

**Івано-Франківський національний технічний університет
нафти і газу**

Інститут інженерної механіки

Кафедра комп'ютеризованого машинобудування

Сидоров Юрій Олексійович

(прізвище, ім'я, по батькові)

УДК 621.9
(індекс)

БАКАЛАВРСЬКА РОБОТА

Технологія виготовлення деталі «Вісь ПМК - 53 00 002»

Прикладна механіка

(назва освітньої програми)

131- Прикладна механіка

(шифр і назва спеціальності)

Ю.О. Сидоров

(підпис, ініціали та прізвище здобувача освітнього ступеня)

Науковий керівник Одосій З.М. к.т.н. доцент

(прізвище, ім'я, по батькові, науковий ступінь, вчене звання)

Допущено до захисту

Завідувач кафедри

професор

(посада)

(підпис)

(дата)

В.Г. Панчук

(ініціали та прізвище)

Рецензент

(посада)

(підпис)

(дата)

(ініціали та прізвище)

Робота містить результати власних розробок. Використання ідей, результатів і текстів інших авторів мають посилання на відповідне джерело

м.Івано-Франківськ-2021 рік

Івано-Франківський національний технічний університет нафти і газу

(повне найменування закладу вищої освіти)

Інститут інженерної механіки

Кафедра комп'ютеризованого машинобудування

Освітній рівень - бакалавр

Спеціальність 131-Прикладна механіка

(шифр і назва)

ЗАТВЕРДЖУЮ

Завідувач кафедри

В.Г. Панчук

« » 20 року

**З А В Д А Н Н Я
НА БАКАЛАВРСЬКУ РОБОТУ СТУДЕНТОВІ**

Сидорову Юрієві Олексійовичу

(прізвище, ім'я, по батькові)

1. Тема роботи Технологія виготовлення деталі «Вісь ПМК - 53 00 002»

керівник роботи Одосій З.М. к.т.н. доцент

(прізвище, ім'я, по батькові, науковий ступінь, вчене звання)

затвержені наказом закладу вищої освіти від "10"березня 2021 року № 93/7

2. Строк подання студентом роботи до 15.06.2021 р.

3. Вихідні дані до роботи 1. Робоче креслення деталі; 2.

Типовий технологічний процес (базовий)

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

1. Конструкторсько-технологічний аналіз

2. Проектування технології виготовлення деталі

3. Проектування технологічної оснастки

4. Створення керуючої програми для обробки на верстаті з ЧПК

5. Перелік графічного матеріалу (з точним зазначенням обов'язкових креслень)

1. Креслення деталі і заготовки

2. Карти технологічних налагоджень

3. Складальне креслення пристрою або вузла

4. Креслення технологічної оснастки

5. Автоматизована розробка керуючої програми для верстату з ЧПК

6. Консультанти розділів роботи

Розділ	Прізвище, ініціали та посада консультанта	Підпис, дата	
		завдання видав	завдання прийняв
	Одосій З.М. проф. каф. КМВ		

7. Дата видачі завдання 12 березня 2021 р.

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

№ з/п	Назва етапів бакалаврської роботи	Термін виконання етапів роботи	Примітка
1	Конструкторсько-технологічний аналіз	26.03.2021	
2	Проектування технології виготовлення деталі	20.04.2021	
3	Проектування технологічної оснастки	20.05.2021	
4	Створення керуючої програми для обробки на верстаті з ЧПК	02.06.2021	
5	Пояснювальна записка	12.06.2021	
6	Графічна частина	15.06.2021	

Студент

_____ (підпис)

Сидоров Ю.О.

(прізвище та ініціали)

Керівник роботи

_____ (підпис)

Одосій З.М.

(прізвище та ініціали)

З М І С Т

Зміст.....	4
Вступ.....	6
1 ТЕХНОЛОГІЧНА ЧАСТИНА.....	7
1.1 Опис призначення та аналіз технічних вимог до деталі.....	7
1.1.1 Опис призначення деталі та її функції у вузлі.....	7
1.1.2 Точність, шорсткість та взаємне розташування поверхонь.....	7
1.1.3 Характеристика матеріалу деталі.....	9
1.2 Аналіз технологічності конструкції деталі.....	10
1.2.1 Методи обробки для досягнення заданої точності деталі.....	10
1.2.2 Аналіз можливостей механічної обробки.....	11
1.3 Визначення програми випуску і кількості деталей в партії.....	12
1.4 Вибір способу отримання заготовки.....	14
1.5 Розробка маршруту обробки деталі.....	15
1.5.1 Аналіз базового технологічного процесу.....	15
1.5.2 Розробка послідовності механічної обробки з вказанням обладнання і пристроїв на яких вестиметься обробка.....	16
1.5.3 Розробка змісту кожної операції та схеми установки заготовки.....	17
1.6 Призначення припусків на механічну обробку.....	18
1.7 Розробка конструкції та розрахунок розмірів заготовки.....	21
1.8 Розрахунок режимів різання та основного часу.....	22
1.9 Технічне нормування операцій.....	27
2 КОНСТРУКТОРСЬКА ЧАСТИНА.....	32
2.1 Пристрій для механічної обробки.....	32
2.1.1 Вибір токарно патрона.....	32
2.2 Пристрій для контролю.....	33

2.3	Опис конструкції та призначення інструменту.....	37
2.3.1	Металорізальний інструмент.....	37
2.3.2	Вимірний інструмент.....	37
3 РОЗРОБКА КЕРУЮЧОЇ ПРОГРАМИ ДЛЯ ОБРОБКИ НА ВЕРСТАТІ З ЧПК.....		38
	Висновки.....	48
	Перелік джерел.....	50
	Додатки.....	51

ВСТУП

На даний час в Україні склалися такі обставини, що машинобудівна галузь знаходиться у процесі відновлення. Ці обставини безпосередньо вплинули на усі сфери відносин між підприємствами внаслідок суспільного розвитку, а також вплинули на політику, економіку та промисловість. Багато виробників змушені тепер займатися менеджментом, тобто власноруч шукати для себе найбільш вигідних постачальників і навіть споживачів тієї продукції, яку вони виготовляють.

Вихід з економічної кризи, безперечно, є ледь не першочерговим завданням для підприємств та усього народу країни на даному етапі, адже криза встигла поширитися практично на всі галузі господарства України. Тому, перед машинобудівною промисловістю стоять великі завдання.

Насамперед, необхідно зупинити спад виробництва і збільшити випуск конкурентноспроможних виробів в результаті заміни старого, зношеного

обладнання на продуктивніше, а також впровадження у виробництво нових досягнень науки і техніки, разом з передовими технологіями.

Потрібно збільшити випуск робото-технічних та автоматизованих комплектів і ліній, прогресивного ріжучого інструменту та технологічної оснастки, сучасних вимірних засобів, засобів автоматизації та контролю. У бакалаврській роботі запропонований новий технологічний процес механічної обробки деталі типу вісь та розглянуті інструменти та засоби, які використовуються в даному технологічному процесі.

У проєкті описано створення документації для виготовлення деталі «Вісь ПМК-53.00.002». Дана деталь виготовляється середньосерійно, тож усі розрахунки проведені згідно з цим.

1 ТЕХНОЛОГІЧНА ЧАСТИНА

1.1 Опис призначення та аналіз технічних вимог до деталі

1.1.1 Опис призначення деталі та її функції у вузлі

Дана деталь є тілом обертання, має циліндричну форму - вісь. Вісь має ступінчасту форму поверхонь, що призводить до ускладнення процесу виготовлення деталі. Дана вісь має два місця під посадку підшипників та поверхню під посадку спряженої деталі з шпонковим пазом. Поверхні вісі, що контактують з іншими деталями мають досить високу шорсткість, точність розмірів та форм. Дана деталь проходить термообробку нормалізацію до твердості поверхні HB 190...210.

1.1.2 Точність, шорсткість та взаємне розміщення поверхонь

В бакалаврській роботі розробляється технологічний процес на виготовлення 10 поверхонь.

Поверхня 1 і 5 – зовнішня циліндрична поверхня вала $\varnothing 28$ мм і довжиною 22 мм, виготовляється по квалітету k6, також проводиться термообробка нормалізація HB 190...210. Вона призначена для встановлення підшипника.

Поверхня 2 і 4 – зовнішня циліндрична поверхня вісі $\varnothing 42$ мм і довжиною 13 мм, виготовляється по квалітету n6.

Поверхня 3 – зовн. циліндрична поверхня вісі $\varnothing 48$ мм, довжина 42 мм.

Поверхня 6 і 7 – зовнішня торцева поверхня вісі довжиною 112 мм.

Поверхня 8 і 9 – зовнішня поверхня вісі, що має фаску розміром 2,5x45°.

Поверхня 10 – шпонковий паз на поверхні з шириною 14 мм і довжиною 38 мм, що виготовляється по квалітету h9.

Усі дані про вище зазначені поверхні наведені в табл. 1.1.

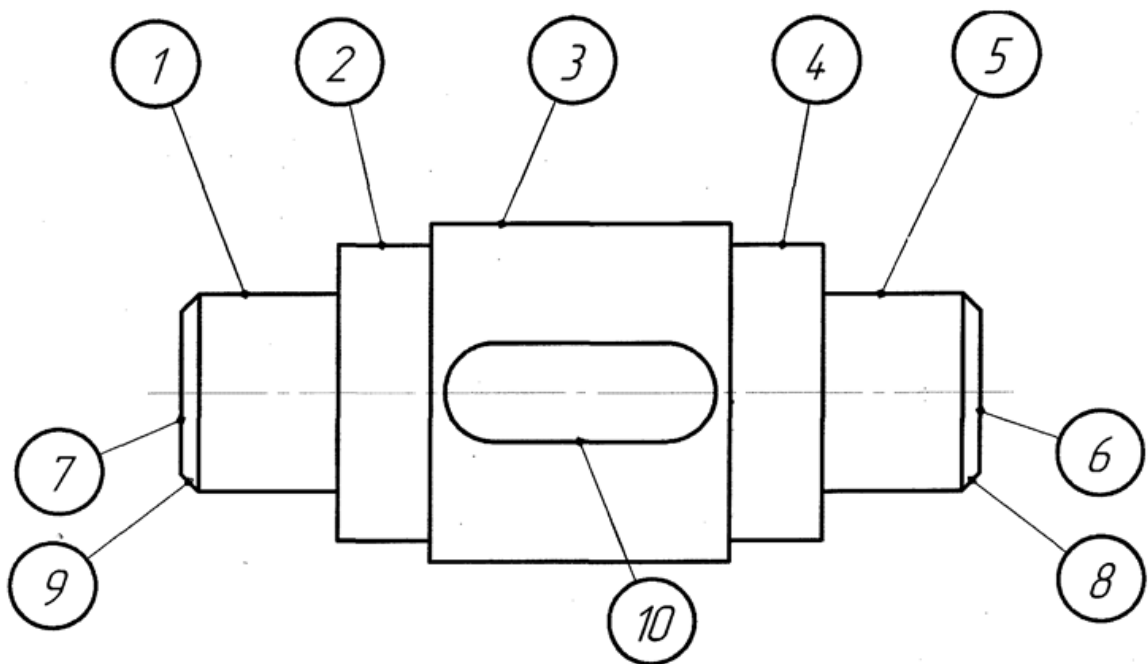


Рисунок 1.1 – Ескіз деталі з проставленими поверхнями.

Таблиця 1.1 – Технічні вимоги та точності характеристики деталі

№ поверхні	Розмір, що зв'язує поверхні	Точність розміру, допустимі відхилення від правильності форми і взаємного розташування поверхонь	Шорсткість поверхонь
1, 5	Ø28	k6	1,25
2, 4	Ø42	h14	6,3
3	Ø48	n6	1,6
6, 7	112	±IT14/2	12,5
8, 9	2,5×45°	±14/2	6,3
10	14 × 5,5 × 38	h9	6,3

1.1.3 Характеристика матеріалу деталі

Дана деталь (вісь) виготовляється зі сталі 40 ГОСТ 1050-74. Хімічний склад сталі 40 приведений у таблиці 1.2.

Таблиця 1.2 – Хімічний склад, % сталі 40 ГОСТ 4543-81

C	Si	Mn	S	P	Ni	Cr
			не більше			
0,37-0,45	0,17-0,37	0,50-0,80	0,040	0,040	0,25	0,25

Таблиця 1.3 – Механічні властивості сталі 40 ГОСТ 4543-81

Густина ρ , кг/м ³	Границя міцності на розтяг, δ_B	Модуль пружності E, МПа	Ударна в'язкість, $a_H 10^5$ Дж/м ²	НВ	
				до т.о.	після т.о.
7850	580	218500	6	174	207

Запропонована марка сталі найкраще підходить для виробництва даної деталі (вісі), оскільки вона має високі механічні властивості, які забезпечують надійність і довговічність експлуатації даної деталі.

1.2. Аналіз технологічності конструкції деталі

1.2.1 Методи обробки для досягнення заданої точності деталі

Методи обробки кожної поверхні вибираємо згідно з вимогами досягнення точності і шорсткості поверхонь ([3], с. 72). При цьому записуємо повну послідовність видів обробки і заносимо у таблицю 1.4.

Таблиця 1.4 – Методи досягнення заданої точності та шорсткості поверхонь деталі

№ поверхні	Розмір, точність та шорсткість поверхні	Вид обробки	Тип верстату
1,5	Ø28 k6 Ra 1,25	Токарна Точіння чорнове Точіння чистове Шліфування однократне	Токарний Круглошліфувальний
2, 4	Ø42 h14 Ra 6,3	Токарна Точіння чорнове Точіння чистове	Токарний
3	Ø48 n6 Ra 1,6	Токарна Точіння чорнове Точіння чистове Шліфування однократне	Токарний Круглошліфувальний
6, 7	1 112 ±IT 14/2 Ra 12,5	Токарна Точіння чорнове	Токарний
8, 9	2,5×45° Ra 6,3	Токарна Зняття фаски	Токарний
10	1 112 h9	Фрезерна Фрезерування шпонкового паза	Фрезерний

1.2.2 Аналіз можливостей механічної обробки

Технологічність конструкції – це сукупність властивостей конструкції виробу, що визначають її пристосованість до досягнення оптимальних витрат при виробництві, експлуатації і ремонті для заданих показників якості, обсягу випуску й умов виконання роботи.

Важливе місце серед вимог до техніко-економічних показників промислових виробів займають питання технологічності конструкції. Технологічність конструкції деталі аналізується з урахуванням умов її виробництва, розглядаючи особливості конструкції і вимоги якості як технологічні задачі виготовлювача.

Для визначення технологічності скористаємося якісним методом оцінки. Якісний метод оцінки технологічності деталі заснований на практичних рекомендаціях. Деталь Вісь (лист БР.ПМК-53.00.002.02) – виготовляється із сталі 40 ГОСТ 1050-74 шляхом механічної обробки прокату циліндричної форми, отже конфігурація зовнішнього контура заготовки є максимально простою – обмежена плоскими і циліндричними поверхнями. На валу виконано шпонковий паз на зовнішній циліндричній поверхні. На торцях вала виконані фаски, а на переходах ступеней - заокруглення радіусом 1 мм. Ці елементи є конструктивними і полегшують операцію складання. До конструкції деталі слід додати технологічно необхідні центрові отвори, які будуть служити технологічною базою на більшості операцій, і які забезпечать дотримання всіх вимог до взаємного розташування поверхонь.

До всіх оброблюваних поверхонь забезпечений зручний підвід різальних інструментів. Поверхні з необґрунтовано високою точністю та шорсткістю відсутні. Усі невідповідальні поверхні обробляються за 14 квалітетом точності. При обробці поверхонь дотримується принцип суміщення баз, що зменшує або усуває похибки базування.

Циліндричні поверхні деталі можна обробляти прохідними різцями. Діаметральні розміри шийок вала зменшуються до кінців. Деталь не має великих буртів, а кількість існуючих зменшити не можна, оскільки вони є конструктивно необхідними. Шпонковий паз закритий і замінити його на відкритий не можна. Жорсткість вісі допускає одержання високої точності обробки, оскільки відношення довжини до діаметру $l:d < 10$.

Вибраний матеріал (сталь 40) є технологічним при обробці лезовим інструментом, а також піддається обробці тиском, що розширить можливості вибору заготовки.

1.3 Визначення програми випуску і кількості деталей в партії

Вихідні дані:

тип виробництва – середньосерійний;

режим роботи підприємства – дві зміни.

Визначення програми випуску продукції проводимо залежно від типу виробництва, габаритів та маси деталі.

При масі деталі $m \leq 20$ кг і середньосерійному виробництві діапазон річної програми випуску становить $N_p = 1000 \dots 5000$ шт. ([4], табл. 2.1, с.27).

Приймаємо річну програму випуску рівною $N_p = 3000$ шт.

