оп} \cdot \left(1 + \frac{a_{орг} + a_{відп}}{100}\right), \text{ хв} \quad (6.34)$$

де $T_{оп}$ – операційний час, хв.;

$a_{орг}$ – витрати часу на технічне обслуговування робочого місця, %; $a_{орг} = 5\%$;

$a_{відп}$ – витрати часу на відпочинок та особисті потреби, %; $a_{відп} = 8\%$, за (табл. 5.12 с. 207 [9]).

Визначаємо основний час різання за формулою:

$$T_0 = \frac{L}{n \cdot S} \cdot i, \text{ хв} \quad (6.35)$$

де $i = 1$ – кількість проходів;

L – довжина робочого ходу різального інструмента, мм.

Довжину робочого ходу інструменту визначаємо за формулою:

$$L = l_0 + l_1 + l_2, \text{ мм} \quad (6.36)$$

де l_0 – довжина оброблюваної поверхні, мм;

l_1 – довжина врізання інструменту, мм;

l_2 – довжина перебігу інструменту, мм, $l_2 = 2$ мм.

$$l_1 = 0,4 \cdot D = 0,4 \cdot 6,3 = 2,52 \text{ мм.}$$

$$L = 30 + 2,52 + 2 = 34,52 \text{ мм.}$$

$$T_0 = \frac{34,52}{500 \cdot 0,58} \cdot 1 = 0,119 \text{ хв.}$$

$$T_{оп} = T_0 + T_{д}, \text{ хв} \quad (6.37)$$

де T_0 – основний час даний на операцію, хв; $T_0 = 1,35$ хв.

$T_{д}$ – допоміжний час даний на операцію, хв;

$$T_{д} = T_{уст} + T_{пк} + T_{вим}, \text{ хв} \quad (6.38)$$

										Лист
										50
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата						

де $T_{уст}$ – час на установку та зняття деталі, $T_{уст} = 0,085$ хв. (табл. 5.1 с. 197 [9]);

$T_{пк}$ – час на прийоми керування, хв; $T_{пк} = 0,13$ хв. (табл. 5.8 с. 203 [9]);

$T_{вим}$ – час на вимірювання, хв; $T_{вим} = 0,34$ хв. (табл. 5.10 с. 206 [9]).

$$T_d = 0,085 + 0,13 + 0,34 = 0,56 \text{ хв.}$$

$$T_{оп} = 0,119 + 0,56 = 0,679 \text{ хв.}$$

$$T_{шт} = 0,679 \cdot \left(1 + \frac{5 + 8}{100}\right) = 0,76 \text{ хв.}$$

$$T_{шт-к} = \frac{30}{71} + 0,76 = 1,18 \text{ хв.}$$

Нормування операції 045 Радіально-свердлильній заносимо до таблиці 6.17.

Таблиця 6.17 – Норми часу на операції 045 Свердлильній з ЧПК

Різальний інструмент	Норми часу				
	T_0 , хв	$T_{0\Sigma}$, хв	T_d , хв	$T_{шт}$, хв	$T_{шт-к}$, хв
Свердло спіральне D = 6,3 мм ГОСТ 10903-77	1,35	0,91	0,56	1,91	2,33

7 ПРОЕКТУВАННЯ ВЕРСТАТНОГО ПРИСТРОЮ ДЛЯ УСТАНОВЛЕННЯ І ЗАКРІПЛЕННЯ ЗАГОТОВКИ

Обґрунтування необхідності пристосування. Вибір системи пристосування.

					ТМ 2009008-00 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		51

Заготовка обробляється в пристосуванні, робітники на даних операціях мають четвертий розряд. Застосування 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).

Визначення кількісних та якісних результатів виконання операції.

Точність розмірів.

На операції 030 Вертикально-фрезерній з ЧПК формуються наступні лінійні розміри:

1) ширина паза 12Н14. Величина допуску 430 мкм. Згідно ГОСТ 25346-82 дане значення співпадає з табличним ([19], с. 441).

2) на операції витримується також розмір глибини паза величиною 5 мм. Допуск при цьому рівний 12 мкм. Згідно ГОСТ 25346-82 це відповідає IT14, дане значення відповідає стандартному ([19], с. 441).

3) витримується лінійний розмір довжини паза 30 мм (даний розмір вільний, він виконаний по 14 квалитету, величина допуску для нього рівна $T = 620$ мкм).

Точність форми.

Аналізується поверхня стінки паза шпонки. Спотворення форми даної поверхні характеризується відхиленням від площини. Згідно ГОСТ 24643-81 для квалітета IT14 та рівня точності А маємо ступінь точності 12 ([19], с. 451). Для заданого номінального розміру 12 мм величина допуску площинності сягає:

50 мкм.

Точність розташування.

На кресленні задане значення радіального биття циліндричної поверхні: $\varnothing 42_{n6} = 0,1\text{мм} = 100\text{мкм}$, згідно ([19], с.452) по ГОСТ 24643-81 це відповідає 6 ступенів точності при табличному значенні допуску - 100 мкм.

Ступінь шорсткості

На кресленні деталі шорсткість порожнини паза складає: $R_a = 6.3$ мкм.

					ТМ 2009008-00 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		52

Визначення кількісних та якісних даних про заготовку, що надходить на операцію.

На операцію надходить заготовка пройшовши практично весь маршрут обробки. Зовнішня циліндрична поверхня проходила попередню обробку. Тобто це є приводом говорити про наявність розвинених та точних поверхонь для базування заготовки. Перевіряємо параметри поверхонь, які можуть виступати в ролі базових.

Точність розмірів.

За базу виступає циліндрична поверхня $\varnothing 40k6$. Довжина поверхні 81мм ($l / d > 2$), виконується. Це говорить про те, що дана поверхня може виступати технологічною базою.

Точність форми.

Допуск циліндричності і круглості на розмір $\varnothing 40k6$ на кресленні не заданий, отже він включений в загальний допуск на розмір і становить 30%:

$$T = 0,3 \cdot 40 = 12 \text{ мкм}$$

Найближче стандартне значення допуску по ГОСТ 24643-81 становить: $T = 8$ мкм, що відповідає 6 ступеня точності.

Точність розташування.

На даній поверхні витриманий допуск на радіальне биття в межах 0,1мм.

