

Міністерство освіти і науки України
Криворізький національний університет
Факультет механічної інженерії та транспорту
Кафедра технологія машинобудування

КВАЛІФІКАЦІЙНА БАКАЛАВРСЬКОЇ РОБОТИ

зі спеціальності 131 – Прикладна механіка
освітньо-професійної програми «Прикладна механіка»

на тему: Конструкторсько-технологічна підготовка виготовлення
деталі «Вал» та обґрунтування параметрів ріжучих інструментів за
допомогою CAD/CAM/CAE систем

Проектував ст.гр. ПМ-21

Чефранов М. В.

Керівник роботи

д.т.н., проф. Кіяновський
М.В.

Кривий Ріг
2025 р

Міністерство освіти і науки України
Криворізький національний університет
Факультет механічної інженерії та транспорту
Кафедра технологія машинобудування

КВАЛІФІКАЦІЙНА БАКАЛАВРСЬКА РОБОТА ПОЯСНЮВАЛЬНА ЗАПИСКА

зі спеціальності 131 – Прикладна механіка
освітньо-професійної програми «Прикладна механіка»

на тему: Конструкторсько-технологічна підготовка виготовлення
деталі «Вал» та обґрунтування параметрів ріжучих інструментів за
допомогою CAD/CAM/CAE систем

Проектував ст.гр. ПМ-21

/Хижняков А.О./

Керівник роботи

/д.т.н., проф. Кіановський
М.В./

Нормоконтроль

/ к.т.н., доц. Нечаєв В.П. /

Завідувач кафедри

/ к.т.н., доц. Рязанцев А.О. /

Кривий Ріг
2025 р

Криворізький національний університет
Факультет механічної інженерії та транспорту
Кафедра: технології машинобудування
Освітній рівень: бакалавр
Спеціальність: 131 Прикладна механіка
Освітньо-професійна програма «Прикладна механіка»

Затверджую
Зав. кафедри ТМ к.т.н. доц., Рязанцев А.О.

(підпис)

(дата)

ЗАВДАННЯ на кваліфікаційну бакалаврську роботу

Студент гр. ПМ-21 Хижняков Артем Олексійович

Тема: Конструкторсько-технологічна підготовка виготовлення деталі «Вал» та обґрунтування параметрів ріжучих інструментів за допомогою CAD/CAM/CAE систем

1. Керівник проекту д.т.н., проф. Кіяновський М.В.

Тема затверджена наказом по КНУ № 45с від “ 16.01 ” 2025 р.

2. Термін подання студентом закінченого проекту 12 червня 2025 р.

3. Вихідні дані до проекту: 1. Креслення складального вузла.

2. Креслення деталі. 3. Типовий технологічний процес. 4. Річна програма випуску деталі.

4. Зміст пояснювальної записки:

1 ПРОЕКТУВАННЯ ТЕХНОЛОГІЧНОГО ПРОЦЕСУ СКЛАДАННЯ ВУЗЛА.

2 ТЕХНІКО-ЕКОНОМІЧНИЙ АНАЛІЗ ПРОЕКТУ

3 ПРОЕКТУВАННЯ ТЕХНОЛОГІЧНОГО ПРОЦЕСУ

4 ТЕХНІКО-ЕКОНОМІЧНЕ ОБґРУНТУВАННЯ ВАРІАНТІВ МАРШРУТУ ТП

5 РОЗРОБКА ВЕРСТАТНО-ІНСТРУМЕНТАЛЬНОГО НАЛАГОДЖЕННЯ ТА ПРОГРАМУВАННЯ В СЕРЕДОВИЩІ FEATURECAM

6 ПРОЕКТУВАННЯ ТЕХНОЛОГІЧНОГО ОСНАЩЕННЯ

5. Перелік графічного матеріалу: 1. Креслення складального вузла. 2. Креслення заготовки 3. Креслення деталі. 4. Ескізи операцій 5. Креслення верстатно - інструментального налагодження. 6. Креслення верстатного оснащення

6. Календарний план:

Етап роботи	Термін виконання
1 ПРОЕКТУВАННЯ ТЕХНОЛОГІЧНОГО ПРОЦЕСУ СКЛАДАННЯ ВУЗЛА 1.1 Службове призначення вузла 1.2 Розрахунок лінійних розмірних ланцюгів	До 28.01 2025р.
2 ТЕХНІКО-ЕКОНОМІЧНИЙ АНАЛІЗ ПРОЕКТУ 2.1 Аналіз якості поверхонь деталі 2.2 Аналіз технологічності деталі 2.3 Вибір типу виробництва .Задачі проектування 2.4 Аналіз типового технологічного процесу 2.5 Обґрунтування вибору заготовки 2.6 Вибір та обґрунтування баз 2.7 Розробка маршруту обробки деталі	02.02 2025р.- 20.02.2025р.
3 ПРОЕКТУВАННЯ ТЕХНОЛОГІЧНОГО ПРОЦЕСУ	21.03.25- 30.03.25
4ТЕХНІКО-ЕКОНОМІЧНЕ ОБҐРУНТУВАННЯ ВАРІАНТІВ МАРШРУТУ ТП	з 31.04.2025р.
4 5 РОЗРОБКА ВЕРСТАТНО-ІНСТРУМЕНТАЛЬНОГО НАЛАГОДЖЕНН	01.05.25
6 ПРОЕКТУВАННЯ ТЕХНОЛОГІЧНОГО ОСНАЩЕННЯ	до 03.06 2025р
Попередній захист	10 .06 2025р.

Дата видачі завдання: “18” 01 2025р.

Студент _____ /Чефранов М.В./

Керівник роботи _____ /Кіяновський М.В./

РЕФЕРАТ

Об'єкт розробки – конструкторсько-технологічна підготовка виготовлення валу бортового редуктора ходової частини стрілового самохідного гусеничного крану РДК 250.

Мета розробки – поліпшення техніко-економічних показників технологічного процесу виготовлення валу за рахунок застосування CAD/CAM/CAE систем.

Шляхи підвищення надійності валу передбачаються за рахунок обґрунтування завершальної обробки посадкових поверхонь валу та проведення розмірного технологічного аналізу валу.

Для забезпечення технологічного процесу обробки, точності і високої продуктивності при виготовленні валу, розроблено конструкцію пристосування для розточної операції.

Розроблено керуючу програму на верстат з ЧПК та візуалізовано обробку. Проведено розрахунки собівартості продукції при впровадженні верстату з ЧПК.

ВАЛ, ПОКОВКА, ТЕХНОЛОГІЧНИЙ ПРОЦЕС, ОБЛАДНАННЯ,
ІНСТРУМЕНТ, ОБРОБКА, СОБІВАРТІСТЬ.

ABSTRACT

The object of development is the design and technological preparation for the manufacture of the shaft of the final drive of the chassis of the self-propelled crawler crane RDK 250.

The purpose of the development is to improve the technical and economic indicators of the technological process of manufacturing the shaft through the use of CAD/CAM/CAE systems.

Ways to increase the reliability of the shaft are envisaged by substantiating the final processing of the shaft landing surfaces and conducting a dimensional technological analysis of the shaft.

To ensure the technological process of processing, accuracy and high productivity in the manufacture of the shaft, a design of a device for the boring operation has been developed.

A control program for a CNC machine has been developed and processing visualized. Calculations of the cost of production when implementing a CNC machine have been carried out.

SHAFT, FORGING, TECHNOLOGICAL PROCESS, EQUIPMENT, TOOL,
PROCESSING, COST.

					<i>КНУКБР.131.25.1-22.Р</i>			
<i>Змін.</i>	<i>Аркуш</i>	<i>№ Документа</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>	<i>РЕФЕРАТ</i>			
<i>Розроб.</i>	<i>Чефранов</i>							
<i>Перевір.</i>	<i>Кіянговський</i>							
<i>Н. Контр.</i>	<i>Нечаєв</i>							
<i>Затверд.</i>	<i>Рязанцев</i>				<i>Кафедра ТМ гр. ПМ-21</i>			

№ строн	Форма	Позначення	Назва	Кількіс ть	Примітк и		
1							
2			Документація загальна				
3							
4	A4		Пояснювальна записка				
5	A4		Тех. процес виготовлення	32			
6			валу				
7							
8							
9							
10			Документація по розділам				
11			проекту				
12							
13	A1	КНУ.КБР.131.25.1-22.В	Вал	1			
14	A2	КНУ.КБР.131.25.1-22.В П	Вал (поковка)	1			
15	A1	КНУ.КБР.131.25.1-22.РАВ	Розмірний аналіз валу	1			
17	A1	КНУ.КБР.131.25.1-22 НТ	Налагодження технологічне	1			
19	A1	КНУ.КБР.131.25.1-22 ПВ	Пристрій верстатний	1			
23							
24							
25							
26							
27							
28							
29							
30							
31							
32							
33							
			КНУ.КБР.131.25.1-22.ВО				
Зм	Літ	№ докум.	Підпи	Дата			
Розробив	Чефранов				Відомість об'єму кваліфікаційної бакалаврської роботи		
Керівник	Кіяновський						
Консула							
Н.контр.	Нечаєв						
Затверди	Рязанцев						
					Літ	Лист	Листів
					Каф. ТМ Гр. ПМ-21		