Визначаємо номінальний річний фонд робочого часу обладнання

$$F_{\text{н.обл}} = F \cdot m \cdot t = 247 \cdot 2 \cdot 8 = 3952 \text{ год.}, \quad (3.1)$$

де F – число робочих днів у році; $F=247$ днів;

m – число змін;

t – тривалість зміни; $t=40/5=8$ год; де 5 – кількість робочих днів на тиждень.

Дійсний фонд робочого часу обладнання

$$F_{\text{н.обл}} = F_{\text{н.обл}} \cdot k = 3952 \cdot 0,96 = 3794 \text{ год.}, \quad (3.2)$$

де k – коефіцієнт, що враховує витрати з організаційно-технічних причин; $k=0,96$.

Кількість деталей в партії в партії для одночасного запуску ([5], с. 23)

$$n = N_p \cdot \frac{a}{F} = 3000 \cdot \frac{6}{247} = 72,9, \quad (3.3)$$

де a – періодичність запуску в днях (рекомендується наступна періодичність запуску деталей 3, 6, 12, 24), приймаємо $a=6$.

Коректуємо розмір партії деталей із врахуванням зручності планування й організації виробництва. Коректування полягає у визначенні кількості змін на обробку всієї партії на основних робочих місцях ([5], с. 23):

$$c = T_{\text{ш-кер}} \cdot \frac{n}{480 \cdot 0,8}, \quad (3.4)$$

де $T_{\text{ш-кер}}$ – середній штучно-калькуляційний час на основних робочих місцях, $T_{\text{ш-кер}} = 11,2$ хв.;

480 – дійсний фонд часу роботи обладнання протягом однієї зміни, хв.;

0,8 – нормативний коефіцієнт завантаження верстатів у серійному виробництві.

$$c = \frac{11,2 \cdot 72,9}{480 \cdot 0,8} = 2,16.$$

Розрахункову кількість змін округлюємо до цілого числа $c_{\text{пр}} = 2$, розмір партії деталі, яка необхідна для завантаження обладнання на основних операціях протягом цілого числа змін ([5], с. 23):

$$n_{\text{пр}} = \frac{480 \cdot 0,8 \cdot c_{\text{пр}}}{T_{\text{ш-кер}}} = \frac{480 \cdot 0,8 \cdot 2}{11,2} = 69 \text{ шт.}$$

1.4 Вибір способу отримання заготовки

Заготовки в серійному виробництві одержують такими методами: з прокату; відливанням в металеві форми (кокіль); під тиском; відцентровим литтям; литтям в оболонкові форми; литтям з використанням моделей, що виплавляються; гарячим штампуванням на молотах, пресах, горизонтально кувальних машинах.

Найбільш конкурентними є наступні способи одержання заготовок із сталі 40, які максимально наближають розміри заготовки до розмірів готової деталі і є відносно не дорогими - це литво заготовки в кокіль, штампування на ГKM та виготовлення з круглого прокату.

Штампування на горизонтально-кувальних машинах (ГKM) є найбільш рентабельним способом отримання заготовки. Продуктивність до 400 поковок за годину.

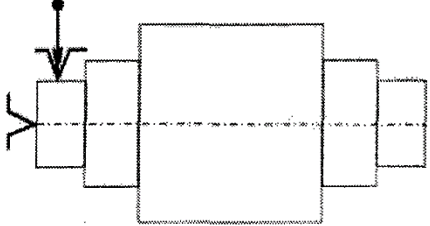
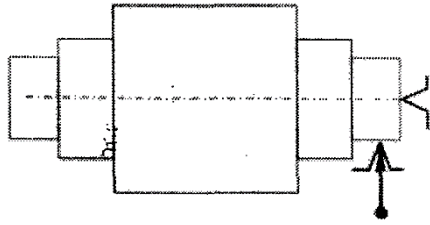
В якості альтернативи пропонується отримання заготовки литвом в кокіль. Спосіб отримання заготовки литвом є рентабельним при серійному виробництві з випуском від 2000 деталей в рік. При середньосерійному виробництві в процесі литва в кокіль під тиском оснасткою служать металеві моделі і стержневі ящики. При виготовленні форми для лиття малі переходи на моделі згладжуються, адже це спрощує виготовлення моделі і форми та зменшує ливарні дефекти.

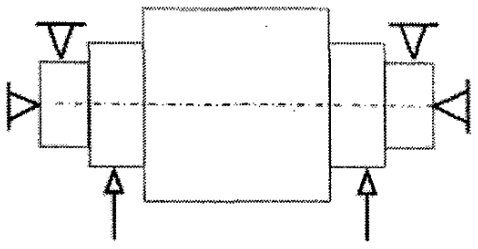
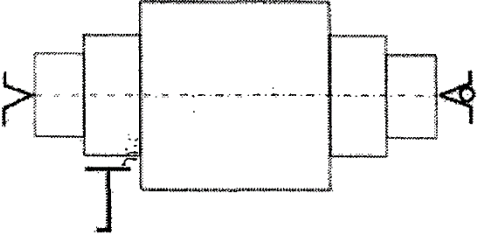
Проте найбільш раціональним способом отримання заготовки є використання круглого прокату. При цьому з одного відрізаного стержня довжиною до 1150 мм і діаметром $\varnothing 50$ мм можна отримати одразу десять заготовок на першій же токарно-гвинторізній операції.

1.5 Розробка маршруту обробки деталі

1.5.1 Аналіз базового технологічного процесу

Таблиця 1.5 – Опис базового техпроцесу

№ техпроцесу	Назва та зміст операції	Обладнання	Схема базування
005	Заготівельна Штапування ГKM Обробка і очистка заготовки	ГKM, слюсарний інструмент	-
010	Токарна Підрізати остаточно і центрувати торець 6 Точити поверхні 3, 4, 5 начисто Точити фаску $2,5 \times 45^\circ$ на торці 6	Токарно-гвинторізний верстат 16K20	
015	Токарна Підрізати остаточно і центрувати торець 7 Точити поверхні 1, 2 начисто Точити фаску $2,5 \times 45^\circ$ на торці 7	Токарно-гвинторізний верстат 16K20	

020	Фрезерна Фрезерувати шпонковий паз 14×5,5×38	Шпонково- фрезерний верстат 6930	
025	Термообробка	-	-
030	Шліфувальна Шліфувати почергово поверхні 1, 5	Кругло- шліфувальний верстат 3У10В	
040	Технічний контроль	Слюсарний інструмент	-

1.5.2 Розробка послідовності механічної обробки з вказанням обладнання і пристроїв на яких вестиметься обробка

При середньосерійному виробництві механічну обробку деталі здійснюємо на металорізальних верстатах, які оснащені числовим програмним керуванням.

Послідовність обробки деталі вибираємо таку, щоб забезпечити максимальну продуктивність виготовлення деталі.

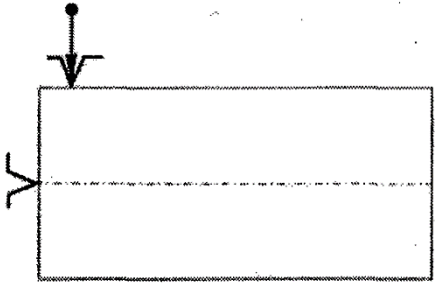
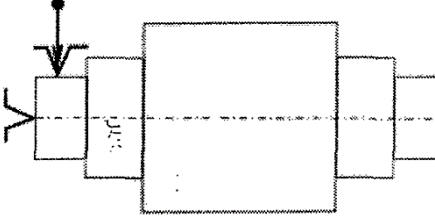
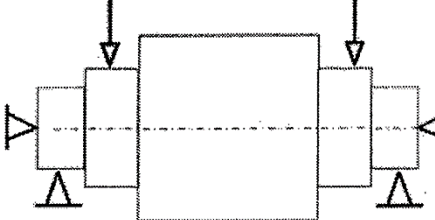
З однієї заготовки круглого прокату отримуємо десять деталей. Спочатку для скорочення часу обробки проводимо проточування цілої заготовки, що закріплена в трикулачковому самоцентруючому патроні по поверхні однократно. Проводимо підрізання торця 6 і точимо фаски $2,5 \times 45^\circ$ на токарно-гвинторізному верстаті 16К20Ф3, спочатку проводимо підрізання, а потім центрування торця 6. На цьому ж верстаті проводимо обробку поверхні 4 і 5. Далі відрізаємо заготовку. Перевстановлюємо її в трикулачковий самоцентруючий патрон і підрізаємо торець і фаску з іншого боку. Точимо поверхні 1 і 2.

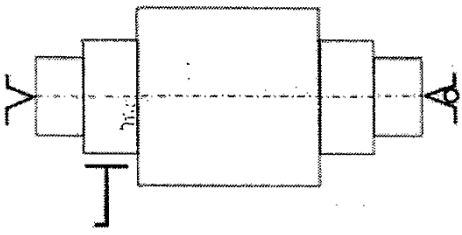
Далі на шпонково-фрезерному верстаті 6930 фрезеруємо шпонковий паз 10 на поверхні 3. Далі деталь піддаємо термічній обробці – нормалізації. Після термообробки деталь закріплюємо в центри на круглошліфувальному верстаті 3910В і шліфуємо поверхні 1, 3 і 5 почергово (з перевстановленням).

Деталь промиваємо і піддаємо технічному контролю.

1.5.3 Розробка змісту кожної операції та схеми установки заготовки

Таблиця 1.6 – Зміст кожної операції та схеми установки заготовки

№ техпроцесу	Назва та зміст операції	Обладнання	Схема установки
005	Заготівельна Рубати пруток Ø50 мм витримуючи розмір 1150 мм	Прес К9534	-
010	Правити пруток (за необхідності)	Прес И5529	-
015	Токарно-гвинторізна з ЧПК Точити поверхню 3 однократно Підрізати остаточно і центрувати торець 6 Точити поверхні 3, 4, 5 начисто Точити фаску 2,5×45° на торці 6	Токарно-гвинторізний з ЧПК Верстат моделі 16К20Ф3 наладка	
020	Токарно-гвинторізна з ЧПК Підрізати остаточно і центрувати торець 7 Точити поверхні 1, 2 начисто Точити фаску 2,5×45° на торці 7	Токарно-гвинторізний з ЧПК Верстат моделі 16К20Ф3 Патрон трикулачковий самоцентруючий	
025	Шпонково-фрезерна Фрезерувати шпонковий паз 14×5,5×38	Шпонково-фрезерний верстат 6930 тиски верстатні	
030	Термообробка	-	-

035	Круглошліфувальна Шліфувати поверхні 1, 5	Кругло- шліфувальний верстат 3У10В центри, хомутик	
040	Технічний контроль	Вимірний інструмент	-

1.6 Призначення припусків на механічну обробку

Виходячи зі способу отримання заготовки та її форми, припуски на механічну обробку призначаємо за нормативами на поверхні 3, 6 і 7 та кожен перехід для даних поверхонь. Уточнюємо кількість та послідовність переходів для вказаних поверхонь.

Результати обрахунків та усі дані заносимо в таблицю 1.7.

Таблиця 1.7 – Припуски на механічну обробку

№ поверхні, переходу	Переходи механічної обробки	Величина припуску, мм	Джерело
Торцева поверхня 6 (L=112 мм, Ø48 мм)			
1	Точіння однократне	Z=1,2	[1], с. 185
Зовнішня поверхня 3 Ø48n6 ^(+0,033/+0,017)			
1	Точіння однократне	2Z=1,1	[1], с. 184
Торцева поверхня 7 (L=112 мм, Ø48 мм)			
1	Точіння однократне	Z=1,2	[1], с. 185

У процесі роботи з заготовкою ми матимемо дві операції, а саме – чистову обробку і шліфувальну обробку. Після чистової обробки отримаємо діаметр Ø48,5. Після шліфувальної обробки отримаємо кінцевий діаметр нашої деталі – Ø48.

Припуск на чистову обробку:

$$2Z=1,5.$$

Припуск на шліфувальну обробку:

$$2Z=0,5.$$

Для заготовки: $R_z=150$, $T=250$.

Для чистової обробки: $R_z=30$, $T=30$.

Для шліфувальної обробки: $R_z=5$, $T=15$.

Для обрахунків застосовуємо наступну формулу:

$$\rho = \frac{\rho_K}{\rho_K^2 + 0,25} \cdot l$$

Вибираємо значення:

$$\Delta_K=0,1; \quad l=56.$$

Знаходимо ρ_K за формулою:

$$\begin{aligned}\rho_K &= \Delta_K \cdot l; \\ \rho_K &= 0,1 \cdot 56 = 5,6.\end{aligned}$$

Підставляємо отримані значення та знаходимо ρ :

$$\rho = \frac{5,6}{31,36 + 0,25} \cdot 56 = 9,92.$$

Залишкове просторове відхилення після попереднього обточування:

$$\rho_1 = 0,1 \cdot 990 = 99.$$

Розрахунок мінімальних значень припусків проводимо згідно основної формули:

$$2z_{min} = 2(150 + 250 + 990) = 2780.$$

$$2z_{min} = 2(50 + 50 + 99) = 398.$$

Значення допусків: для $n_6=16$, для $h_8=39$, для $h_9=74$.

Розрахунковий розмір d_p заповнюється починаючи з кінцевого розміру шляхом послідовного додавання розрахункового мінімального припуску кожного технологічного переходу:

$$d_p = d_{min} + 2z_{min}.$$

$$d_p = 48,017 + 0,398 = 48,415.$$

Записавши у відповідну графу розрахункової Таблиці 1.9 значення допусків на кожний технологічний перехід і заготовку, в графі «Граничний розмір» визначимо їх мінімальні значення для кожного технологічного переходу, округлюючи розрахункові розміри збільшенням їх значень. Найбільші граничні

розміри розраховуємо додаванням допуску до округленого найменшого граничного розміру:

$$d_{max} = d_{min} + \delta .$$

Граничні значення припусків z_{max}^{pp} визначаємо як різницю найбільших граничних розмірів та z_{min}^{pp} – як різницю найменших граничних розмірів попереднього та дійсного переходів.

Загальні припуски $z_{o_{min}}$ і $z_{o_{max}}$ розраховуємо так само, як і у попередньому прикладі, додаючи проміжні припуски та записуючи їх значення внизу відповідних граф:

$$z_{o_{min}} = 398 + 2780 = 3178;$$

$$z_{max}^{pp} = 421 + 2815 = 3236.$$

Номинальний припуск визначається з урахуванням розташування поля допуску заготовки:

$$z_{o_{ном}} = z_{o_{min}} + H_3 - H_d.$$

Нижнє відхилення розміру заготовки знаходимо за ГОСТ 7505-74, мм:

$$z_{o_{ном}} = 3178 + 74 - 16 = 3236;$$

$$d_{з_{ном}} = 48,017 + 3,236 \approx 50.$$

Отримані дані заносимо у таблицю 1.8.

Таблиця 1.8 – Розрахунок припусків та граничних розмірів по технологічним переходам на обробку поверхні

Технологічні переходи обробки поверхні	Елементи припуску, мкм			Розр. припуск, $2z_{min}$	Розр. розмір d_p , мм	Допуск Δ , мкм	Граничний розмір, мм		Граничні припуски, мкм	
	R_z	T	ρ				d_{min}	d_{max}	$2z_{min}^{pp}$	$2z_{max}^{pp}$
Заготовка	150	250	0,99	-	-	74	51,195	51,269	-	-
Чистова обробка	30	30	0,99	2780	-	39	48,415	48,454	2780	2815
Шліфувальна обробка	5	15	0,99	398	-	16	48,017	48,033	398	421

1.7 Розробка конструкції та розрахунок розмірів заготовки

Заготовкою для виготовлення даної деталі служить круглий прокат. При максимальних габаритних розмірах заготовки до 1150 мм точність відрізання $\pm 0,8$ мм [3, с. 582], а припуск на розрізання 2 мм.

Розміри заготовки визначаємо шляхом нарощування максимальних припусків на механічну обробку:

поверхня 6 $Z_6 = 1,2$ мм;

поверхня 3 $Z_3 = 1,1$ мм;

поверхня 7 $Z_7 = 1,2$ мм.

Припуски на поверхні 6 і 7 будуть рівні $Z_6 = 1,2$ мм і $Z_7 = 1,2$ мм. Виходячи з цього, довжина заготовки буде дорівнювати:

$$Z_6 + Z_7 + 112 + 2 = 116,4 \text{ мм.}$$

Отже, довжина буде рівна $116,4 \pm 0,8$ мм.

Зовнішній циліндричний діаметр заготовки $Z_{\Sigma 3} = 1,1$ мм буде рівний:

$$2Z_3 + 48 = 50,2 \text{ мм.}$$

Округлюємо до стандартного значення круглого прокату – 50 мм.

Отже, діаметр циліндричної частини заготовки дорівнюватиме $50_{-0,62}$.