Приймаємо найближче значення з ряду стандартних значень: $T = 25$ мкм, що відповідає 6-го ступеня точності.

Ступінь шорсткості.

З креслення деталі вал шліцьовий 469.72.67.49 видно параметри шорсткості: на розмір $\varnothing 40k6$ $Ra = 0,8$ мкм; торця – 6,3мкм. Це цілком відповідає вимогам до базових поверхонь.

Визначення умов, в яких буде виготовлятися і експлуатуватися заготовка.

Річна програма випуску - 107 деталей. Така програма з урахуванням трудомісткості відповідає середньосерійному типу виробництва. При даній

									Лист
									53
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата					

ТМ 2009008-00 ПЗ

програмі виробництва для деталі робимо висновок, що періодичність використання низька. Заготовка буде оброблюватися на верстаті 6P13Ф3-1.

Складання переліку функцій, що реалізуються:

- 1) попередня орієнтація та переміщення заготовки;
- 2) базування заготовки;
- 3) верстатне базування та закріплення пристосування;
- 4) відведення та підведення енергоносіїв;
- 5) заміна затискних елементів;
- 8) об'єднання функціональних вузлів (корпус);
- 9) обробка пазу 12 Н14;
- 10) створення безпечних умов праці.

Розробка і обґрунтування схеми базування.

Вибір методу установки та закріплення заготовки на верстаті визначається за конфігурацією заготовки, серійністю виготовлення та методами обробки. Дані методи суттєво впливають на точність, якість поверхонь, що оброблюються та на загальну тривалість обробки.

Аналіз схеми базування проводився в пункті 6.2

На даному пристосуванні заготовку можна встановити у призмах з упором в торці та затиснути важелями (рис. 7.1).

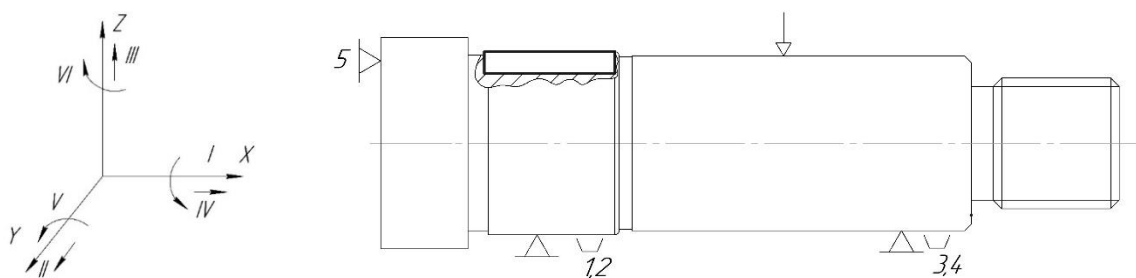


Рисунок 7.1 – Схема базування та закріплення заготовки на операцію 030 Вертикально-фрезерну з ЧПК

Отже, дане базування неохідно застосовувати для закріплення заготовки. Так як при ньому відсутня похибка базування. Деталь добре закріплена, відсутня деформація, що виникає при фрезеруванні шпонкового пазу.

Функціональна структура проектного пристосування представлена на рисунку 7.2.

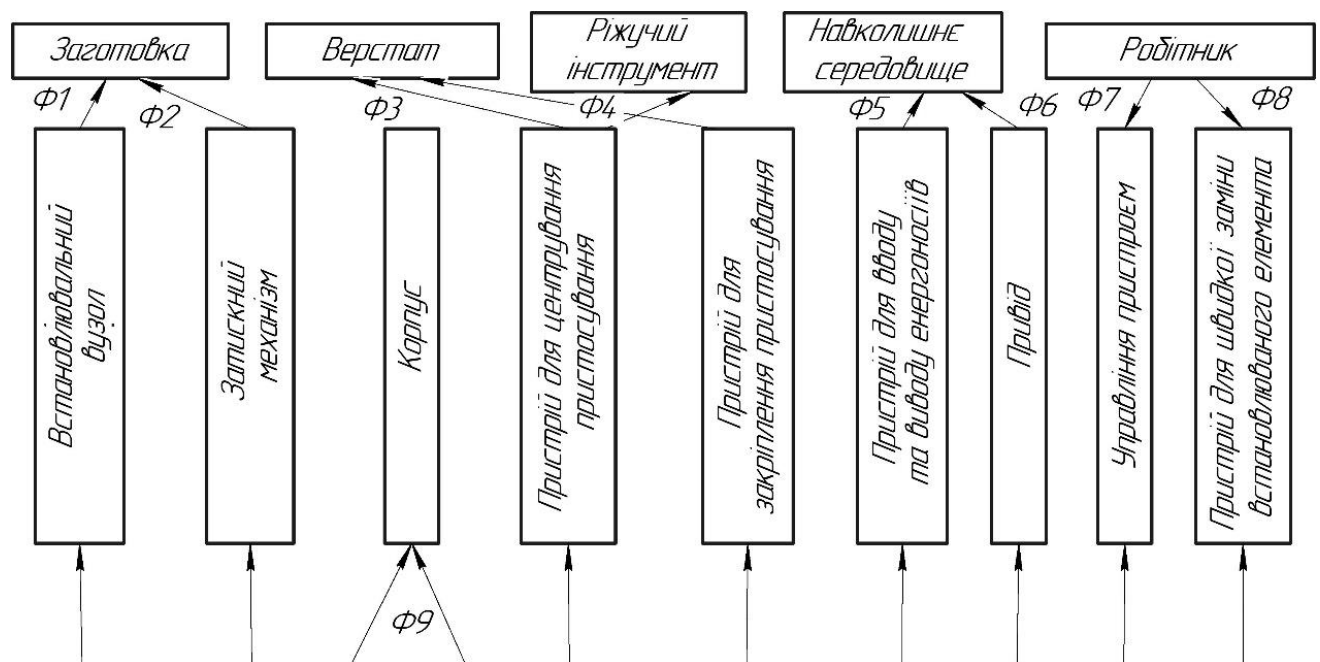


Рисунок 7.2 – Функціональна структура проектного пристосування

Розробка і обґрунтування схеми закріплення.

Для визначення взаємного впливу поля обурюючих сил (ПВС) і поля врівноважуючих сил (ПУС) розробимо графічну модель обурюючих сил у взаємозв'язку з прийнятою схемою базування (рис.7.1).