ЗМІСТ

Вступ.....	
1 Техніко-економічний аналіз вихідних даних проекту.....	
1.1 Службове призначення виробу.....	
1.2 Аналіз технологічності деталі.....	
1.3 Визначення виробничої програми цеха.....	
1.4 Визначення типу виробництва.....	
1.5 Аналіз існуючого технологічного процесу.....	
1.6 Постановка задач проектування технологічних процесів.....	
2. Проектування технологічного процесу виготовлення валу.....	
2.1 Вибір методу отримання заготовки.....	
2.2 Визначення послідовності виконання технологічних операцій...	
2.3 Вибір і обґрунтування технологічних баз.....	
2.4 Визначення припусків на обробку та розмірів заготовки.....	
2.5 Визначення операційних розмірів с допусками.....	
2.6 Проектування технологічного процесу обробки деталей.....	
2.7 Вибір ріжучого та допоміжного інструментів.....	
2.8 Вибір пристосувань.....	
2.9 Вибір засобів технічного контролю.....	
2.10 Визначення режимів обробки.....	
2.11 Нормування операцій.....	
3 Розробка керуючої програми із застосуванням CAD CAM систем	
4. Техніко-економічне обґрунтування вибору обладнання з ЧПК	
5 Проектування технологічного оснащення	
5.1 Аналіз вихідних даних.....	
5.2 Визначення можливості виконання виробничої програми.....	
5.3 Вибір схеми базування деталі.....	
5.4 Вибір настановних елементів.....	
5.5 Силовий розрахунок пристосування.....	
5.5.1 Визначення основних технологічних навантажень.....	
5.5.2 Визначення коефіцієнта запасу.....	
5.5.3 Вибір найбільш несприятливої ситуації, складання рівнянь рівноваги і визначення зусиль притискання.....	
5.5.4 Вибір затискного механізму.....	
5.5.5 Визначення сили тяги приводу.....	
5.6 Визначення прискного елемента приводу	

					КНУ.КБР.131.25.1-22.3								
Змін.	Аркуш	№ Документа	Підпис	Дата	ЗМІСТ				Літ.		Арк.	Аркуші	
Розроб.	Чефранов												
Перевір.	Кіяндовський												
Н. Контр.	Нечаєв												
Затверд.	Рязанцев								Кафедра ТМ гр. ПМ-21				

5.7	Оцінка точності пристосування.....
5.8	Техніко-економічне обґрунтування доцільності використання пристосування.....
6.	Обґрунтування методу зміцнюючої технології
	Висновки.
	Список використаних джерел.....

					КНУ.КБР.131.25.1-22.3	Аркуш
Змін.	Аркуш	№ Документа	Підпис	Дата		

ВСТУП

Технологія машинобудування передбачає вивчення методів обробки заготовок деталей машин на металорізальних верстатах, основ проектування технологічних процесів обробки, основ проектування механоскладальних і механічних цехів, основ проектування технологічного оснащення.

Машинобудування є однієї з провідних галузей промисловості нашої країни. На сучасному етапі розвитку технології машинобудування важко зосередити всю сукупність знань у всіх областях в рамках учбових курсів однієї спеціальності.

У зв'язку з постійним збільшенням об'єму інформації необхідної для виготовлення деталей, необхідністю постійного підвищення якості виробів для забезпечення їх конкурентоспроможності на ринку, має сенс замінювати деякі одиничні технологічні процеси- груповими. Такі технологічні процеси дозволяють значно скоротити не лише час необхідний на розробку техпроцесу, але навіть зменшити номенклатуру устаткування, інструменту і оснащення необхідної для виготовлення деталей групи.

Основними напрямками розвитку науково - технічного прогресу (НТП) в машинобудуванні є прискорення НТП на базі технічного переозброєння виробництва, створення і випуск високопродуктивних машин і оснащення великої одиничної потужності, впровадження нової техніки і матеріалів, прогресивної технології і систем машин для комплексної механізації і автоматизації виробництва.