Креслення заготовки представлено на листі БР.ПМК-53.00.002.01.

1.8 Розрахунок режимів різання та основного часу

Режими різання вибираємо за нормативами і заносимо в таблицю 1.9. Подачу на оберт S_0 вибираємо з табличних даних, представлених у [2, розд. 4, табл. 2-5, 34, 69]. Швидкість різання, частоту обертання та основний час роботи визначаємо за емпіричними формулами, приведеними в [2, с. 415-469].

Таблиця 1.9 – Режими різання

№ поверхні	Переходи механічної обробки	Розміри оброблюваної поверхні		Режими різання				Основний час T_0 , хв
		D, D/d, мм	L, B, мм	t, мм	S_0 , мм/об	v, м/хв	n, хв ⁻¹	
1, 5	Точіння чорнове Точіння чистове Шліфування*	28	22	8	0,4	70	750	0,073
				1,5	0,25	120	1360	0,065
				0,02	3	25	3300	0,02
2, 4	Точіння чорнове Точіння чистове	42	35	1,5	0,4	90	680	0,128
				1,5	0,25	120	910	0,057

3	Точіння чорнове Точіння чистове Шліфування*	48	112	0,8 0,2 0,02	0,4 0,25 3	100 140 25	660 930 3300	0,424 0,482 0,03
6, 7	Відрізання Підрізання торця	48	-	- 1,2	0,1 0,25	60 110	400 730	1,2 0,263
8, 9	Точити фаски	2×45°	-	1,41	0,25	120	1360	0,004
10	Фрезерування шпонкового паза	14	38	5,5	0,08	8	180	2,639

* – для шліфування в v – окружна швидкість деталі; n – частота обертання круга.

Розрахунок елементів режимів різання:

Швидкість різання розраховуємо за формулами:

- для точіння $v = \frac{C_v}{T^m \cdot t^x \cdot S_o^y} \cdot K_v$;

- для відрізання $v = \frac{C_v}{T^m \cdot S_o^y} \cdot K_v$;

- для фрезерування $v = \frac{C_v \cdot D^q}{T^m \cdot t^x \cdot S_o^y \cdot B^u \cdot z^p} \cdot K_v$;

де T – стійкість інструмента, при одноінструментальний обробці $T=60$ хв.;

t – глибина різання, мм;

S_o – подача, мм/об;

D – діаметр інструмента, мм;

B – ширина інструмента, мм;

z – кількість зубів, шт.;

C_v , m , x , y , q , u , p – постійні емпіричні, що визначаються з таблиць;

K_v – загальний поправочний коефіцієнт.

Для точіння $K_v = K_{mv} \cdot K_{nv} \cdot K_{uv} \cdot K_{\phi v} \cdot K_{\phi lv} \cdot K_{rv} \cdot K_{qv} \cdot K_{ov}$;

Для свердління $K_v = K_{mv} \cdot K_{uv} \cdot K_{nv}$;

Поверхні 1, 5

- точіння чорнове: $C_v = 350, x = 0,15, y = 0,35, m = 0,2$ [2, табл. 8];

коефіцієнт впливу механічних властивостей сталі $K_{mv} = \frac{750}{580} = 1,29$ [2, табл. 9];

коефіцієнт впливу поверхні заготовки $K_{nv} = 0,9$ [2, табл. 14]; коефіцієнт впливу матеріалу інструмента $K_{uv} = 0,4$ [2, табл. 15]; коефіцієнти впливу параметра різця [2, табл. 16]; $K_{\phi v} = 1, K_{\phi lv} = 0,94, K_{rv} = 1,03, K_{qv} = 1$; коефіцієнт впливу обробки $K_{ov} = 1$ [2, табл. 17];

$$v = \frac{350}{60^{0,2} \cdot 8^{0,15} \cdot 0,4^{0,35}} \cdot 1,29 \cdot 0,9 \cdot 0,4 \cdot 1 \cdot 0,94 \cdot 1,03 \cdot 1 \cdot 1 \approx 70 \text{ м/хв.}$$

- точіння чистове: $C_v = 420, x = 0,15, y = 0,2, m = 0,2$ [2, табл. 8];

коефіцієнт впливу механічних властивостей сталі $K_{mv} = 1,29$ [2, табл. 9];

коефіцієнт впливу поверхні заготовки $K_{nv} = 0,9$ [2, табл. 14]; коефіцієнт впливу матеріалу інструмента $K_{uv} = 0,4$ [2, табл. 15]; коефіцієнти впливу параметра різця [2, табл. 16] $K_{\phi v} = 1, K_{\phi lv} = 0,94, K_{rv} = 1,03, K_{qv} = 1$; коефіцієнт впливу обробки $K_{ov} = 1$ [2, табл. 17];

$$v = \frac{420}{60^{0,2} \cdot 1,5^{0,15} \cdot 0,25^{0,35}} \cdot 1,29 \cdot 0,9 \cdot 0,4 \cdot 1 \cdot 0,94 \cdot 1,03 \cdot 1 \cdot 1 \approx 120 \text{ м/хв.}$$

Поверхні 2, 4

- точіння чорнове: $C_v = 350, x = 0,15, y = 0,35, m = 0,2$ [2, табл. 8];

коефіцієнт впливу механічних властивостей сталі $K_{mv} = \frac{750}{580} = 1,29$ [2, табл. 9]; коефіцієнт впливу поверхні заготовки $K_{nv} = 0,9$ [2, табл. 14]; коефіцієнт впливу матеріалу інструмента $K_{uv} = 0,4$ [2, табл. 15]; коефіцієнти впливу параметра різця [2, табл. 16]; $K_{\phi v} = 1, K_{\phi lv} = 0,94, K_{rv} = 1,03, K_{qv} = 1$; коефіцієнт впливу обробки $K_{ov} = 1$ [2, табл. 17];

$$v = \frac{350}{60^{0,2} \cdot 1,2^{0,15} \cdot 0,4^{0,35}} \cdot 1,29 \cdot 0,9 \cdot 0,4 \cdot 1 \cdot 0,94 \cdot 1,03 \cdot 1 \cdot 1 \approx 90 \text{ м/хв.}$$

- точіння чистове: $C_v = 420, x = 0,15, y = 0,2, m = 0,2$ [2, табл. 8];

коефіцієнт впливу механічних властивостей сталі $K_{mv} = 1,29$ [2, табл. 9];

коефіцієнт впливу поверхні заготовки $K_{nv} = 0,9$ [2, табл. 14]; коефіцієнт впливу матеріалу інструмента $K_{uv} = 0,4$ [2, табл. 15]; коефіцієнти впливу параметра різця

[2, табл. 16] $K_{\varphi v} = 1, K_{\varphi lv} = 0,94, K_{rv} = 1,03, K_{qv} = 1$; коефіцієнт впливу обробки $K_{ov} = 1$ [2, табл. 17];

$$v = \frac{420}{60^{0,2} \cdot 1,5^{0,15} \cdot 0,25^{0,2}} \cdot 1,29 \cdot 0,9 \cdot 0,4 \cdot 1 \cdot 0,94 \cdot 1,03 \cdot 1 \cdot 1 \approx 120 \text{ м/хв.}$$

Поверхня 3

- точіння чорнове: $C_v = 350, x = 0,15, y = 0,35, m = 0,2$ [2, табл. 8];

коефіцієнт впливу механічних властивостей сталі $K_{mv} = \frac{750}{580} = 1,29$ [2, табл. 9];

коефіцієнт впливу поверхні заготовки $K_{nv} = 0,9$ [2, табл. 14]; коефіцієнт впливу матеріалу інструмента $K_{uv} = 0,4$ [2, табл. 15]; коефіцієнти впливу параметра різця [2, табл. 16]; $K_{\varphi v} = 1, K_{\varphi lv} = 0,94, K_{rv} = 1,03, K_{qv} = 1$; коефіцієнт впливу обробки $K_{ov} = 1$ [2, табл. 17];

$$v = \frac{350}{60^{0,2} \cdot 0,8^{0,15} \cdot 0,4^{0,35}} \cdot 1,29 \cdot 0,9 \cdot 0,4 \cdot 1 \cdot 0,94 \cdot 1,03 \cdot 1 \cdot 1 \approx 100 \text{ м/хв.}$$

- точіння чистове: $C_v = 420, x = 0,15, y = 0,35, m = 0,2$ [2, табл. 8];

коефіцієнт впливу механічних властивостей сталі $K_{mv} = \frac{750}{580} = 1,29$ [2, табл. 9];

коефіцієнт впливу поверхні заготовки $K_{nv} = 0,9$ [2, табл. 14]; коефіцієнт впливу матеріалу інструмента $K_{uv} = 0,4$ [2, табл. 15]; коефіцієнти впливу параметра різця [2, табл. 16] $K_{\varphi v} = 1, K_{\varphi lv} = 0,94, K_{rv} = 1,03, K_{qv} = 1$; коефіцієнт впливу обробки $K_{ov} = 1$ [2, табл. 17];

$$v = \frac{420}{60^{0,2} \cdot 0,2^{0,15} \cdot 0,25^{0,2}} \cdot 1,29 \cdot 0,9 \cdot 0,4 \cdot 1 \cdot 0,94 \cdot 1,03 \cdot 1 \cdot 1 \approx 140 \text{ м/хв.}$$

Поверхні 6, 7

- відрізання: $C_v = 47, x = 0, y = 0,8, m = 0,2$ [2, табл. 8]; коефіцієнт впливу механічних властивостей сталі $K_{mv} = \frac{750}{580} = 1,29$ [2, табл. 9]; коефіцієнт впливу поверхні заготовки $K_{nv} = 0,9$ [2, табл. 14]; коефіцієнт впливу матеріалу інструмента $K_{uv} = 0,4$ [2, табл. 15]; коефіцієнти впливу параметра різця [2, табл.

16]; $K_{\varphi v} = 1, K_{\varphi lv} = 0,94, K_{rv} = 1,03, K_{qv} = 1$; коефіцієнт впливу обробки $K_{ov} = 1$ [2, табл. 17];

$$v = \frac{47}{60^{0,2} \cdot 0,1^{0,8}} \cdot 1,29 \cdot 0,9 \cdot 0,4 \cdot 1 \cdot 0,94 \cdot 1,03 \cdot 1 \cdot 1 \approx 60 \text{ м/хв.}$$

- підрізання торця: $C_v = 420, x = 0,15, y = 0,2, m = 0,2$ [2, табл. 8];

коефіцієнт впливу механічних властивостей сталі $K_{mv} = \frac{750}{580} = 1,29$ [2, табл. 9];

коефіцієнт впливу поверхні заготовки $K_{nv} = 0,9$ [2, табл. 14]; коефіцієнт впливу матеріалу інструмента $K_{uv} = 0,4$ [2, табл. 15]; коефіцієнти впливу параметра різця [2, табл. 16] $K_{\varphi v} = 1, K_{\varphi lv} = 0,94, K_{rv} = 1,03, K_{qv} = 1$; коефіцієнт впливу обробки $K_{ov} = 1$ [2, табл. 17];

$$v = \frac{420}{60^{0,2} \cdot 1,2^{0,15} \cdot 0,25^{0,2}} \cdot 1,29 \cdot 0,9 \cdot 0,4 \cdot 1 \cdot 0,94 \cdot 1,03 \cdot 1 \cdot 1 \approx 110 \text{ м/хв.}$$

Поверхні 8, 9

- підрізання фаски: $C_v = 420, x = 0,15, y = 0,2, m = 0,2$ [2, табл. 8];

коефіцієнт впливу механічних властивостей сталі $K_{mv} = \frac{750}{580} = 1,29$ [2, табл. 9];

коефіцієнт впливу поверхні заготовки $K_{nv} = 0,9$ [2, табл. 14]; коефіцієнт впливу матеріалу інструмента $K_{uv} = 0,4$ [2, табл. 15]; коефіцієнти впливу параметра різця [2, табл. 16]; $K_{\varphi v} = 1, K_{\varphi lv} = 0,94, K_{rv} = 1,03, K_{qv} = 1$; коефіцієнт впливу обробки $K_{ov} = 1$ [2, табл. 17];

$$v = \frac{420}{60^{0,2} \cdot 1,41^{0,15} \cdot 1,2^{0,2}} \cdot 1,29 \cdot 0,9 \cdot 0,4 \cdot 1 \cdot 0,94 \cdot 1,03 \cdot 1 \cdot 1 \approx 120 \text{ м/хв.}$$

- фрезерування шпонкового паза: $C_v = 12, x = 0,3, y = 0,25, m = 0,26, q = 0,3; u = p = 0$ [2, табл. 37]; коефіцієнт впливу механічних властивостей сталі $K_{mv} = \frac{750}{580} = 1,29$ [2, табл. 9]; коефіцієнт впливу поверхні заготовки $K_{nv} = 0,9$ [2, табл. 14]; коефіцієнт впливу матеріалу інструмента $K_{uv} = 0,4$ [2, табл. 15]; $T=60$ [2, табл. 38];

$$v = \frac{12 \cdot 100^{0,3}}{60^{0,2} \cdot 1,2^{0,15} \cdot 0,25^{0,2}} \cdot 1,29 \cdot 0,9 \cdot 0,4 \approx 8 \text{ м/хв.}$$

Частоту обертання шпинделя, хв^{-1} , визначаємо за формулою:

$n=1000 \cdot V/(\pi \cdot D)$ і результати заносимо в таблицю 1.9.

Основний час обробки t_0 , хв обчислюємо за формулою:

$$t_0 = L \cdot \frac{i}{S \cdot n} = L \cdot i/S_x \text{ і результати заносимо і таблицю 1.9.}$$

1.9 Технічне нормування операцій

Таблиця 1.10 – Технічне нормування операцій, хв:

№ і назва операції	T_0	T_d	$T_{об}$	$T_{відп}$	$T_{шт}$	$T_{пз}$	n	$T_{шт-к}$
015 Токарно-гвинторізна з ЧПК	2,696	1,11	0,189		3,995	11,5	69	4,162
020 Токарно-гвинторізна з ЧПК	0,59	1,11	0,041		1,741	11,5	69	1,908
025 Шпонково-фрезерна	2,639	0,39	0,184		3,213	12	69	3,387
035 Кругло-шліфувальна	0,07	1,08	0,005		1,155	9,5	69	1,293

Під технічно обґрунтованою нормою часу розуміють час, необхідний для виконання заданого обсягу роботи за певних організаційно-технічних умов роботи та найбільш ефективному використанні засобів виробництва.

У серійному виробництві визначають норму штучно-калькуляційного часу:

$$T_{шт.к} = \left(\frac{T_{пз}}{n} \right) + T_{шт};$$

$$T_{шт.к} = T_0 + T_d + T_{об} + T_{від};$$

Перелік операцій:

015 Токарно-гвинторізна з ЧПК

Допоміжний час:

$$T_d = T_{двст} + T_{д. оп} + T_{д. зам}$$

Час на встановлення і зняття деталі:

$$T_{двст} = 0,75 \text{ хв [6, с. 52, к 3, п. 15]}$$

Допоміжний час, що пов'язаний з операцією, яка містить перевірку переміщення інструмента у вихідну точку (0) після обробки:

$$T_{д. оп} = 0,15 \text{ хв [6, с. 79, к 14, п. 4]}$$

Допоміжний час на конструкторські коректування за допомогою штангенциркуля:

$$T_{д. зам} = 0,21 \text{ хв [6, с. 85, к 15, п. 165]}$$

$$T_{д} = 0,75 + 0,15 + 0,21 = 1,11 \text{ хв.}$$

З урахуванням коефіцієнту серійності

$$K_{ТВ} = 1,0 \text{ [6, с. 50, к. 1, п. 1]}$$

$$T_{д} = 1,11 \text{ хв.}$$

Час на організаційне та технічне обслуговування місця, відпочинок і власні потреби приведено у відсотках від операційного часу [6, с. 90, к 16, п. 1] 7%.

$$T_{об.} + T_{від.} = 2,686 \cdot 0,07 = 0,189 \text{ хв.}$$

Підготовчо-заключний час:

На отримання інструменту.....4 хв [6, с. 96, к 21, п. 1].

Встановити кулачки.....6,5 хв [6, с. 97, к 21, п. 16].