З рисунків 7.3 і 7.4 видно, що складова P_x' (ПВС) врівноважується реакцією R_x' ($R_x' = P_x'$). Решта складових (ПВС) не урівноважена і вимагають додаткових сил закріплення. При даній схемі доцільно застосувати закріплення важеля в призмах, яке створює (ПУС).

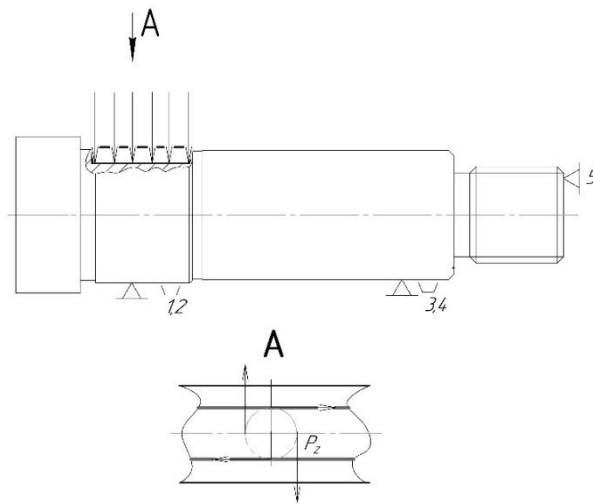


Рисунок 7.3. Структура поля збуджуючих сил (ПВС).

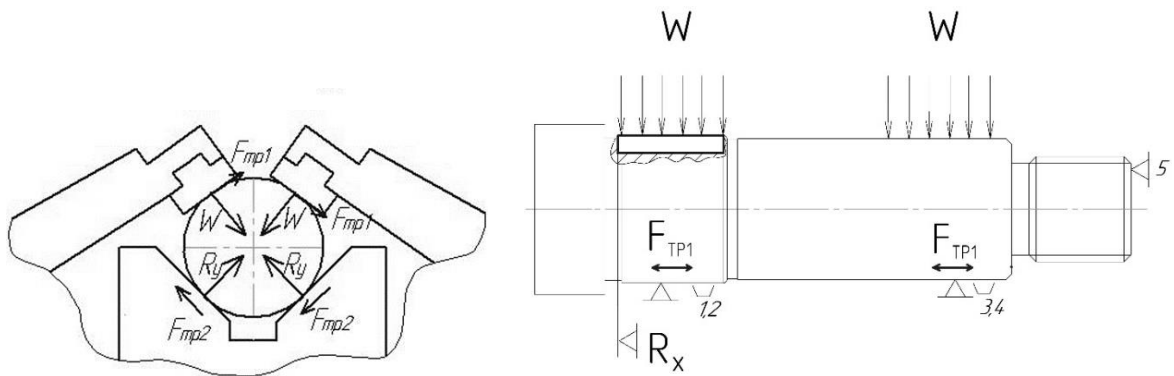


Рисунок 7.4 - Структура поля врівноважуючих сил (ПУС), що створюється затискним механізмом.

Недоліком способу урівноваження становить високий рівень енергетичних витрат на закріплення. Силві потоки, виникаючі при обробці, створюють напруження. То для збільшення жорсткості заготовки можливе застосування додаткової опори. Та при цьому, можливо оскаржити структуру (ПУС) до локально-дискретної. Це в значній мірі спростить конструкцію затискного пристрою, адже врівноважуюче поле структури може бути створене закріпленням в двох призмах пристроєм важельного типу. Так, як напрям дії сили закріплення - паралельно стінкам паза шпонки, що виготовляється, не співпадає з напрямом симетричності стінок паза, то погрішність при закріпленні заготовки дорівнює:

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

ТМ 2009008-00 ПЗ

Лист

56

$$\varepsilon_3 = 0.$$

Для аналізу якості зв'язків та структури, що виникають при закріпленні заготовки, будемо таблицю односторонніх зв'язків (таблиця 7.1).

Таблиця 7.1 – Таблиця зв'язків, що накладаються на заготовку

Індекс зв'язку		x	x'	y	y'	z	z'	ω_x	$\omega_{x'}$	ω_y	$\omega_{y'}$	ω_z	$\omega_{z'}$
Спосіб реалізації	Реакція		R	R	R		R			R	R	R	R
	Сила закріплення			W	W	W				W	W	W	W
	Сила тертя	F(w)						F(w)	F(w)				

Величина зусилля закріплення W розраховується з умови не запобігання обернення від сили P_z та умови не зрушення заготовки під дією сили різання P_x .

Вказану величину сили закріплення розраховуємо за допомогою програми для ЕОМ "Розрахунок сил закріплення", створеною на кафедрі ТМС СУМГУ.

Розрахунок сил закріплення і основних параметрів пристосування

На заготовку при обробці діє крутний момент $M_{кр}$ та осьова сила P_z .

У цій схемі сила W є сумарною силою закріплення. Сили, що створюються та момент тертя протилежно діють здвигу вздовж осі та повороту заготовки. Силу закріплення розраховуємо для осьової сили, моменту за формулами: ([19], с. 85):

$$W_1 = \frac{K \cdot P_z}{f_1 + f_{пр}}, H \quad (7.1)$$

$$W_2 = \frac{K \cdot M_{кр}}{r \cdot (f_1 + f_{пр})}, H \quad (7.2)$$

де K – коефіцієнт запасу;

P_z – осьова сила різання;

f_1 – коефіцієнт тертя між контактними поверхнями, $f_1 = 0,15$; ([19], табл. 4.2.);

$f_{пр}$ – приведений коефіцієнт тертя;

r – радіус вала $r = 7,7 \cdot 10^{-3} \text{м}$;

$M_{кр}$ – крутний момент.

Коефіцієнт запасу визначаємо за формулою:

$$K = K_0 \cdot K_1 \cdot K_2 \cdot K_3 \cdot K_4 \cdot K_5 \cdot K_6, \quad (7.3)$$

де K_0 – гарантований коефіцієнт запасу, $K_0 = 1,5$; ([19], с. 119);

K_1 – коефіцієнт, який враховує величину сили різання із-за випадкових нерівностей на обробляючих поверхнях, $K_1 = 1,4$; ([19], табл. 4.1 с. 118);

K_2 – коефіцієнт, котрий характеризує збільшення сили різання внаслідок затуплення ріжучого інструменту, $K_2 = 1,2$; ([19], с. 119);

K_3 – коефіцієнт, який враховує збільшення сили різання при переривчастому різанні, $K_3 = 1,0$; ([19], с. 119);

K_4 – коефіцієнт, який враховує непостійність сил закріплення в затискному механізмі, $K_4 = 1,0$; ([19], с. 119);

K_5 – коефіцієнт, який характеризує ергономіку ручних затискних механізмів, $K_5 = 1,0$; ([19], с. 119);

K_6 – коефіцієнт, який враховує наявність моменту, $K_6 = 1,0$ ([19], с. 120).