Встановити інструменти..... $0,5 \cdot 2 = 1$ хв [6, с. 97, к 21, п. 16].

$$T_{шт. к} = \frac{11,5}{69} + 3,995 = 4,162 \text{ хв.}$$

020 Токарно-гвинторізна з ЧПК

Допоміжний час

$$T_{д} = 1,11 \text{ хв.}$$

Час на організаційне і технічне обслуговування місця, відпочинок та власні потреби приведено у відсотках від операційного часу [6, с. 90, к 16, п. 1] 7%.

$$T_{об.} + T_{від.} = 0,59 \cdot 0,07 = 0,041 \text{ хв.}$$

Штучно-калькуляційний час:

$$T_{шт. к} = \frac{11,5}{69} + 1,741 = 1,908 \text{ хв.}$$

025 Шпонково-фрезерна

Допоміжний час:

Час на встановлення й зняття деталі:

$$T_{\text{двст}} = 0,17 \text{ хв [6, с. 76, к 13, п. 5]}$$

Час на очищення приладу від стружки:

$$t_{\text{в}} = 0,09 \text{ хв [6, с. 77, к 13, п. 28]}$$

Допоміжний час на вимірювання:

$$T_{\text{д. зам}} = 0,13 \text{ хв [6, с. 86, к 15, п. 187]}$$

$$T_{\text{д}} = 0,17 + 0,09 + 0,13 = 0,39 \text{ хв}$$

Час на організаційне та технічне обслуговування місця, відпочинок і власні потреби приведено у відсотках від операційного часу [6, с. 90, к 16, п. 26] 7%.

$$T_{\text{об.}} + T_{\text{від.}} = 2,639 \cdot 0,07 = 0,184 \text{ хв.}$$

Підготовчо-заключний час:

На отримання інструменту.....4 хв [6, с. 100, к 24, п. 1]

Встановити засіб.....4 хв [6, с. 100, к 24, п. 7]

Під'єднати пристрій до пневмосистеми...1,5 хв [6, с. 100, к 24, п. 14]

Перемістити бабку для налагодження.....0,30 хв [6, с. 100, к 24, п. 15]

Встановити інструменти.....0,5·4=2 хв [6, с. 100, к 24, п. 17]

Налагодити пристрій для подачі МОР.....0,2 хв [6, с. 100, к 24, п. 22]

$$T_{\text{пз.}} = 4 + 4 + 1,5 + 0,3 + 2 + 0,2 = 12 \text{ хв.}$$

Штучно-калькуляційний час:

$$T_{\text{шк}} = \frac{12}{69} + 3,213 = 3,387 \text{ хв.}$$

035 Кругло-шліфувальна

Допоміжний час

$$T_{\text{д}} = T_{\text{двст}} + T_{\text{д. оп}} + T_{\text{д. зам}}$$

Час на встановлення і зняття деталі

$$T_{\text{двст}} = 0,8 \text{ хв [6, с. 52, к. 3, п. 15]}$$

Допоміжний час, який пов'язаний з операцією, що містить перевірку приходу інструмента у задану точку після обробки:

$$T_{\text{д. оп}} = 0,1 \text{ хв [6, с. 85, к. 15, п. 165]}$$

Допоміжний час на конструкторські заміри штангенциркулем

$$T_{\text{д. зам}} = 0,18 \text{ хв [6, с. 85, к. 15, п. 165]}$$

$$T_{\text{д}} = 0,8 + 0,1 + 0,18 = 1,08 \text{ хв}$$

З урахуванням коефіцієнту серійності

$$K_{tB} = 1,0 \text{ [6, с. 50, к. 1, п. 1]}$$

$$T_{\text{д}} = 1,08 \cdot 1,0 = 1,08$$

Час на організаційне та технічне обслуговування місця, відпочинок та власні потреби приведено у відсотках від операційного часу [6, с. 90, к. 16, п. 1] 7%.

$$T_{\text{об.}} + T_{\text{від.}} = 1,326 \cdot 0,07 = 0,093 \text{ хв}$$

Підготовчо-заключний час:

На отримання інструменту.....4 хв [6, с. 96, к. 21, п. 1]

Встановити пристрій.....4,5 хв [6, с. 96, к. 21, п. 16]

Встановити інструменти..... $0,5 \cdot 2 = 1$ хв [6, с. 97, к. 21, п. 16]

$$T_{\text{пз.}} = 4 + 4,5 + 1 = 9,5 \text{ хв}$$

Штучно-калькуляційний час:

$$T_{\text{шт. к}} = \frac{9,5}{69} + 1,155 = 1,293 \text{ хв.}$$

2 КОНСТРУКТОРСЬКА ЧАСТИНА

2.1 Пристрій для механічної обробки

2.1.1 Вибір токарного патрона

Токарний патрон вибираємо керуючись наступною умовою:

$$D_k > d_3,$$

де D_k – допустимий діаметр розведення кулачків;

d_3 – діаметр установчої поверхні заготовки.

Згідно з ГОСТ 2675-80 вибираємо токарний патрон з наступними параметрами (див. таблицю 2.1):

Сили тертя на кулачках створюють момент сил тертя M_T , який протидіє моменту сил різання

$$M_m = F_m \cdot l_m = f \cdot Q \cdot 1,5 \cdot R_3,$$

де $l_m = 1,5 \cdot R_3$ – плече сил тертя F_m відносно осі вивертання (кромки торця протилежного кулачка).

Сила затиску Q на кулачках створює момент сили затиску M_3 , що протидіє моменту сил різання:

$$M_p = M_3 \cdot M_m.$$

Після елементарних математичних перетворень виводимо розрахункову формулу визначення необхідної сили затиску виходячи з умови непрокручування заготовки:

$$Q = 2 \cdot k \cdot P_z \cdot l_p / (l_3 + 1,5 \cdot f \cdot d_3).$$

Силу затиску будемо визначати для випадку з затиском:

Вихідні дані $k=3,5$; $P_z=2000$ Н; $d_3=0,05$ м; $f=0,45$; $l_p=0,105$ м; $l_3=0,112$ м.

Підставляючи отримані значення у попередню формулу вираховуємо значення сили затиску Q :

$$Q = 2 \cdot 3,5 \cdot 2000 \cdot \frac{0,105}{0,112 + 1,5 \cdot 0,45 \cdot 0,048} = 10,18 \text{ кН.}$$

В результаті розрахунку сили затиску за різних умов ми отримали потрібне значення сили затиску, та остаточно вибираємо найбільшу силу Q :

$$Q=25 \text{ кН.}$$

2.2 Пристрій для контролю

Вали утворюються за допомогою плоских торцевих поверхонь та поверхонь обертання. Велика кількість валів обробляється з високими квалітетами точності, та шорсткістю поверхонь у межах від 1,25 до 0,16 мкм. Зазвичай вимірними базами для перевірки ступінчастих валів слугують вісь обертання та торець, або поверхні робочих шийок, які є їх основними базами та визначають розташування усіх інших поверхонь під час експлуатації вала, та його безпосередній роботі в машині.

Для завершальних операцій при обробці валів зазвичай застосовуються чорнове, напівчистове, чистове шліфування, а також полірування та інші операції. Точність та коректність форм поверхонь, їх положення та геометричні розміри, які є необхідними, будуть забезпечені лише за точного оброблення на валах їх базових поверхонь. Похибки, що можуть виникнути на поверхнях баз, призводять до похибок правильності форм у геометричних розмірах, а також негативно впливають на шорсткість поверхонь при обробці ступенів валів а також їх положення.

Після виготовлення вала на певних етапах перевіряються:

1. Правильність дотримання геометричної форми у декількох перетинах,
2. що є перпендикулярними до осі вала, іншими словами, відхилення форми від круглості. Відхилення від круглості, а саме овальність і огранка, що регулюються по ГОСТ 24642-81, повинні бути в межах $\frac{1}{2}$ допуску на діаметр, а іноді навіть набагато тоншими.

Відхилення профілю поздовжнього перерізу вала характеризує відхилення від прямолінійності та паралельності його твірних. Видами відхилень профілю поздовжнього перерізу можуть бути конусоподібність, бочкоподібність та сідлоподібність. Вони повинні знаходитися в межах допусків шостого та восьмого квалітетів. Відхилення твірної циліндричної поверхні від прямолінійності перевіряють ІГ. Її наконечник переміщується по твірній поверхні паралельно до осі вала. За різницею найбільшого і найменшого показів індикаторної головки судять про відхилення від паралельності;

3. Діаметральні розміри ступенів валів, що обробляють з допусками сьомого та дев'ятого квалітетів, та вище – з допусками п'ятого та шостого квалітету. Вони перевіряються за допомогою стандартних скоб з пристроєм для відлік СР (ГОСТ 11098-75), а також за допомогою мікрометрів з ціною поділки в одну соту міліметру, або мініметрами з ціною поділки у дві тисячні міліметру тощо.
4. Коректність розташування поверхонь до осі обертання валу, а також відхилення від співвісності контрольної поверхні вала з віссю його обертання, що перевіряють за допомогою ПГ, обертаючи його навколо власної осі. Подібна перевірка є необхідною для проведення у двох крайніх перетинах контрольної поверхні. Радіальне биття середніх ступенів відносно крайніх може знаходитися у межах від двох сотих до п'яти сотих міліметру. Радіальне биття виточок або осьових отворів відносно крайніх ступенів валів повинне знаходитися у межах від двох сотих до чотирьох сотих міліметру.

Відхилення від симетричності у розташуванні шпонкових канавок до осі вала лежить в рамках від 0,03 до 0,05 мм. У деяких конструкцій валів необхідно за технічними умовами перевіряти торцеве биття ступенів окремого порядку.

У багатьох випадках ступінчасті вали під час експлуатації змушені передавати значні крутні моменти. Задля досягнення тривалого та безвідмовного їх функціонування слід звертати неабияку увагу на точність виконання їх основних робочих поверхонь, на діаметральні розміри та розташування.

Процес контролю полягає в суцільній перевірці радіального биття та лінійного розташування шийок ступінчатих валів. Досліди виконуються на багатовимірному контрольному пристрої (Лист БР.ПМК-53.00.002.05).

На корпусі 4 гвинтами 16 та шайбами 19 кріпляться передня 1 та задня 9 бабки з оправкою 10, фіксованим центром 11, на якому знаходиться вал. Осьове положення встановленого вала зафіксується центром 11. Вал до центру притиснений пружиною 14, що розташовується в центральному осьовому отворі з піноллю 6 та діє на перехідник 8. Піноль 6 розташована у передній бабці 1 та має

можливість обертатися за допомогою втулок 5 по повздовжній осі. Маховичок 15 знаходиться на лівому кінці пінолі та має рукоятку 3, він закріплений за допомогою шайби 17 та штифта 18. В процесі вимірів обертовий рух передається по осі 19 на перехідник 8, сама вісь 19 запресована у пінолі 6 та розташовується в еліптичному отворі перехідника 8. Окрім того, в іншому кінці перехідника розміщена оправка 10 з кінчною робочою поверхнею для максимально точного базування вала та запобігання утворення зазорів, адже він має циліндричний осьовий отвір з діаметром d .

Конусність оправки має залежність від допуску T та діаметра d отвору вала. Її можна визначити за допомогою формули:

$$K = 2T/d.$$

Значення K рекомендовано приймати стандартним. В чотирьох стояках 25, що закріплені в корпусі 4 за допомогою штифтів 26 та гвинтів 27, розташовано два вали 2, по яких рухаються кронштейни 7, які фіксуються гвинтами 28. На кронштейнах 7 встановлені скалки 13, вони зафіксовані гвинтами 20 і гайками 21. На них за допомогою гвинтів 22, шайб 23 та гайок 24 закріплюються ІГ 30.

З одного боку валу, так само як і з іншого, знаходиться по три ІГ 30, вони дозволяють перевірити радіальне та торцьове биття ступеней контрольного валу. Валу надається один – два оберти, після чого фіксуються максимальні покази приладів ІГ 30. Саме вони визначають величину биття.

Даний пристрій, що слугує для перевірки валів та для контролю радіального і торцевого биття забезпечує доволі високу продуктивність процесу контролю та вимірів.

2.3 Опис конструкції та призначення інструменту

2.3.1 Металорізальний інструмент

Під час розробки технологічного процесу було вибрано наступний металорізальний інструмент:

- *Різець прохідний прямий ВК8* – призначений для обробки поверхонь 1, 2, 3, 4, 5. Вибираємо різець з пластинами із твердого сплаву ГОСТ-18878-73, розміри $b \times b = 25 \times 30$ мм, головний кут $\phi = 45^\circ$;

- *Різець прохідний упорний* – призначений для обробки поверхонь 1, 2, 4, 5. Вибираємо різець з пластинами із твердого сплаву ГОСТ-18870-73, розміри $b \times b = 20 \times 30$ мм, головний кут в плані $\phi = 45^\circ$;

- *Різець токарний прохідний відігнутий* – призначений для обробки торців 6 та 7. Вибираємо різець з пластинами із твердого сплаву 2-035-491-76, розміри $b \times b \times a = 16 \times 16 \times 3$ мм;

- *Шпонкова фреза з швидкоріжучої сталі з циліндричним хвостовиком* ГОСТ 9140-78, призначена для обробки поверхні 10, $d = 14$ мм.

2.3.2 Вимірний інструмент

Під час виконання технологічного процесу застосовувався наступний вимірний інструмент:

- *Штангенциркуль з глибинометром ШЦ-1* – призначений для зовнішніх та внутрішніх вимірів ГОСТ 166-89, з точністю 0.05 мм.

- *Лінійка металева* – призначена для перевірки, контролю та визначення основних лінійних розмірів ГОСТ 427-75, з точністю до 0.5 мм

- *Мікрометр МК-50* – призначений для вимірювання зовнішніх лінійних розмірів, ГОСТ 6507-90, з точністю 0,001 мм.

3 РОЗРОБКА КЕРУЮЧОЇ ПРОГРАМИ ДЛЯ ОБРОБКИ

НА ВЕРСТАТІ З ЧПК

Розпочинаємо роботу у середовищі CAMWorks. Щоб створити токарну операцію необхідно вибрати створену заготовку у модулі CAMWorks у пункті «Менеджер заготовок», перейшовши до її визначення за побудованим ескізом. Створена тривимірна модель деталі повторює усі її розміри та форму (Рисунок 3.1, 3.2). Слід також вказати на створений ескіз і матеріал деталі при визначенні заготовки у середовищі CAMWorks.

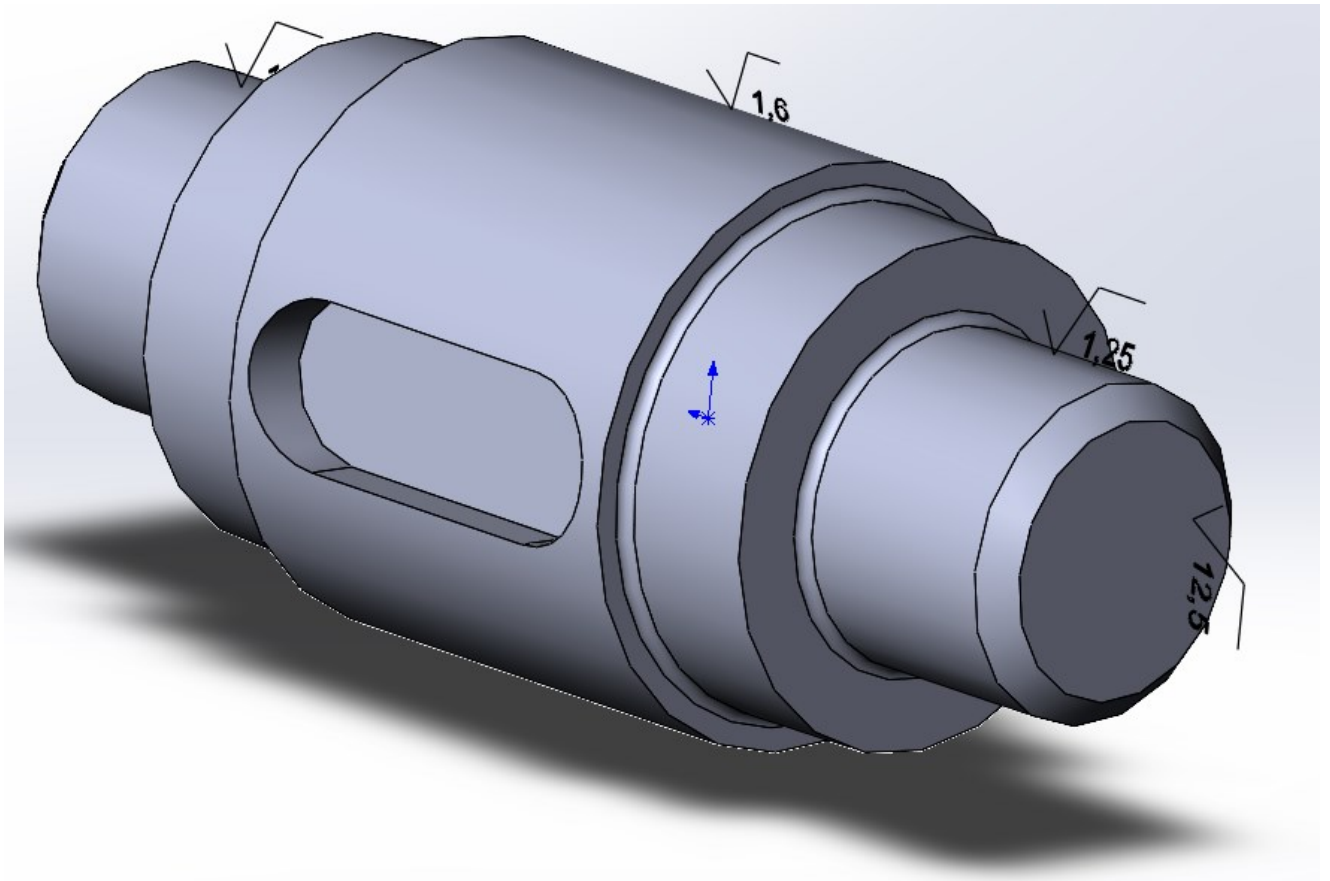


Рисунок 3.1 – Тривимірна модель деталі з вказанням шорсткості.