Таким чином проводимо розрахунок:

$$K = 1,5 \cdot 1,4 \cdot 1,2 \cdot 1,0 \cdot 1,0 \cdot 1,0 \cdot 1,0 = 2,52$$

Розраховуємо коефіцієнт тертя між контактними поверхнями, за формулою:

$$f_{пр} = f_2 \cdot \frac{1}{\sin\left(\frac{\alpha}{2}\right)} \quad (7.4)$$

де f_2 – коефіцієнт тертя контактних поверхонь, $f_2 = 0,15$, ([19] с. 121 табл. 4.2);

$$f_{пр} = 0,15 \cdot \frac{1}{\sin\left(\frac{\alpha}{2}\right)} = 0,21$$

Визначимо силу затиску дії осьової сили:

$$W_1 = \frac{2,52 \cdot 845,9}{0,15 + 0,21} = 5915 \text{ Н}$$

Розрахуємо силу затиску для дії крутного моменту:

$$W_2 = \frac{2,52 \cdot 42,3}{16 \cdot 10^{-3} \cdot (0,15 + 0,21)} = 18506 \text{ Н}$$

Розрахунок пневматичного поршневого приводу.

В якості приводу пристосування обираємо пневмоциліндр двох-контурної дії, який створює вихідні зусилля двох напрямків: «що штовхає» - при подачі повітря в нижню частину циліндру, та той «що тягне» - зусилля протилежного напрямку.

Виходячи з розрахованої сили затиску розраховуємо діаметр пневматичного циліндра за формулою:

$$D = 2 \cdot \sqrt{\frac{W}{\rho \cdot \eta \cdot \pi}}, \text{ мм} \quad (7.5)$$

де W – сила затиску;

ρ – тиск стислого повітря, $\rho=0,4 \dots 0,6$ МПа, приймаємо $\rho=0,5$ МПа;

η – ККД, $\eta = 0,85 \dots 0,95$, приймаємо $\eta = 0,85$ (табл. 1, с.409 [19]).

Діаметр пневмоциліндру розраховуємо за силою затиску при дії крутному моменту:

$$D = 2 \cdot \sqrt{\frac{18506}{0,5 \cdot 0,85 \cdot 3,14}} = 215,5 \text{ мм}$$

Основні параметри циліндра пневматичного вибираємо з (с.426 [19]):

- приймаємо два циліндра діаметром $D = 200$ мм;
- діаметр штока $d = 20$ мм;
- сила, що штовхає – 11400 Н;
- сила, що тягне – 10800 Н;
- тиск в системі $\rho=0,5$ МПа.

					ТМ 2009008-00 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		59

З переваг поршневих приводів є їх швидкісна дія та постійне зусилля. Недоліком – ударна дія приводу, яка створює шум.

Розрахунки точності пристосування.

Розрахунок похибки $\varepsilon_{пр}$ приводить до віднімання з допуску виконуваного розміру всіх інших складових загальної похибки обробки:

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

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]);

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.

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

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

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

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

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

									Лист
									60
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата					

- 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. Пристрій призначений для фрезерування шпонкового пазу на шпонково-фрезерному верстаті з ЧПК моделі 6Т13Ф3-1.

Деталь вал шліцьовий встановлюється на призму 5 до упору лівим торцем деталі та затискається за допомогою прихвата 4, котрий закріплюється за допомоги шпильки 26, до штоку 8. При подачі стиснутого повітря в штокову порожнину пневмо-камери циліндру 6, за допомогою рукоятки 11 на пневмо-вимикачі, поршень 1, під тиском повітря зі штоком 8, переміщується вниз. Потім прихватом 4, остаточно затискається деталь. Після закінчення фрезерування пазу повітря подається в без-штокову порожнину за допомогою рукоятки 11 на пневмо-вимикачі пневмо-камери шток 8, переміщується вгору та звільняє деталь.

					ТМ 2009008-00 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		61

ВИСНОВКИ

В дипломному проекті проведений аналіз конструкції та технологічності, службового призначення деталі, визначено тип виробництва – середньосерійний та визначена партія випуску деталей – 107 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 $\varnothing 40k6$, розраховано режими різання та норми часу.

В якості методу отримання заготовки був прийнятий метод ГKM, оскільки коефіцієнт використання матеріалу дорівнює 0,72, у порівнянні з прокатом - 0,50.

При аналізі технічних вимог були описані властивості сталі 45, 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 : 030 Вертикально-фрезерна з ЧПК та 045 Свердлильна з ЧПК.

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.

					ТМ 2009008-00 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		62

ПЕРЕЛІК ДЖЕРЕЛ ПОСИЛАННЯ

1. Справочник технолога - машиностроителя: В 2 т. / Под ред. А.Г. Косиловой и Р.К. Мещерякова. - 4-е изд., перераб. и доп. - М.: Машиностроение, 1986. - Т. 1 - 656 с.
2. Справочник технолога - машиностроителя: В 2 т. / Под ред. А.Г. Косиловой и Р.К. Мещерякова. - 4-е изд., перераб. и доп. - М.: Машиностроение, 1986. - Т. 2. - 496 с.
3. Марочник сталей і сплавів. <https://metinvest-smc.com/ua/steel/stal-15/>
4. Методичні вказівки до практичних робіт з дисципліни «Технологічні основи машинобудування» / Укладач О.У. Захаркін. – Суми: Вид-во СумДУ, 2009.– 53 с.
5. ГОСТ 7505-89 «Поковки стальные штампованные. Допуски, припуски и кузнечные напуски, издание официальное, Москва – 1990 г.
6. Общемашиностроительные нормативы режимов резания для технического нормирования работ на металлорежущих станках. - Ч. 1. Токарные, карусельные, токарно-револьверные, алмазно-расточные, сверлильные, долбежные и фрезерные станки.- М.: Машиностроение, 1974. - 416 с.
6. Справочник инструментальщика/ И.А. Ординарцев, Г.В. Филиппов, А.Н. Шевченко и др. Под общ.ред. И.А. Ординарцева. - Машиностроение. Ленингр. отд-ние, 1987.
7. Методичні вказівки та завдання до виконання практичних і контрольних робіт з курсу «Технологічні методи виробництва заготовок деталей машин»/ Укладачі: О.І. Акілов, Д.Г. Голдун. - Суми: Вид-во СумДУ, 2009. – 80 с.
8. Залого, В.О. Розрахунок режимів різання при точінні, свердлінні та фрезеруванні [Текст] : навч. посіб. / В. О. Залого. — К. : ІСДО, 1994. — 176 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. Панов А.А., Аникин В.В. Обработка металлов резанием: Справочник технолога; Под общ. Ред. А.А. Панова. 2-е изд., перераб. и доп.-М.:

										Лист
										63
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата	ТМ 2009008-00 ПЗ					

Машиностроение, 2004.-784 с.

11. Общемашиностроительные нормативы режимов резания для технического нормирования работ на шлифовальных и доводочных станках. - М.: Машиностроение, 1974. - 203 с.

12. Нефедов Н.А., Осипов К.А. Сборник задач и примеров по резанию металлов и режущему инструменту: Учебное пособие для техникумов. – 5-е изд., перераб. и доп. – М.: Машиностроение, 1990. – 448 с.

13. Захаркин А.У. Методические указания для практических работ по курсам «Теоретические основы изготовления деталей и сборки машин» и «Технология машиностроения» для студентов направления 0902 «Инженерная механика» всех форм обучения [Текст] : А. У. Захаркин, В. Г. Евтухов. – Сумы изд. СумДУ 2004. – 75 с.

14. Методичні вказівки до оформлення документації при виконанні розрахунково-графічних і курсових робіт, курсових і дипломних проектів з технології машинобудування: у 2 частинах. – Ч. 1. Загальні відомості / укладачі: В. Г. Євтухов, В. О. Іванов.–Суми : Сумський державний університет, 2011.–55 с.

15. Кушніров, П. В. Технологічна оснастка [Електронний ресурс] : навч. посіб. / П. В. Кушніров, А. В. Євтухов, І. М. Дегтярьов. — Суми : СумДУ, 2020. — 140 с.

16. Дичковський, М. Г. Технологічна оснастка. Курс лекцій [Текст] : навч. посіб. / М. Г. Дичковський. — Херсон : Олді-плюс, 2011. — 324 с.

17. Безпека життєдіяльності та охорона праці [Електронний ресурс] : довід. у 2-х ч. Ч. 1 : (А-Н) / Ю. В. Буц, О. І. Богатов, О. Г. Зима [та ін.] ; за заг. ред. Ю. В. Буца; Харківський національний економічний університет ім. С. Кузнеця. - Електрон. текстові дан. (2,71 МБ). - Харків : ХНЕУ ім. С. Кузнеця, 2020. - 181 с.

18. Охорона праці при роботі на металорізальних верстатах [Текст] : навч. посіб. / І.П. Пістун, І.О. Трунова, Т.В. Олянишен, Р.А. Яцюк. — Львів : Українська академія друкарства, 2011. — 372 с.

19. Кушніров П. В. Методичні вказівки до практичних занять з курсу “Технологічна оснастка”: П. В. Кушніров. – Суми: Вид-во Сум ДУ, 2009. – 52 с.

										Лист
										64
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата	ТМ 2009008-00 ПЗ					

Додатки

Додаток А

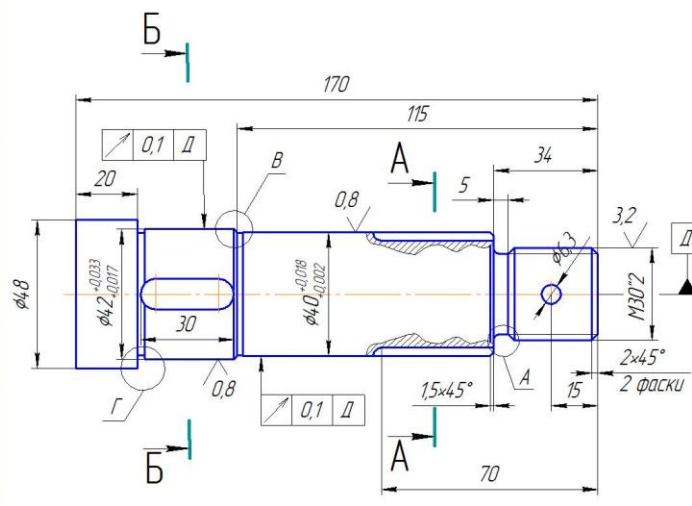
КРЕСЛЕННЯ ДЕТАЛІ
ВАЛУ ШЛІЦЬОВОГО

1238.12.67.49

1238.12.67.49

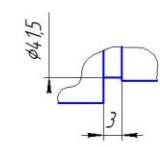
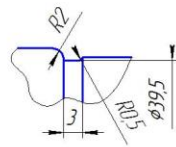
✓ Ra 6.3 (V)

Лист № промен. / Стор. № / Назв. об'єкту / Назв. № докум. / Листів і дата / Маш. № модел. / Листів і дата / Електрон. № / Назв. № докум. / Листів і дата

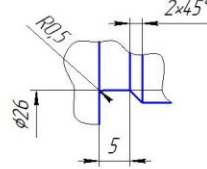


B (2:1)

Г (2:1)

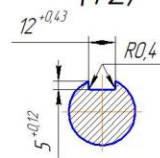
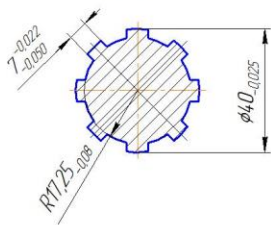


A (2:1)



A-A (1:1)

B-B (1:2)