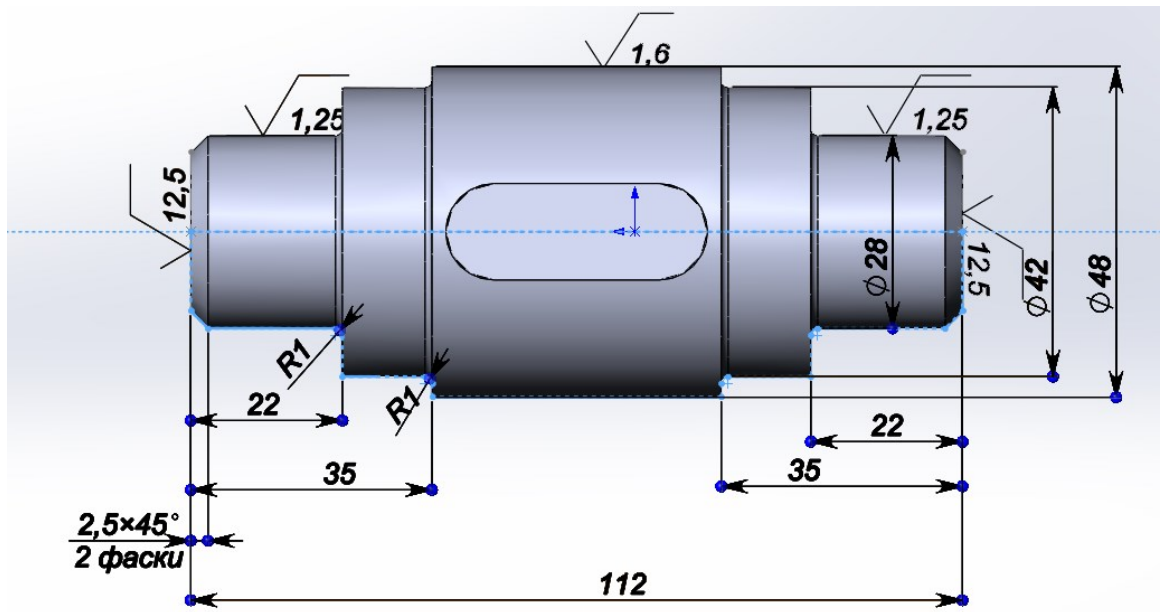


Рисунок 3.2 – Тривимірний моделі деталі з вказанням розмірів та шорсткості поверхонь.

Задавши заготовку в системі, потрібно створити токарний устанів 1, зазначивши у ньому потрібні переходи та елементи обробки поверхонь... Задаємо усі способи якими деталь буде оброблена та режими різання. На цьому етапі необхідно застосувати програму, що створює двовимірну траєкторію руху інструмента (Рисунок 3.3).

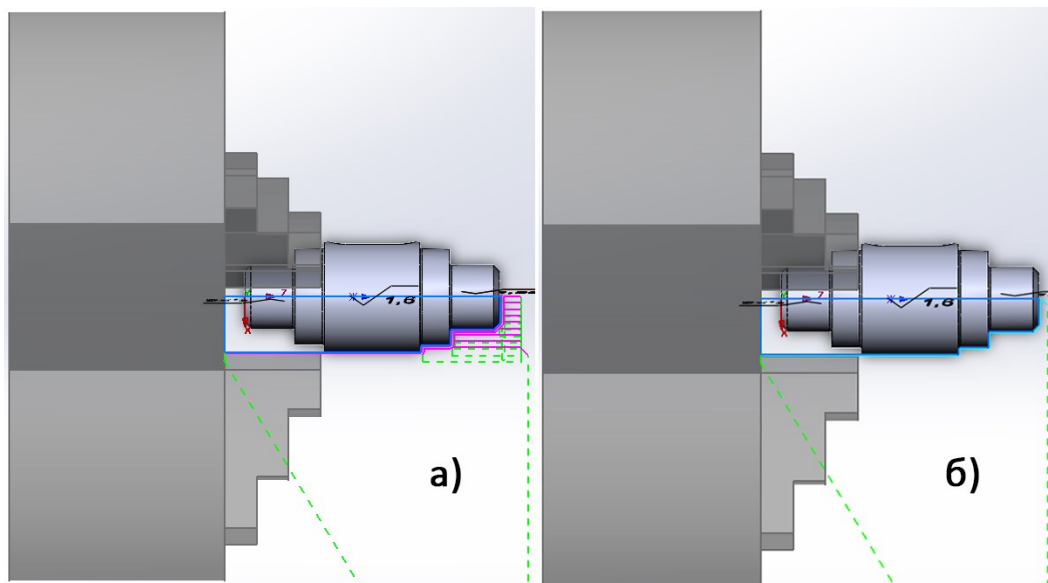
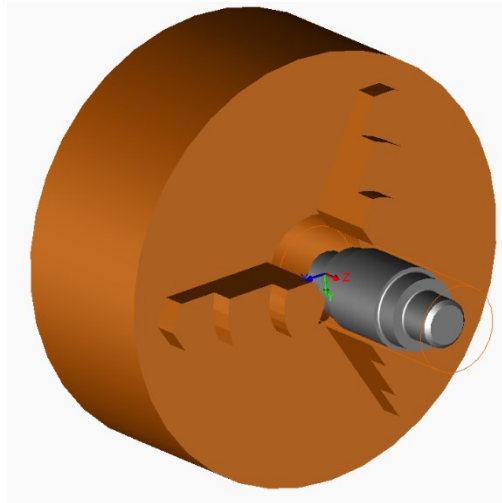


Рисунок 3.3 – Траєкторія руху різця, Установ 1.

Рисунок 3.4 – трикулачковому



Закріплення деталі в патроні, Установ 1.

Для запобігання різного роду помилок необхідно увімкнути імітацію процесу обробки деталі, щоб наглядно спостерігати як проходить операція і чи немає ніяких відхилень.

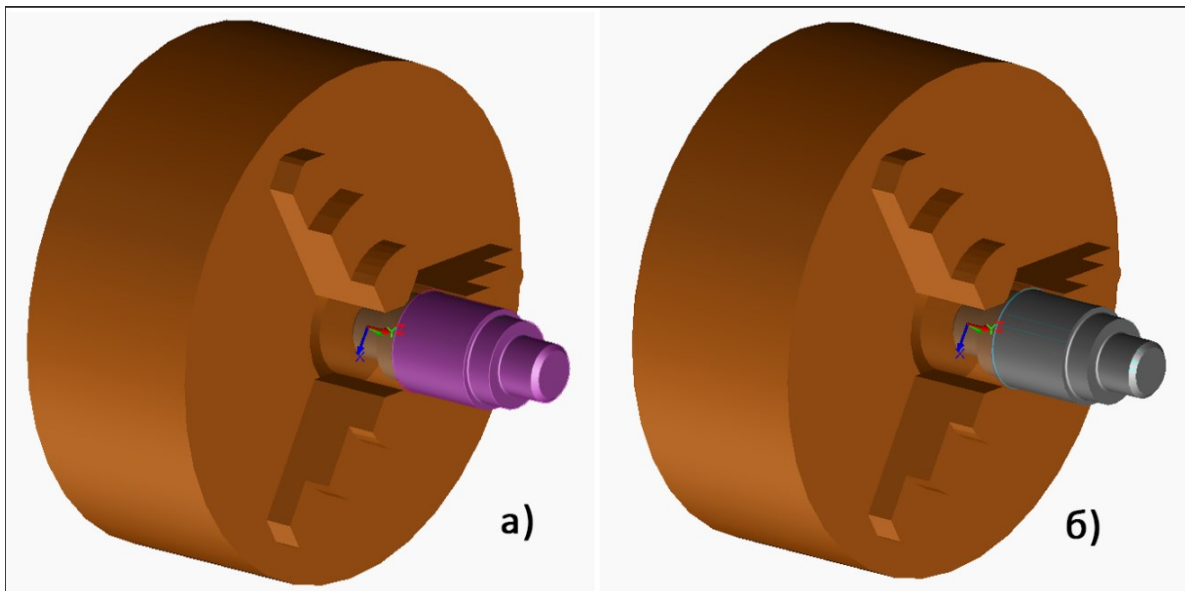


Рисунок 3.5 – Фрагмент імітації процесу обробки: а) чорнове точіння, б) чистове точіння, Установ 1.

У випадку, якщо імітація обробки виконана без помилок (Рисунок 3.5), можна записати керуючу програму обробки, використовуючи формат G-коду.

Код керуючої програми обробки поверхонь, Установ 1:

O0001	N40 G00 X39.507
N1 (CNMG 431 80DEG SQR HOLDER)	N41 Z121.154
N2 T0101	N42 X22.307
N3 B90.	N43 G01 X21.6 Z120.8
	N44 Z113.502

N4 G00 G96 S85 M03	N45 X22.2
N5 (Turn Rough1)	N46 G03 X24.887 Z112.946 R1.9
N6 G54 G00 Z124.154 M08	N47 G01 X27.2 Z111.789
N7 X50.707	N48 X28.2
N8 G01 X44. Z120.8 F.216	N49 G00 X34.2
N9 Z90.886	N50 Z121.154
N10 G03 X45. Z89.601 R1.9	N51 X16.707
N11 G01 Z78.501	N52 G01 X16. Z120.8
N12 X47.2	N53 Z113.502
N13 G03 X50. Z77.886 R1.9	N54 X21.6
N14 G01 X50.999 Z77.864	N55 X22.307 Z113.856
N15 G00 X56.999	N56 G00 X28.307
N16 Z121.154	N57 Z121.154
N17 X39.107	N58 X11.107
N18 G01 X38.4 Z120.8	N59 G01 X10.4 Z120.8
N19 Z91.501	N60 Z113.502
N20 X41.2	N61 X16.
N21 G03 X44. Z90.886 R1.9	N62 X16.707 Z113.856
N22 G01 X44.999 Z90.864	N63 G00 X22.707
N23 G00 X50.999	N64 Z121.154
N24 Z121.154	N65 X5.507
N25 X33.507	N66 G01 X4.8 Z120.8
N26 G01 X32.8 Z120.8	N67 Z113.502
N27 Z91.501	N68 X10.4
N28 X38.4	N69 X11.107 Z113.856
N29 X39.107 Z91.855	N70 G00 X17.107
N30 G00 X45.107	N71 Z121.154
N31 Z121.154	N72 X-.093
N32 X27.907	N73 G01 X-.8 Z120.8
N33 G01 X27.2 Z120.8	N74 Z113.502
N34 Z111.789	N75 X4.8
N35 X29.887 Z110.446	N76 X5.507 Z113.856
N36 G03 X31. Z109.102 R1.9	N77 G00 X11.507
N37 G01 Z91.501	N78 Z114.756
N38 X32.8	N79 X-2.307
N39 X33.507 Z91.855	N80 Z112.856
	N81 G01 X-1.6 Z112.502

N82 X22.2	N104 (Turn Finish1)
N83 G03 X23.473 Z112.238 R.9	N105 G54 G00 Z115.356 M08
N84 G01 X28.473 Z109.738	N106 X4.493
N85 G03 X29. Z109.102 R.9	N107 G01 X-1.507 Z112.356 F.216
N86 G01 Z90.601	N108 X-.8 Z112.002
N87 G02 X29.2 Z90.501 R.1	N109 X22.2
N88 G01 X41.2	N110 G03 X22.766 Z111.885 R.4

N89 G03 X43. Z89.601 R.9	N111 G01 X27.766 Z109.385
N90 G01 Z77.601	N112 G03 X28. Z109.102 R.4
N91 G02 X43.2 Z77.501 R.1	N113 G01 Z90.601
N92 G01 X47.2	N114 G02 X29.2 Z90.001 R.6
N93 G03 X49. Z76.601 R.9	N115 G01 X41.2
N94 G01 Z34.601	N116 G03 X42. Z89.601 R.4
N95 X49.2	N117 G01 Z77.601
N96 X49.907 Z34.955	N118 G02 X43.2 Z77.001 R.6
N97 G00 X55.907	N119 G01 X47.2
N98 X508. Z127. M09	N120 G03 X48. Z76.601 R.4
N99 M01	N121 G01 Z34.601
N100 (DNMG 431 80DEG SQR	N122 X48.2
HOLDER)	N123 X48.907 Z34.955
N101 T0303	N124 G00 X54.907
N102 B90.	N125 X508. Z127. M09
N103 G00 G96 S85 M03	N126 M30

Далі нам необхідно змінити схему базування деталі і перейти до Установу 2.

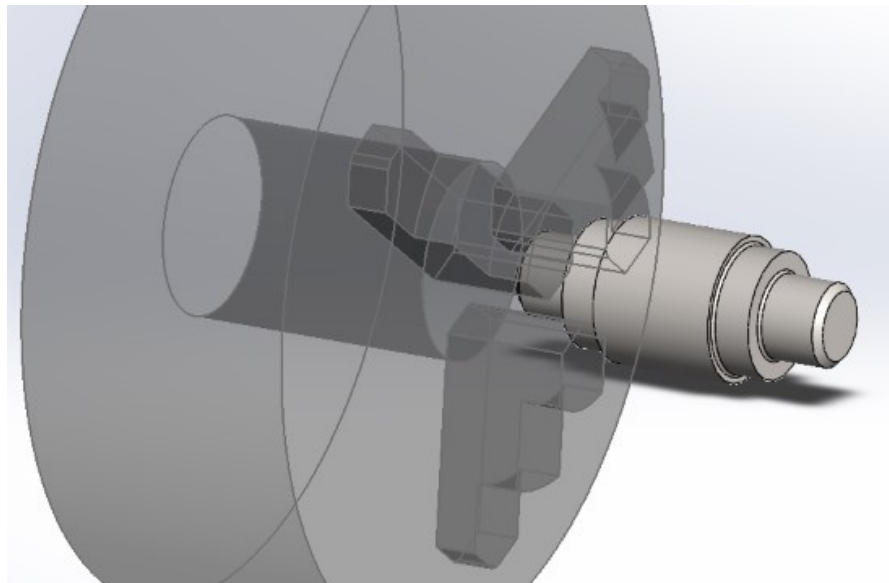


Рисунок 3.6

Розміщення

деталі у

трикулачковому патроні, Установ 2.

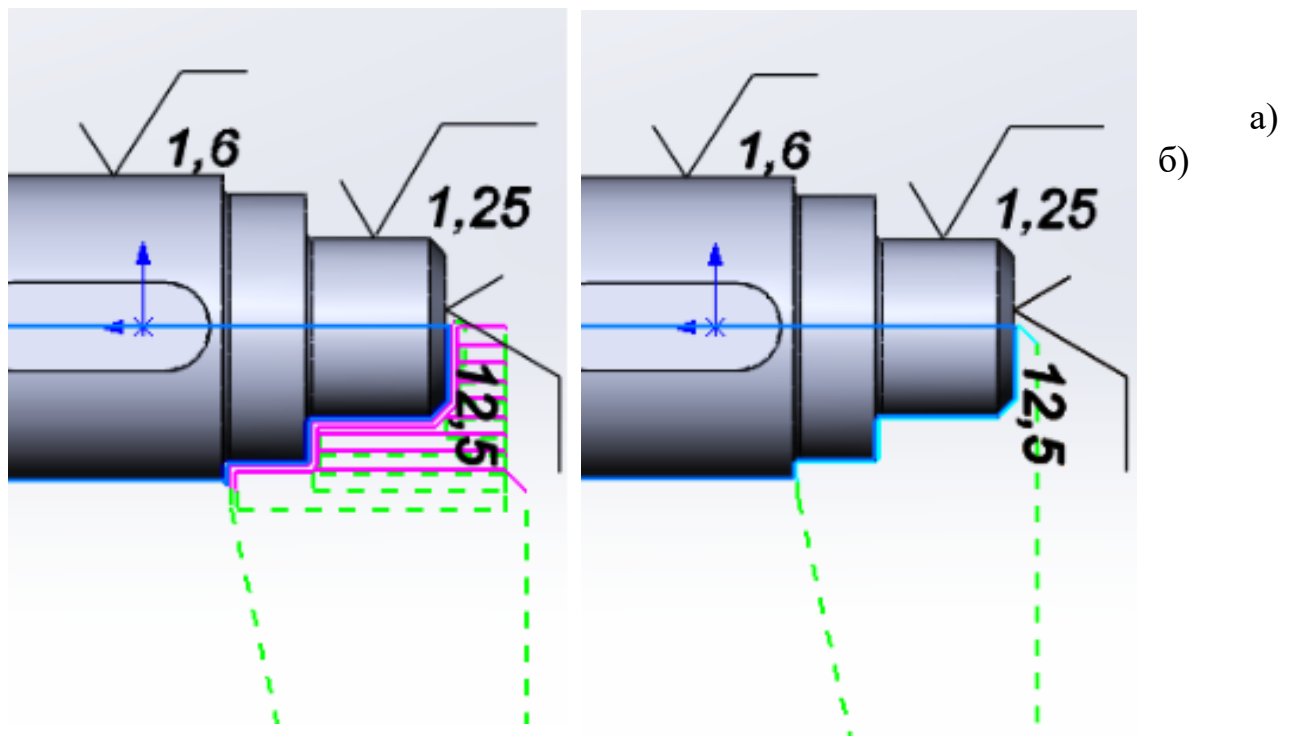


Рисунок 3.7 – Траєкторія руху різця: а) чорнове точіння, б) чистове точіння, Установ 2.

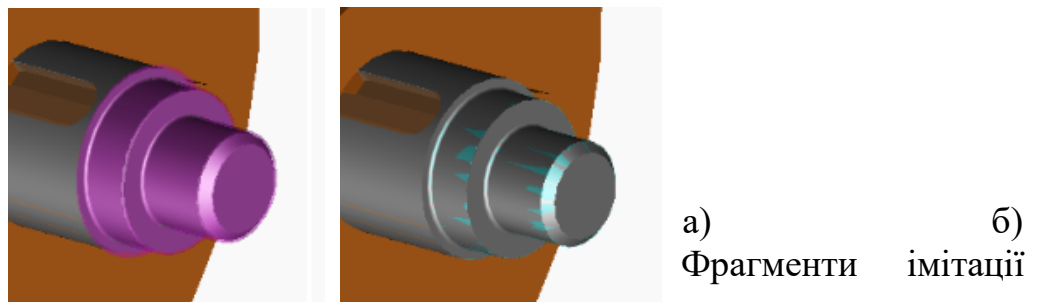


Рисунок 3.8 – Фрагменти імітації процесу обробки: а) чорнове точіння, б) чистове точіння, Установ 2.

Аналогічні дії проводимо і для Другого установу. Помилки немає, тому можна записати керуючу програму у форматі G-коду.

Код керуючої програми обробки поверхонь Установ 2:

O0001	N40 Z113.502
N1 (CNMG 431 80DEG SQR HOLDER)	N41 X22.2
N2 T0101	N42 G03 X24.887 Z112.946 R1.9
N3 B90.	N43 G01 X27.2 Z111.789
N4 G00 G96 S85 M03	N44 X28.2
	N45 G00 X34.2
	N46 Z121.156

N5 (Turn Rough1)	N47 X16.707
N6 G54 G00 Z124.156 M08	N48 G01 X16. Z120.802
N7 X50.707	N49 Z113.502
N8 G01 X44. Z120.802 F.216	N50 X21.6
N9 Z91.501	N51 X22.307 Z113.856
N10 X50.	N52 G00 X28.307
N11 X50.707 Z91.855	N53 Z121.156
N12 G00 X56.707	N54 X11.107
N13 Z121.156	N55 G01 X10.4 Z120.802
N14 X39.107	N56 Z113.502
N15 G01 X38.4 Z120.802	N57 X16.
N16 Z91.501	N58 X16.707 Z113.856
N17 X44.	N59 G00 X22.707
N18 X44.707 Z91.855	N60 Z121.156
N19 G00 X50.707	N61 X5.507
N20 Z121.156	N62 G01 X4.8 Z120.802
N21 X33.507	N63 Z113.502
N22 G01 X32.8 Z120.802	N64 X10.4
N23 Z91.501	N65 X11.107 Z113.856
N24 X38.4	N66 G00 X17.107
N25 X39.107 Z91.855	N67 Z121.156
N26 G00 X45.107	N68 X-.093
N27 Z121.156	N69 G01 X-.8 Z120.802
N28 X27.907	N70 Z113.502
N29 G01 X27.2 Z120.802	N71 X4.8
N30 Z111.789	N72 X5.507 Z113.856
N31 X29.887 Z110.446	N73 G00 X11.507
N32 G03 X31. Z109.102 R1.9	N74 Z114.756
N33 G01 Z91.501	N75 X-2.307
N34 X32.8	N76 Z112.856
N35 X33.507 Z91.855	N77 G01 X-1.6 Z112.502
N36 G00 X39.507	N78 X22.2
N37 Z121.156	N79 G03 X23.473 Z112.238 R.9
N38 X22.307	N80 G01 X28.473 Z109.738
N39 G01 X21.6 Z120.802	N81 G03 X29. Z109.102 R.9

N82 G01 Z90.601	N121 X50.998 Z77.925
N83 G02 X29.2 Z90.501 R.1	N122 G00 X56.998
N84 G01 X49.2	N123 Z90.355
N85 X49.907 Z90.855	N124 X43.707
N86 G00 X55.907	N125 G01 X43. Z90.001
N87 X508. Z127. M09	N126 Z77.601
N88 M01	N127 G02 X43.2 Z77.501 R.1
	N128 G01 X47.2
	N129 G03 X48.401 Z77.271 R.9

<p>N89 (DNMG 431 80DEG SQR HOLDER) N90 T0303 N91 B90. N92 G00 G96 S85 M03</p> <p>N93 (Turn Finish1) N94 G54 G00 Z115.356 M08 N95 X4.493 N96 G01 X-1.507 Z112.356 F.216 N97 X-.8 Z112.002 N98 X22.2 N99 G03 X22.766 Z111.885 R.4 N100 G01 X27.766 Z109.385 N101 G03 X28. Z109.102 R.4 N102 G01 Z90.601 N103 G02 X29.2 Z90.001 R.6 N104 G01 X49.2 N105 X49.907 Z90.355 N106 G00 X55.907 N107 X508. Z127. M09 N108 M01</p> <p>N109 (CNMG 431 80DEG SQR HOLDER) N110 T0101 N111 B90. N112 G00 G96 S85 M03 N113 (Turn Rough2) N114 G54 G00 Z93.355 M08 N115 X51.707 N116 G01 X45. Z90.001 F.216 N117 Z78.501 N118 X47.2 N119 G03 X49.735 Z78.016 R1.9 N120 G01 X50. Z77.898</p>	<p>N130 G01 X49.399 Z77.299 N131 G00 X55.399 N132 X508. Z127. M09 N133 M01</p> <p>N134 (DNMG 431 80DEG SQR HOLDER) N135 T0303 N136 B90. N137 G00 G96 S85 M03</p> <p>N138 (Turn Finish2) N139 G54 G00 Z92.955 M08 N140 X48.707 N141 G01 X42. Z89.601 F.216 N142 Z77.601 N143 G02 X43.2 Z77.001 R.6 N144 G01 X47.2 N145 X47.907 Z77.355 N146 G00 X53.907 N147 X508. Z127. M09 N148 M30</p>
---	--

Після цього, перейшовши до фрезерного Установу, проводимо операцію фрезерування шпонкової канавки у деталі, задавши для цього чорновий та чистовий контури (Рисунок 3.9).

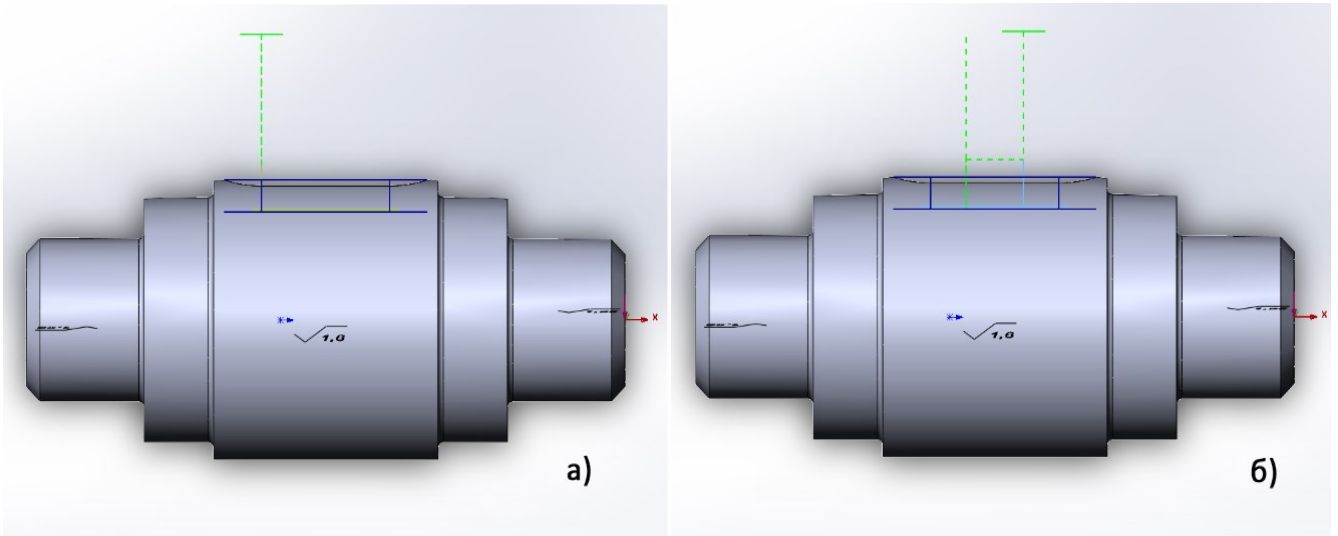


Рисунок 3.9 – Траєкторія руху фрези: а) при свердлінні, б) при контурному фрезеруванні, Фрезерний установ.

Імітація процесу обробки дає можливість побачити що операція проводиться вірно і усі рухи виконуються узгоджено (Рисунок 3.10)

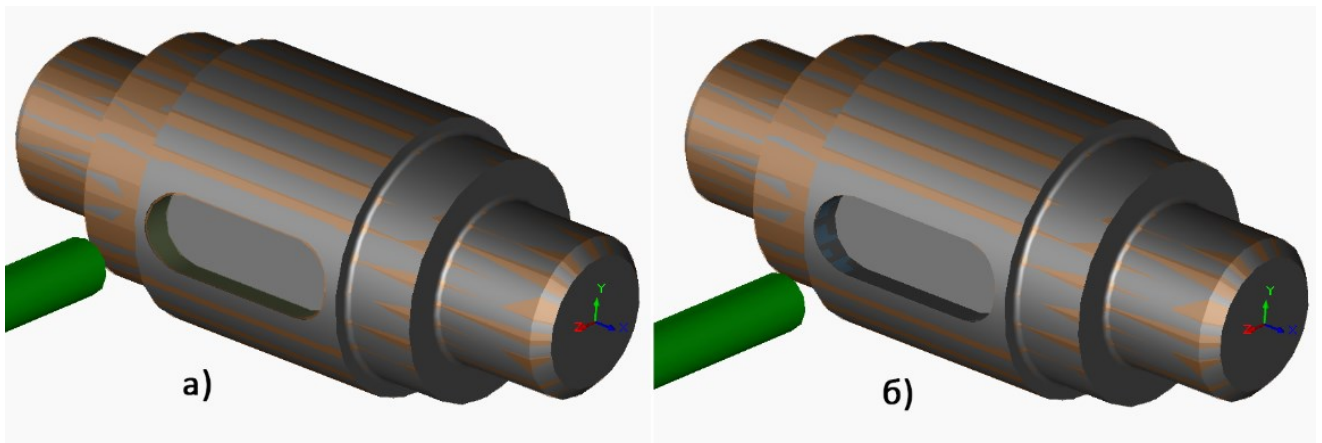


Рисунок 3.10 – Фрагменти імітації процесу обробки: а) свердління, б) контурне фрезерування, Фрезерний установ.

Запишемо код операції для фрезерного Установу:

O0001	N40 G00 Z26.5
N1 G21	N41 Z49.
N2 (10MM CRB 2FL 22 LOC)	
N3 G91 G28 X0 Y0 Z0	N42 (Contour Mill2)
N4 T02 M06	N43 X-50.617 Y-1.97
N5 S1833 M03	N44 Z27.
	N45 G01 Z19. F30.274

N6 (Rough Mill2)	N46 G41 D22 X-54.294 Y1.707
N7 G90 G54 G00 X-68.001 Y1.75	F90.823
N8 G43 Z26.5 H02 M08	N47 G03 X-55.001 Y2. I-.707 J-.707
N9 G01 Z19. F30.274	N48 G01 X-68.001 F121.097
N10 G17 G03 Y-1.75 I0 J-1.75	N49 G03 Y-2. I0 J-2.
F121.097	N50 G01 X-44.001
N11 G01 X-44.001	N51 G03 Y2. I0 J2.
N12 G03 Y1.75 I0 J1.75	N52 G01 X-57.001
N13 G01 X-68.001	N53 G03 X-57.708 Y1.707 I0 J-1.
N14 G03 Y-1.75 I0 J-1.75	N54 G40 G01 X-61.385 Y-1.97
N15 G01 X-44.001	N55 G00 Z27.
N16 G03 Y1.75 I0 J1.75	N56 X-50.617
N17 G01 X-68.001	N57 Z22.
N18 G00 Z26.5	N58 G01 Z18.5 F30.274
N19 Z21.5	N59 G41 D22 X-54.294 Y1.707
N20 G01 Z18.75 F30.274	F90.823
N21 G03 Y-1.75 I0 J-1.75 F121.097	N60 G03 X-55.001 Y2. I-.707 J-.707
N22 G01 X-44.001	N61 G01 X-68.001 F121.097
N23 G03 Y1.75 I0 J1.75	N62 G03 Y-2. I0 J-2.
N24 G01 X-68.001	N63 G01 X-44.001
N25 G03 Y-1.75 I0 J-1.75	N64 G03 Y2. I0 J2.
N26 G01 X-44.001	N65 G01 X-57.001
N27 G03 Y1.75 I0 J1.75	N66 G03 X-57.708 Y1.707 I0 J-1.
N28 G01 X-68.001	N67 G40 G01 X-61.385 Y-1.97
N29 G00 Z26.5	N68 G00 Z27.
N30 Z21.25	N69 Z49. M09
N31 G01 Z18.5 F30.274	N70 G91 G28 Z0
N32 G03 Y-1.75 I0 J-1.75 F121.097	N71 G28 X0 Y0
N33 G01 X-44.001	N72 M30
N34 G03 Y1.75 I0 J1.75	
N35 G01 X-68.001	
N36 G03 Y-1.75 I0 J-1.75 N37 G01 X-	
44.001	
N38 G03 Y1.75 I0 J1.75	
N39 G01 X-68.001	

В И С Н О В К И

Бакалаврська робота містить у собі детальний опис проектного технологічного процесу механічної обробки та виготовлення деталі «Вісь ПМК-53.00.002» за умов середньосерійного виробництва і складається з пояснювальної записки, додатків та графічних листів.

У технологічній частині, проведено опис деталі та функцій, які вона виконує у вузлі, розраховано точність та розташування поверхонь деталі відносно одне одної, надана характеристика матеріалу з якого деталь виготовлена, запропоновані методи її обробки задля досягнення необхідної точності виготовлення. Також проаналізовано можливості механічної обробки і базовий технологічний процес, розраховано та визначено програму випуску деталі та її кількість в партії, розроблено маршрут її обробки. Вибрано обладнання та пристрої для забезпечення виготовлення осі, розроблено операційну технологію, в якій розраховано припуски, режими різання, а також проведено технічне нормування операцій.

У конструкторській частині описано призначення, конструкцію і принцип роботи трикулачкового самоцентруючого патрону, визначено його силу затиску. Розглянуто пристрій для контролю радіального та торцевого биття, описано його призначення та конструкцію. Окрім цього, описано який різальний інструмент використовувався під час виготовлення деталі, а також який вимірний інструмент було використано для контролю відповідності усіх розмірів до розрахункових.

У третій частині розроблено керуючі програми для обробки деталі «Вісь ПМК-53.00.002» на верстатах з ЧПК. Для цього призначено властивості поверхонь деталі, задано основні установи та проведено попередню підготовку до операцій точіння та фрезерування. Розроблено робочу програму в середовищі CAMWorks, що містить у собі G-код, за допомогою якого верстат виконує усі зазначені операції. Надано скрін-шоти та наочно продемонстровано усі операції, установи, схеми закріплення, маршрути руху різця або фрези та результати обробки.