1. HRC 40...45;
2. Не вказані граничні відхилення H14, h14, ± IT14;
3. HB 150...260.

				1238.12.67.49			
Имя	Лист	№ докум.	Наим.	Дата	Лист	Масштаб	
Разработ.	Евдокименко Т.В.	Проб.	Куш С.М.		1	1:1	
Утвер.	Коблиця Д.А.					Лист	Листов
И.контр.	Григоренко С.П.					1	
Этб.	Райченко Г.Г.						
					Вал шліцьовий		
					Сталь 45 ГОСТ 1050-88		
					Ніжинський НВК "Прогрес"		
					Капірабал / Формат А3		

Додаток Б

РОЗРАХУНОК ПРИПУСКІВ НА МЕХАНІЧНУ ОБРОБКУ

					ТМ 2009008-00 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		6

Расчетные значения		Принятые значения, мм								
припуск, нкн		расчетный размер, мм	расчетный размер	номинальный размер с предельными отклонениями	предельный размер		припуск, нкн			
миним	расч.				миним	максим	миним	расч.	макс	
-	-	46.869	46.91	45.51	+1.400 -0.800	44.71	46.91	-	-	-
3536	5736	41.132	41.133	41.008	+0.125 -0.125	40.883	41.133	3577	5777	6027
492	742	40.38	40.39	40.34	+0.050 -0.050	40.29	40.39	493	743	843
161	261	40.118	40.119	40.1	+0.019 -0.019	40.081	40.119	171	271	309
62	180	40.018	40.018	40	+0.018 +0.002	40.002	40.018	63	181	117

<Enter> - продолжение работы

<Esc> - возврат

Додаток В

ОХОРОНА ПРАЦІ ТА БЕЗПЕКА В
НАДЗВИЧАЙНИХ СИТУАЦІЯХ

ХАРАКТЕРИСТИКА, ДІЯ НА ОРГАНІЗМ ЛЮДИНИ, НОРМУВАННЯ ТА ЗАХИСТ ВІД ЕЛЕКТРОМАГНІТНИХ ПОЛІВ

Майбутнє та сьогодення важко уявити собі без комп'ютерів, телевізорів та іншої електронної техніки котрі можуть генерувати слабкі електромагнітні змінні поля широкого діапазону частот. Дослідження довели електромагнітні випромінювання приладів містять у собі торсіонну компоненту, яка може передавати інформацію про процеси, які відбувались в електронному приладі. Високу проникаючу здатність яка не піддається екрануванню містять в собі торсіонні поля. Їх вплив на користувача приладів несе у собі небезпеку.

Досліди, проведені вченими виявили, що електромагнітні поля, що утворюються технічними системами, значно слабші від магнітного поля Землі, є досить небезпечними для здоров'я. Статистика захворюваності підтверджує це. Механізм дії низько-інтенсивного опромінення на біологічні системи наука ще не визначила, але факти вже заявляють про надзвичайну небезпеку ([25], с.76).

Ця проблема досить глибока, вона сягає основ електромагнетизму. Залишаються не досліджуваними їх структурні особливості в електромагнітних полях. Які не можливо визначити ні з рівнянь Максвела та квантової теорії. Не залежать також і від напрямків електромагнітних полів енергетичних проявів.

Джерела ЕМП бувають штучні та природні.

До природних джерел ЕМП відносять:

- атмосферна електрика;
- космічне радіовимірювання;
- поля магнітного та електричного випромінювання Землі.

До джерел штучного походження відносять:

- лінії електро-передач (ЛЕП);
- радіотрансляційні станції;
- радіолокаційні установки;
- трансформатори високої частоти;
- вимірювальні медичні прилади.

						ТМ 2009008-00 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата			6

Електро-магнітні поля поділяють на:

- високої частоти - ВЧ;
- ультрависокої частоти - УВЧ;
- високої частоти – НВЧ.

Поля УВЧ, ТВЧ, НВЧ використовують в медицині. Їх виникнення схоже за призначенням з гамма-випромінювання, рентгенівським та інфрачервоним. Різниця між видами цієї енергії – полягає в довжині хвилі і частоті коливань.

Джерела:

- атмосферна електрика, радіовипромінювання галактики та Сонця, електричні та магнітні поля планети, випромінювання штучних джерел;
- постійні магнітні поля - соленоїди, електромагніти, імпульсні установки, металокерамічні та вилиті магніти.

В залежності від засобів їх зміни та потужності дія ЕМП на здоров'я людини може поділятися на наступні прояви: шкідливі, корисні, нейтральні (лікувально-терапевтичні).

Шкідливий вплив електромагнітного поля на людину, випромінюють радіолокаційні потужні станції, промислові установки, системи для висушування дерев, стерилізації органічних продуктів та сполук харчування. Багато випадків захворювання очей, мозку, органів статевої та вегето-судинної системи.

Від часу дії та напруги, залежить якою буде негативна дія електростатичних та магнітних полів. В результаті дії полів, що мають напруженість, що перевищує допустимі рівні, відбуваються проблеми нервової, серцево-судинної систем, біохімічних показників крові, органів травлення. Отже, техногенні ЕМП являються шкідливими для організму людини. Велика шкода виникає особливо тоді, коли рівні цих ЕМП перевищують рівень, санітарних норм.

Охорона здоров'я при впливу електромагнітних полів має важливе соціально-економічне та медичне значення. Обов'язковий контроль надається санітарному нагляду за джерелами полів випромінювання.

Санітарний нагляд містить основні положення вимог гігієни до засобів використання джерел випромінювання.

										Лист
										7
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата	ТМ 2009008-00 ПЗ					

Основними напрямками захисту від дії електромагнітних полів є: зменшення інтенсивності безпосереднього опромінення від самого джерела опромінювання, робочі місця екранують або віддаляють їх від джерел, практикують застосування засобів захисту. Їх можливо реалізувати завдяки автоматизованому контролю за роботою та дистанційному керуванню.

Захист має відповідати вимогам: не зниженню якості технічного обслуговування та ремонту; не істотного викривляння електромагнітного поля; не зниженню продуктивність праці.

На сьогодні електромагнітне забруднення від промисловості зараховують до найнебезпечніших факторів екологічної загрози, попри це дія його ще до кінця не вивчена. Не беруться навіть спрогнозувати, про тривале перебування біля потужного електромагнітного поля. Можливий головний біль — це тільки перший захисний сигнал реакції організму на вплив електромагнітного випромінювання. Перебування впливу тривалої дії електромагнітного поля зазвичай передуює виникненню онкологічних захворювань, втрат пам'яті, зміни поведінки, хвороби Альцгеймера і Паркінсона, погіршення функцій організму, передчасної смерті.

Спостерігається несприятливе впливання на організм людини електромагнітних випромінювань промислової частоти приблизно (50 герц) та радіохвильового діапазону. В будинках електромагнітні поля створює: телевізори, радіоапаратура, холодильники, що становить небезпеку. Безперечно, адже обійтися без електро-побутових приладів не є можливим в сучасному житті.

Промислові лінії електро-передач напругою близько до 1150 кВ, відкриті високо-потужні роздільні пристрої, комунікаційні електро-апарати, пристрої автоматичного захисту мереж, вимірювальні прилади являються джерелами електричних полів промислової частоти. Вплив таких полів виявляється через розлади, неврози, біль у скронях, потилиці, відчуття в'ялості, погіршення пам'яті, розлади сну, дратливості, апатії, серцевого білю, депресій, порушення функціонування центральної нервової системи, зміни складу крові тощо).

									Лист
									8
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата	ТМ 2009008-00 ПЗ				

Тому, необхідно обмежити час перебування людей під впливом електричного поля, створюваного струмом промислової частоти напругою яка може сягати близько 400 кВ ([25], с.89).

Дія ЕМП на людину. Нормування.

Вплив електромагнітних полів (ЕМП) залежить від щільності потоку енергії, тривалості впливу, частоти та режиму випромінювання, розмірів опромінюваної площі тіла та особливостей організму.

Людина зазнає біологічного та теплового впливу. При не сприятливій роботі механізм терморегуляції можливе підвищення температури тіла. Тепловий поріг сягає при цьому 100 Вт/м². Ця зміна викликає нагрівання тканин за рахунок змінної поляризації діелектриків та за рахунок створення струмів провідності. Тепловий ефект на організм людини є наслідком поглинання енергії ЕМП. Отримане надлишкове тепло, виділяється в організмі людини та поступово відводиться за рахунок функціонування терморегулювання. Однак, організм не завжди забезпечуватиме відведення тепла від органів і тому в подальшому підвищуватиметься температура тіла. Перегрівання негативно відбивається особливо на тканинах з слабо розвиненою судинною системою та з недостатньо функціонуючим кровообігом (мозок, очі, нирки, сечовий та жовчний міхур, шлунок). Опромінення очей спонукає помутнінню кришталика (хвороба-катаракта)втрату зору. Таке можливе у випадку надвисокочастотного опромінення: ПГЕ >10 мВт/см².

Вплив радіохвиль при інтенсивності ПГЕ<1 мВт/см² суттєво не створює значного теплового впливу, але сприяє виникненню головного білю, швидкої втоми, погіршення самопочуття, зміни провідності серцевого м'яза, зміни тиску, нервових розладів. Можливі трофічні розлади обумовленні: схудненням, випадання волосся, ламкістю нігтів, змінами периферійної крові. Зміни стають вже небезпечними на ранній стадії, котрі не зворотні. Вплив ЕМП являє фізіологічну адаптацію при послабленні імунологічних реакцій.

Отже, тепла дія являється найнебезпечнішою для організму, мозку, очей, нирок, кишечника. Виникають зміни білкового обміну під впливом ЕМП,

									Лист
									9
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата					

змінюються мікропроцеси в тканинах, відбувається гальмування реакції, спостерігається зниження артеріального тиску, що призводить в результаті – задишки, порушення сну та головного болю.

Встановлюють допустимі норми значення напруженості при діапазоні РЧ залежно від опромінювання, часу та окремо для професійної, виробничої та непрофесійної діяльності, в діапазонах СВЧ нормують інтенсивність - І.

Найрозповсюдженішим електромагнітним джерелом випромінювання у виробничій сфері на сьогодні займає комп'ютер. Вплив негативної дії від комп'ютера на людину – це наявність статичних навантажень, гіподинамія, навантаження на зір, електромагнітні опромінювання, психологічне надмірне навантаження.

					ТМ 2009008-00 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		10

Додаток Г

ГРАФІЧНА ЧАСТИНА РОБОТИ

1238.1267.49

Ra 12.5 ()

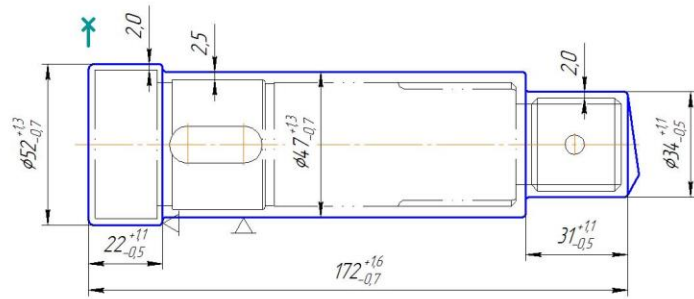
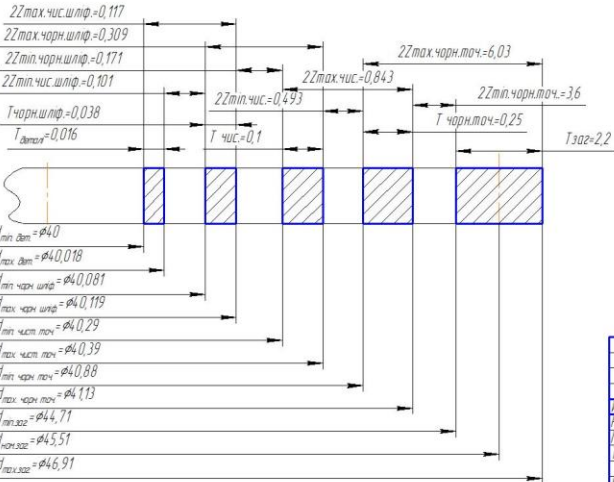
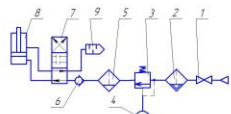
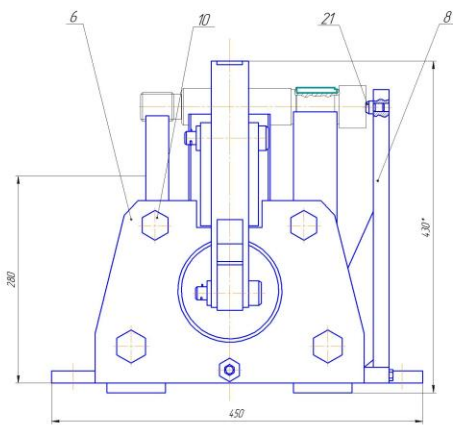
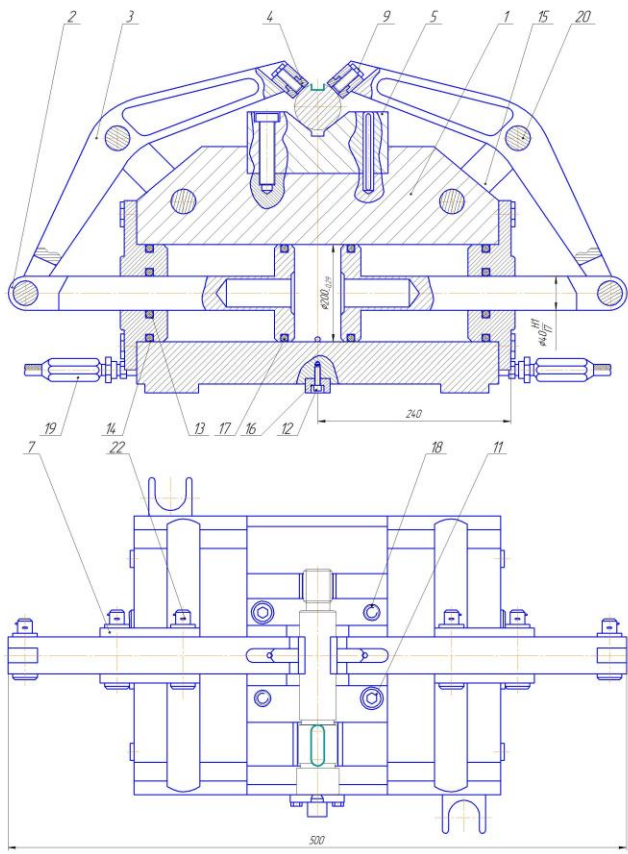