У графічній частині спроектовані: креслення заготовки, деталі, різця, фрези, карти налагодження, збірного креслення патрону трикулачкового самозатискного і пристрою для контролю, алгоритм роботи у середовищі CAMWorks.

Додатки містять маршрутну та операційну карти, карти ескізів, та специфікації до пристроїв.

Перелік джерел

1. Справочник технолога машиностроителя. Том 1. Под. ред. А.Г. Костиловой, Р.К. Мещерякова - М.:Машиностроение, 1985.-656с.
2. Справочник технолога машиностроителя. Том 2. Под. ред. А.Г. Костиловой, Р.К. Мещерякова - М.:Машиностроение, 1985.-568с. 3. Обработка металлов резанием: Справочник технолога. Под общей ред. А.А. Панова. - М.: Машиностроение, 1988.
3. Одосій З.М., Войтенко П.І., Палійчук І.І., Копей В.Б. Технологічні основи машинобудування: Розрахунково-графічний практикум – Івано-Франківськ: ІФНТУНГ, 2019 – 56 с.
4. Худобин Л.В. и др. Курсовое проектирование по технологии машиностроения: Учеб. Пособие для машиностроит. спец. вузов - М.: Машиностроение, 1989 – 288с.
5. Горбацевич А.Ф., Шкрёб В.А. Курсовое проектирование по технологии машиностроения. - Минск: Высшая школа, 1983.
6. Методичні вказівки до виконання курсового проектування для студентів спеціальності 7.090217. - Івано-Франківськ, ІФНТУНГ, 2003.

7. Общестроительные нормативы вспомогательного времени и времени на обслуживание рабочего места и работы, выполняемые на металлорежущих станках.- М.: Машиностроение, 1974 – 416 с.

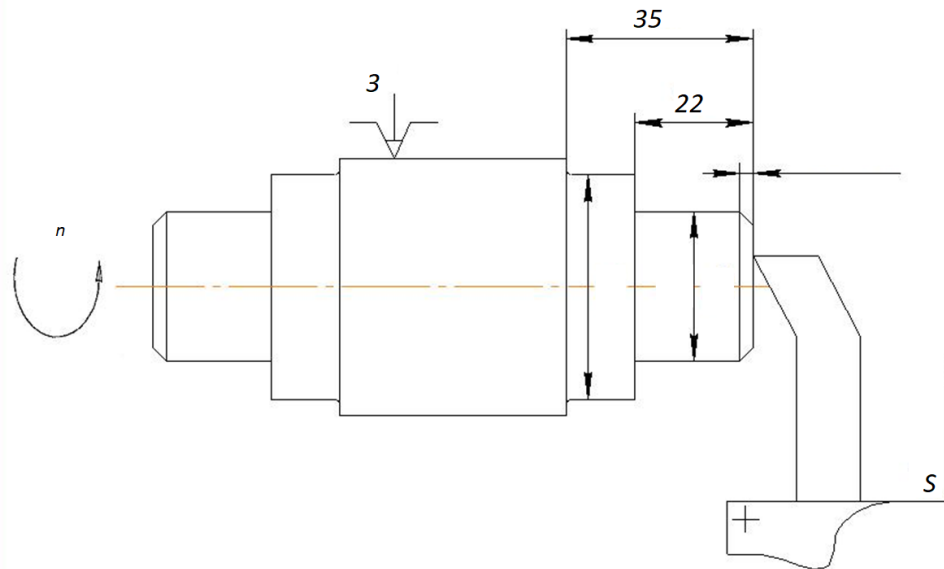
8. Дичковський М.Г., Сіправська М.Д. Контрольні пристрої та розрахунок їх точності: Методичні вказівки – Тернопіль: ТНТУ ім. І. Пулюя, 2021. – 45 с.

9. Врюкало В.В. Системи комп'ютеризованої підготовки виробництва: Лабораторний практикум – Івано-Франківськ: ФІНТУНГ, 2016 – 55 с.

ДОДАТКИ

Дубл.														
Взамін.														
Підпис										Зм	Ар	Недок.	Підпис	Дата
Розробив	Сидоров Ю.О.			І Ф Н Т У Н Г	БР.ПМК-53.00.002.05									
Перевірів	Одосій З.М.													
Н. контр.	Одосій З.М.			Вісь								Н		

020 Токарно-гвинторізна



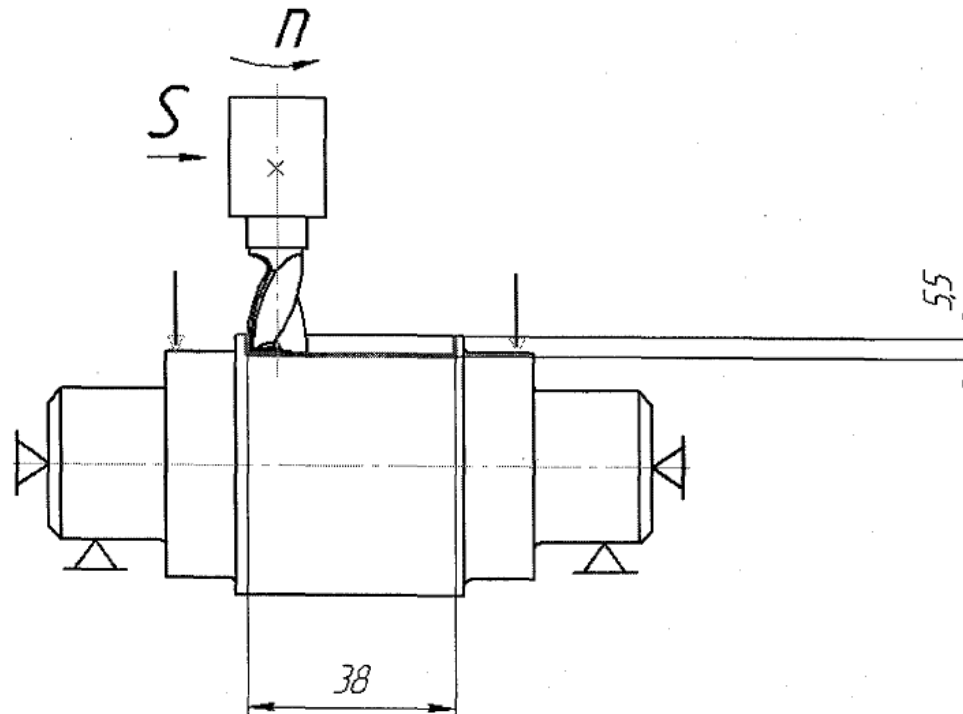
КЕ

Технологічний процес виготовлення осі

Дубл.														
Взамін.														
Підпис										Зм	Ар	Недок.	Підпис	Дата

Розробив	Сидоров Ю.О.			І Ф Н Т У Н Г	БР.ПМК-53.00.002			
Перевірів	Одосій З.М.							
Н. контр.	Одосій З.М.				Вісь			

025 Шпонково-фрезерна

3,2
√ (√)

KE

Технологічний процес виготовлення осі

Формат	Зона	Поз.	Позначення	Назва	Кільк.	Примітка
				<u>Документація</u>		
A1			<i>БР.ПМК-53.00.002.05</i>	<i>Складальне креслення</i>		
				<u>Деталі</u>		
		1	<i>БР.ПМК-53.00.002.05.001</i>	<i>Корпус</i>	1	
		2	<i>БР.ПМК-53.00.002.05.002</i>	<i>Пластина</i>	1	
		3	<i>БР.ПМК-53.00.002.05.003</i>	<i>Шток</i>	1	
		4	<i>БР.ПМК-53.00.002.05.004</i>	<i>Конус</i>	1	
		5	<i>БР.ПМК-53.00.002.05.005</i>	<i>Поршень</i>	1	
		6	<i>БР.ПМК-53.00.002.05.006</i>	<i>Важель</i>	3	
		7	<i>БР.ПМК-53.00.002.05.007</i>	<i>Втулка</i>	3	
		8	<i>БР.ПМК-53.00.002.05.008</i>	<i>Центр</i>	1	
		9	<i>БР.ПМК-53.00.002.05.009</i>	<i>Вісь</i>	3	
		10	<i>БР.ПМК-53.00.002.05.010</i>	<i>Кулачок</i>	3	
		11	<i>БР.ПМК-53.00.002.05.011</i>	<i>Вісь</i>	3	
				<u>Стандартні вироби</u>		
				<i>Болт ГОСТ 1491-80</i>		
		12		<i>M10×20.6g-66</i>	3	
		13		<i>M14×90.6g-66</i>	3	
		14		<i>M12×40.6g-66</i>	6	

					БР.ПМК-53.00.002.05 СП			
Зм.	Арк	№докум	Підпис	Дата				
Розробив		Сидоров Ю.			Патрон токарний трикулачковий самоцентруючий	Літ.	Арк	Аркушів
Перевір.		Одосій З.М.				у		1
Реценз						ІФНТУНГ		
Р. контр		Одосій З.М.						
Затвер.		Панчук В.Г.						

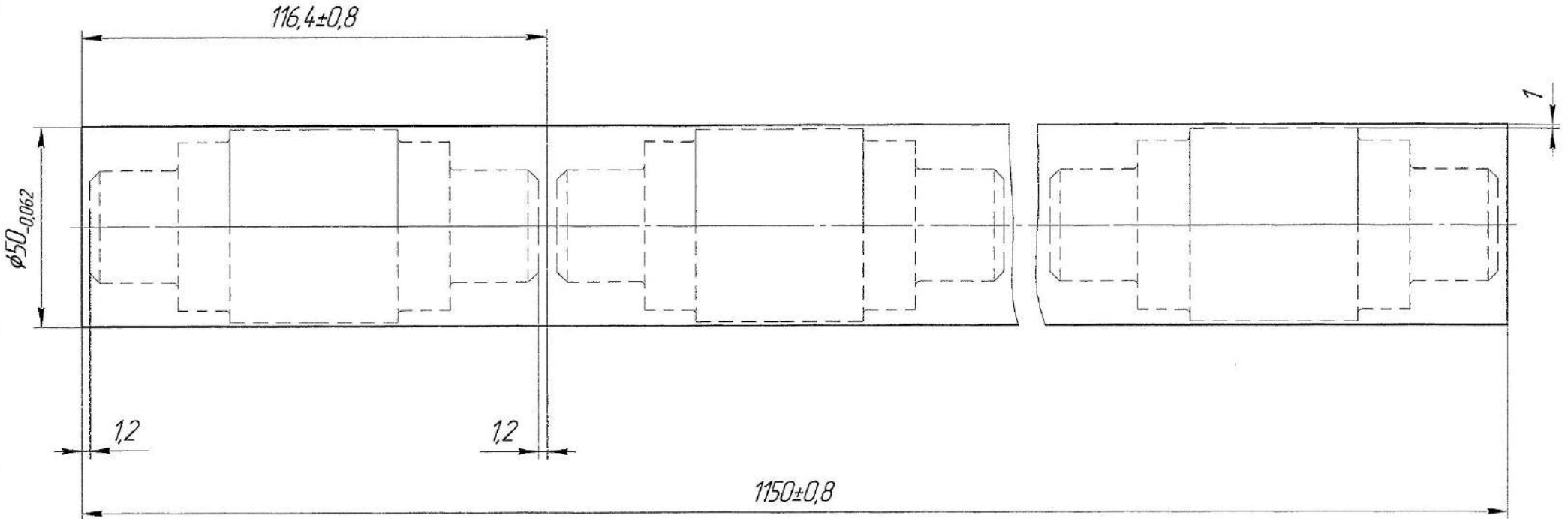
Формат	Зона	Поз.	Позначення	Назва	Кільк.	Примітка
				<u>Документація</u>		
A1			<i>БР.ПМК-53.00.002.06</i>	<i>Складальне креслення</i>		
		1	<i>БР.ПМК-53.00.002.06.001</i>	<i>Передня бабка</i>		
		2	<i>БР.ПМК-53.00.002.06.009</i>	<i>Задня бабка</i>		
				<u>Деталі</u>		
		3	<i>БР.ПМК-53.00.002.06.003</i>	<i>Рукоятка</i>	1	
		4	<i>БР.ПМК-53.00.002.06.004</i>	<u>Корпус</u>	2	
		5	<i>БР.ПМК-53.00.002.06.005</i>	<i>Втулка</i>	1	
		6	<i>БР.ПМК-53.00.002.06.002</i>	<i>Вал</i>	6	
		7	<i>БР.ПМК-53.00.002.06.003</i>	<i>Рукоятка</i>	1	
		8	<i>БР.ПМК-53.00.002.06.004</i>	<i>Корпус</i>	1	
		9	<i>БР.ПМК-53.00.002.06.005</i>	<i>Втулка</i>	1	
		10	<i>БР.ПМК-53.00.002.06.007</i>	<i>Кронштейн</i>	6	
		11	<i>БР.ПМК-53.00.002.06.008</i>	<i>Перехідник</i>	1	
		12	<i>БР.ПМК-53.00.002.06.010</i>	<i>Оправка</i>	1	
		13	<i>БР.ПМК-53.00.002.06.011</i>	<i>Центр</i>	2	
		14	<i>БР.ПМК-53.00.002.06.013</i>	<i>Скалка</i>	1	
		15	<i>БР.ПМК-53.00.002.06.015</i>	<i>Маховичок</i>	1	
		16	<i>БР.ПМК-53.00.002.06.025</i>	<i>Стояк</i>	1	
		17	<i>БР.ПМК-53.00.002.06.019</i>	<i>Вісь</i>	1	
		18	<i>БР.ПМК-53.00.002.06.025</i>	<i>Стояк</i>	4	
		19	<i>БР.ПМК-53.00.002.06.026</i>	Штифт	1	
БР.ПМК-53.00.002.06 СП						
Зм.	Арк	Недокум	Підпис	Дата		
Розробив		Сидоров Ю.			Літ.	Арк
Перевір.		Одосій З.М.			у	Аркушів
						1
Пристрій для контролю радіального і торцевого биття					ІФНТУНГ	



БР.ПМК-53.00.002.01

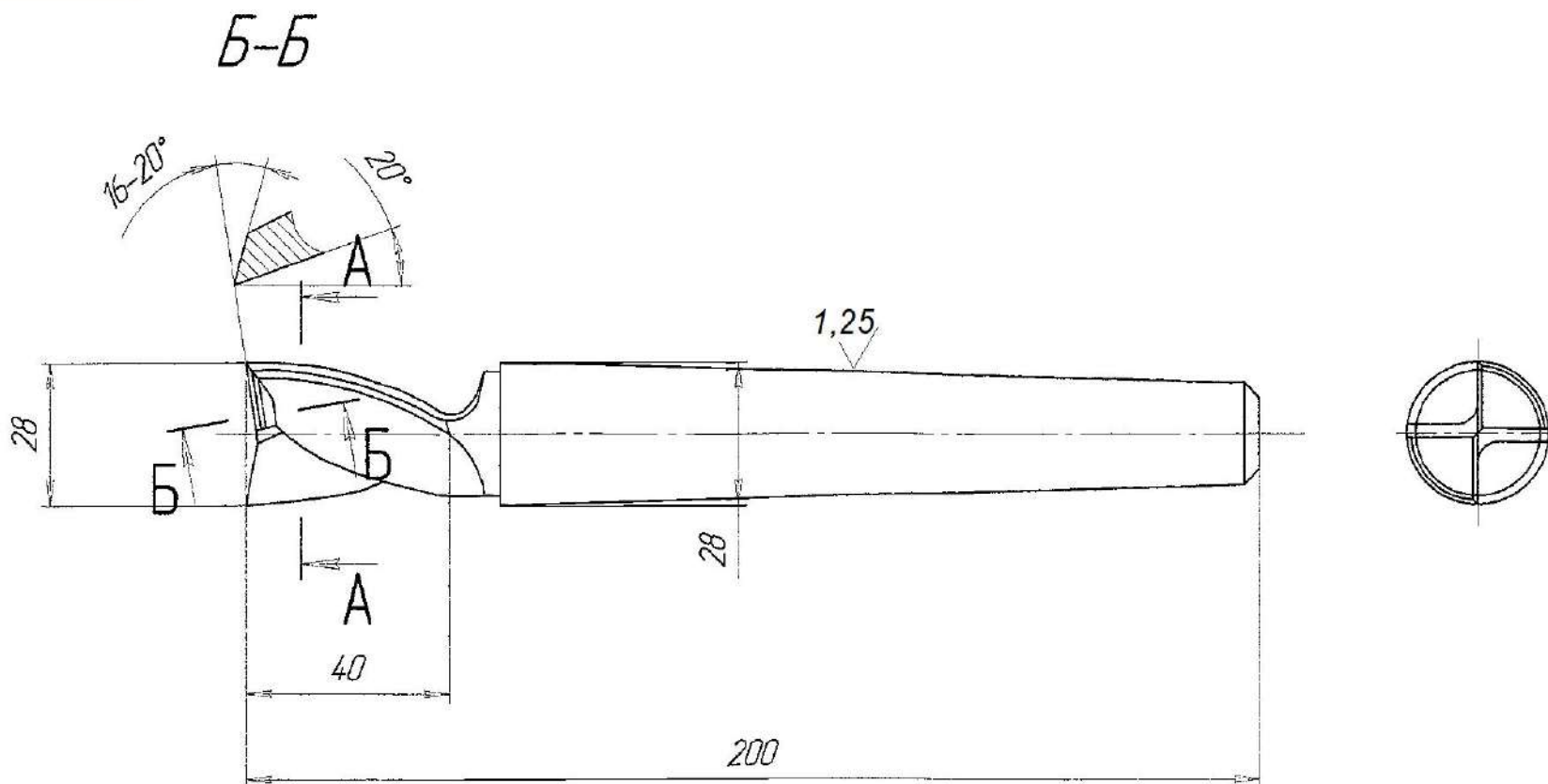
Перв. примен.