Схема розташування полів припусків і допусків для розміру φ40к6мм



1. Твердість НВ 131..170.
2. Група сталі М2, ступінь складності С1, клас точності Т4 ГОСТ 7505-89.
3. Невказані радіуси за ГОСТ 7505-89.
4. Штамповачні ухили за ГОСТ 7505-89.
5. Невказані граничні відхилення розмірів за ГОСТ 7505-89.

1238.1267.49			
Заготовка (поковка)		Лист	Масса
		24	11
Сталь 45 ГОСТ 1050-88		Листов	1
СумДУ, ТМ-91К			



1 - насос, 2 - фильтр - влагоотделитель, 3 - гидрозатвор,
 4 - манометр, 5 - фильтр - влагоотделитель, 6 - обратный клапан,
 7 - гидрозатворный четырехходовый, 8 - гидрозатворный.

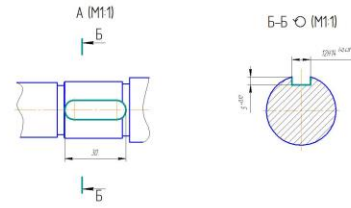
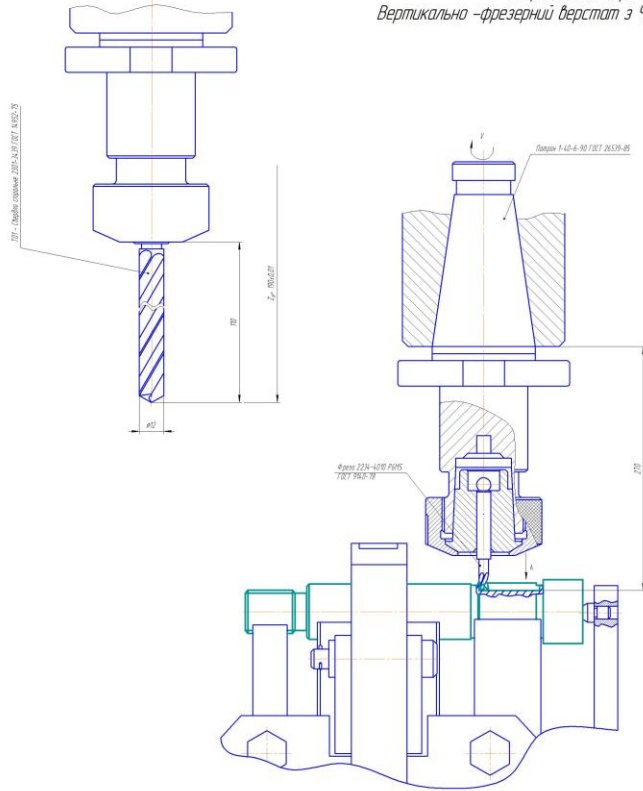
1. Давление сжатия 18506 Н;
 2. Давление сжатого воздуха 0,5 МПа;
 3. Диаметр цилиндра \varnothing 200 мм;
 4. * размер для добавок.

TM 20090032-07-01 СБ			
Исполнитель	М. В. В. В.	Проверен	И. В. В.
Составитель	И. В. В.	Дата	18.2.12
Коллектор	И. В. В.	Место	12
СумДУ ТМ-9к			Корпус 11

Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата

TM 2009008-06 ПЗ

Операция 030 Вертикально-фрезерная з ЧПК
 Вертикально-фрезерный верстат з ЧПК модели MIKRON VCE 800; N_{об} = 7,5 кВт



Циклограмма
руки инструмента P01



Циклограмма
руки инструмента P02



#	Наименование	Материал	С	С	С	С	С	С	С	С	С
п/п		дет. чертеж	мм	мм/об	с/дет	об/об	л	мм	мм	мм	мм
P01	Фреза спиральная	P30S	5	0.01	25	1000	1	-	0.01	0.001	0.01
P02	Фреза коническая	P30S	5	0.02	36.5	600	1	30	-	-	0.01

TM 2009008-06 ПЗ			
№ докум.	Исполн.	Провер.	Масштаб
TM 2009008-06 ПЗ	И.И.И.	И.И.И.	1:1
Операция изготовления на операции 030 Вертикально-фрезерная з ЧПК			Лист 21
Сумму TM-9к			Время 11