Справ. №

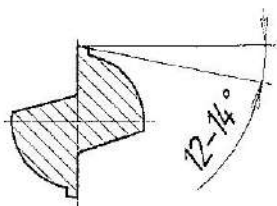


Инв. № подл. Подл. и дата
Взам. инв. № Инв. № дубл. Подл. и дата
Взам. инв. № Инв. № дубл. Подл. и дата

					БР.ПМК-53.00.002.01			
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата	Заготовка	Лит.	Масса	Масштаб
Разраб.	Сидоров Ю.О.					Н	17,7	1:1
Пров.	Одосій З.М.					Лист Листов 1		
Т.контр.	Одосій З.М.							
Рецензент								
Н.контр.	Одосій З.М.				Круг $\phi 50$ Прокат ГОСТ 7471-71			
Утв.	Панчук В.Г.				Сталь 40 ГОСТ 1050-88			
					Копировал		Формат А3	



A-A



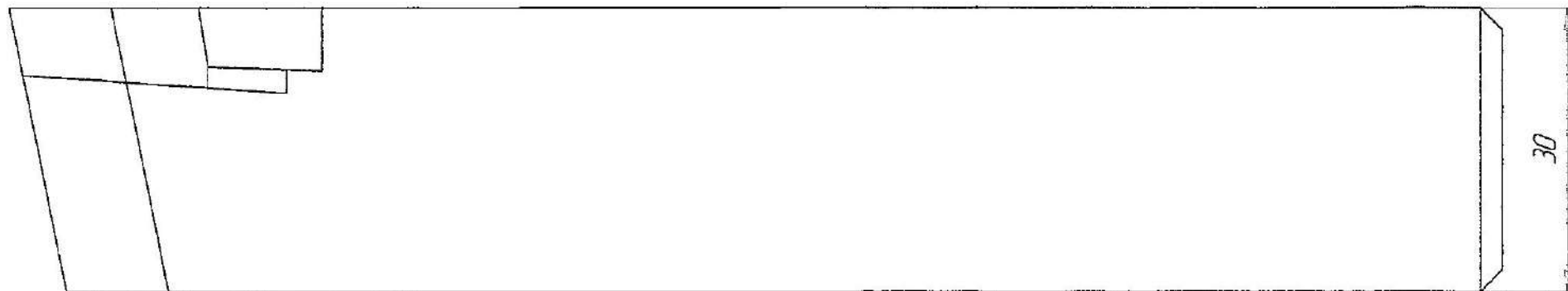
1. Основні розміри шпонкової фрези по ГОСТ 9140-78
2. Конус Морзе 2

					БР.ПМК-53.00.002.04			
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата	Фреза шпонкова	Лит.	Масса	Масштаб
Разраб.	Сидоров Ю.О.					Н		2:1
Пров.	Одосій З.М.					Лист	Листов	1
Т.контр.								
Н.контр.	Одосій З.М.				Сталь 8Х13 ГОСТ 19265-73			
Утв.	Панчук В.Г.							

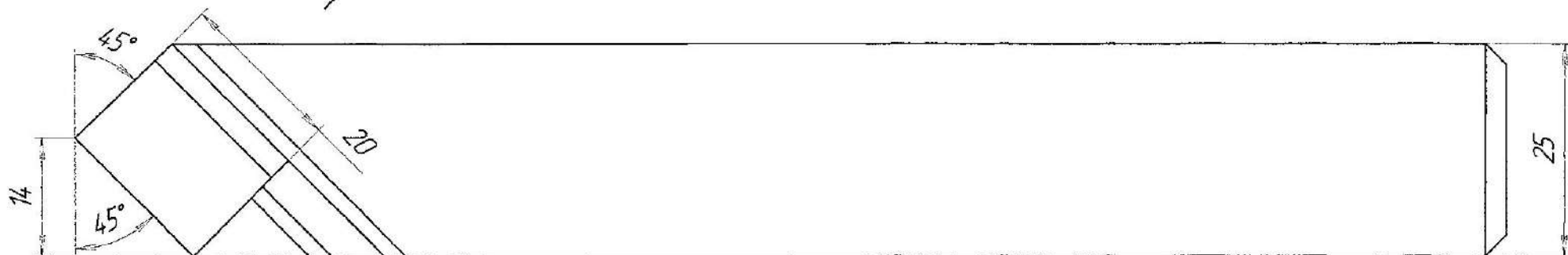
БР.ПМК-53.00.002.03

Перв. примен.

Справ. №

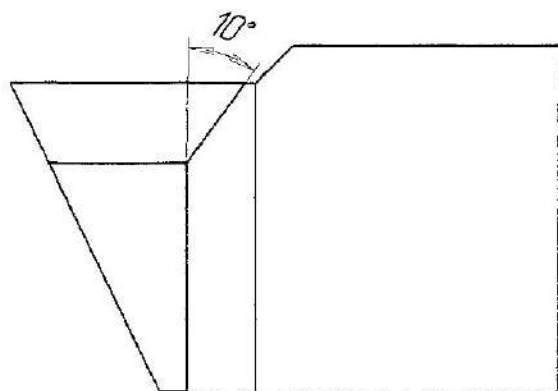


A



A

A-A



1. Основні розміри різця по ГОСТ 18878-73
2. Матеріал пластини - твердий сплав ВК8
3. Матеріал припою - латунь

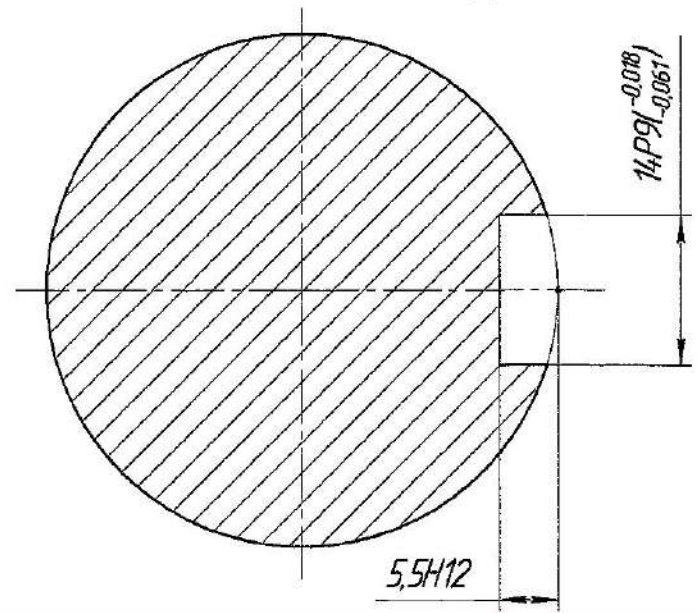
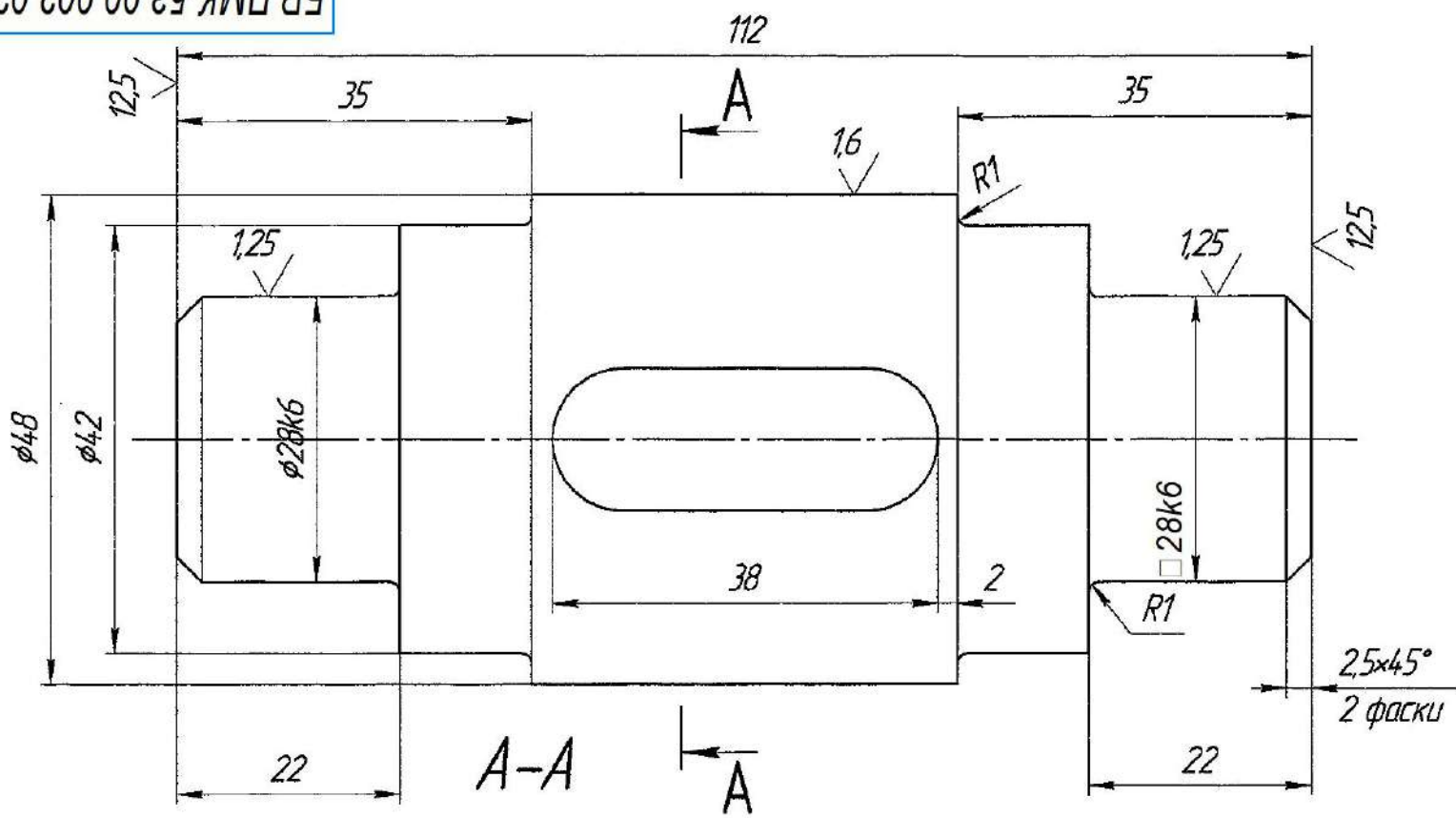
Инв. № подл. Подп. и дата
 Взам. инв. № Инв. № дубл. Подп. и дата
 Справ. №

					БР.ПМК-53.00.002.03			
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата	Різець токарний прохідний прямий	Лит.	Масса	Масштаб
Разраб.	Сидоров Ю.О.					Н		2:1
Пров.	Одосій З.М.				Лист	Листов	1	
Т.контр.								
Н.контр.	Одосій З.М.							
Утв.	Панчук В.Г.							

Перв. примен.

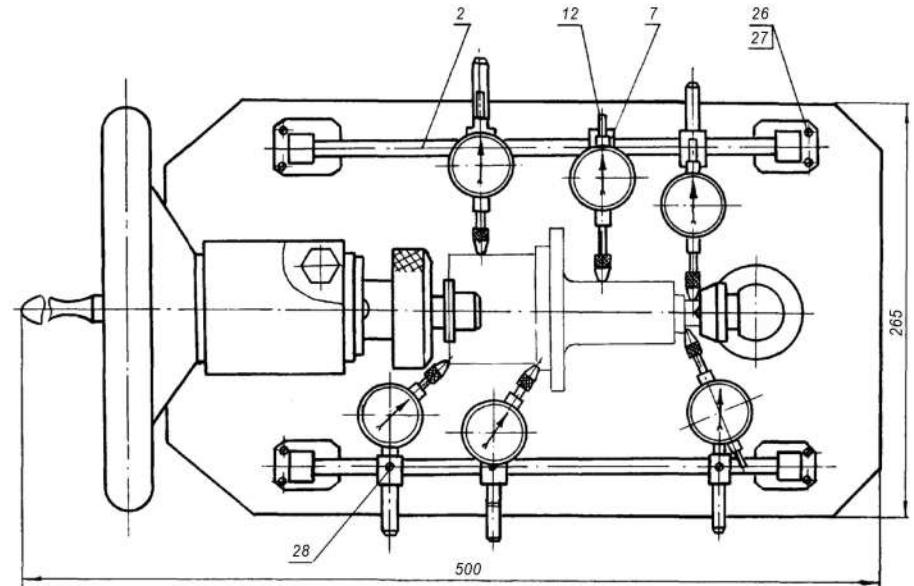
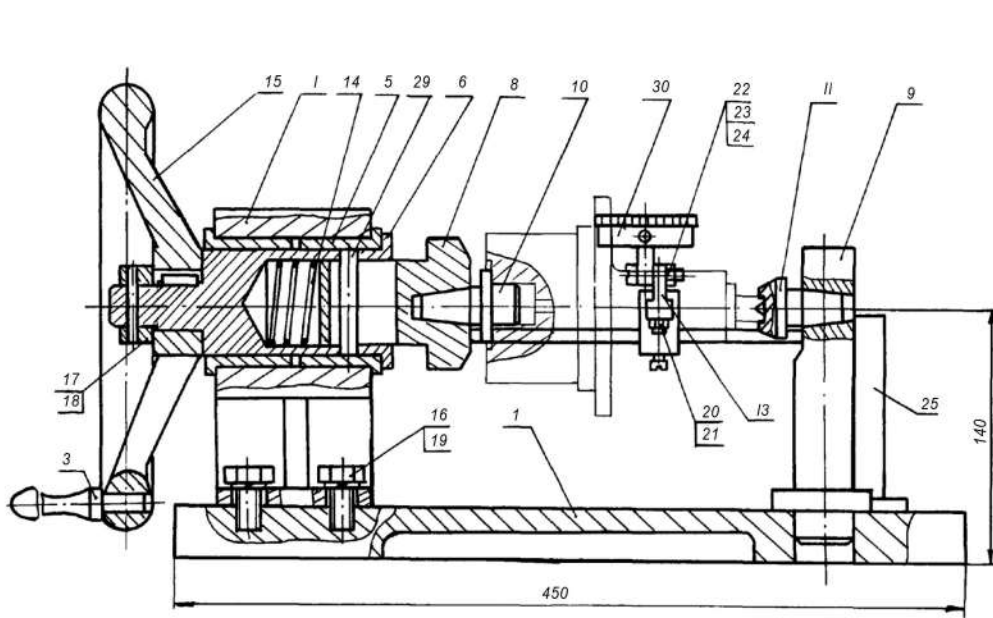
Справ. №

Инв. № подл. Подп. и дата
 Взам. инв. № Инв. № дубл. Подп. и дата



- 1 Термообробка нормалізація НВ 190...210
- 2 Невказані граничні відхилення розмірів: вала - h14, ре...

БР.ПМК-53.00.002.02			
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.
Разраб.	Сидоров Ю.О.		
Пров.	Одосій З.М.		
Т.контр.			
Н.контр.	Одосій З.М.		
Утв.	Панчук В.Г.		
Вісь		Лит.	Масса
		Н	1,8
		Лист	Листов 1
Сталь 40 ГОСТ 1050-88		ІФНТУНГ	



- 1. Багатовимірний пристрій
- 2. Встановлення деталей у відповідності до стандарту ГОСТ 24642-81

БР.ПМК-53.00.002.07				Лист	Масса	Масштаб
Дир. Проект.	№ докум.	Титло	Дата	Пристрій для контролю		
Разраб.	Скореев В.О.			радіального та торцевого біття		
Проект.	Ободюк З.М.			Лист	Листов	1
Н.контр.	Ободюк З.М.					
Утя	Утянчук В.Т.					