Метою роботи є удосконалення технологічного процесу виготовлення «Валу». Основні напрямки при проектуванні технологічних процесів можуть бути наступними:

1. Поліпшення якісних характеристик матеріалів, стабілізація й зменшення обсягів їхнього споживання за рахунок використання прогресивних методів одержання заготівель;
2. Максимально можливе забезпечення безперервності, безпеки, гнучкості й продуктивності протікання технологічного процесу, які можуть бути забезпечені в результаті вдосконалювання рівня механізації й автоматизації;
3. Підвищення рівня комплектності механізації процесів за рахунок застосування сучасного устаткування: верстатів з ЧПК, автоматів і напівавтоматів, застосування високопродуктивних видів технологічного оснащення, з метою зниження трудомісткості виготовлення деталей і виробу в цілому.

					КНУ.КБР.131.25.1-22.В				
Змін.	Аркуш	№ Документа	Підпис	Дата					
Розроб.		Чефранов			ВСТУП		Літ.	Арк.	Аркушів
Перевір.		Кіяндовський							
							Кафедра ТМ гр. ПМ-21		
Н. Контр.		Нечаєв							
Затверд.		Рязанцев							

1 ТЕХНІКО-ЕКОНОМІЧНИЙ АНАЛІЗ ВИХІДНИХ ДАНИХ ПРОЕКТУ

1.1 Службове призначення виробу

Вал належать до приводу руху бортового редуктора ходової частини стрілового самохідного гусеничного крану РДК 250.

1.2 Аналіз технологічності деталей

Вал відноситься до класу «валів». Конструктивно деталь представлена як ступінчастий вал. Вал виготовляється зі сталі 45 ДСТУ 7809:2015, яка має достатню міцність і хорошу оброблюваність.

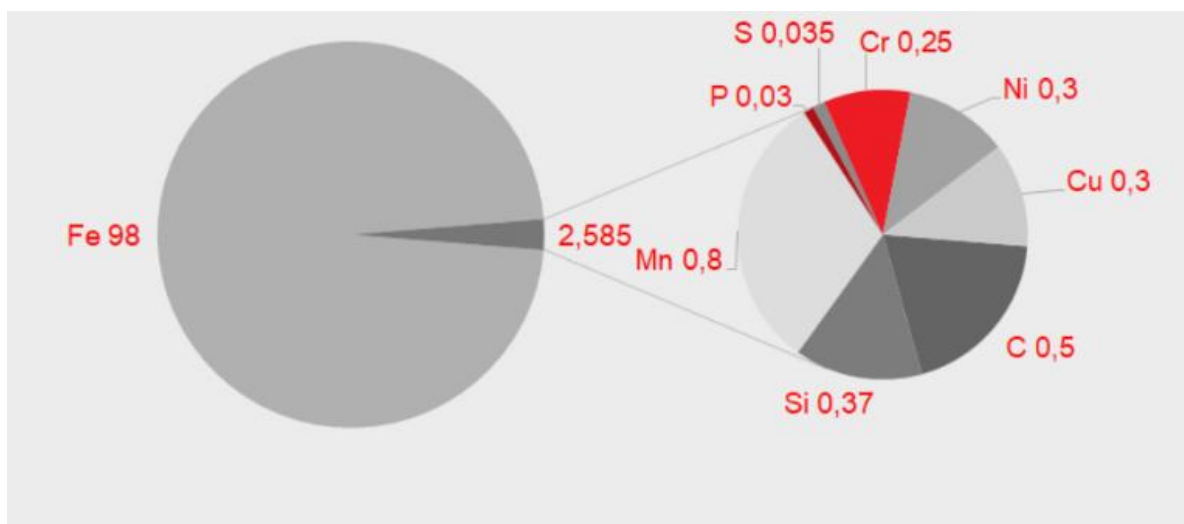


Рисунок 1.1- Приблизний хімічний склад сталі 45 ДСТУ 7809:2015

Механічні властивості сталі 45, що визначаються на нормалізованих зразках

Предел текучести ст, Н/мм ² , не менше	Тимчасовий опір, св, Н/мм ²	Відносне видовження δ ₅ , %,	Відносне звуження Ψ, %, не менше
355	600	16	40

Вал має ступінчасту форму. Конфігурація деталі забезпечує вільний доступ різального і вимірювального інструментів. Конструкція має достатню жорсткість ($l/d < 12$), що допускає застосування швидкісних режимів різання.

					КНУ.КБР.131.25.1-22.01.ТЕА		
Змін.	Аркуш	№ Документа	Підпис	Дата			
Розроб.	Чефранов				ТЕХНІКО-ЕКОНОМІЧНИЙ АНАЛІЗ ВИХІДНИХ ДАНИХ		
Перевір.	Кірюновський						
Н. Контр.	Нечаєв						
Затверд.	Рязанцев						
					Літ.	Арк.	Аркушів
					Кафедра ТМ гр. ПМ-21		

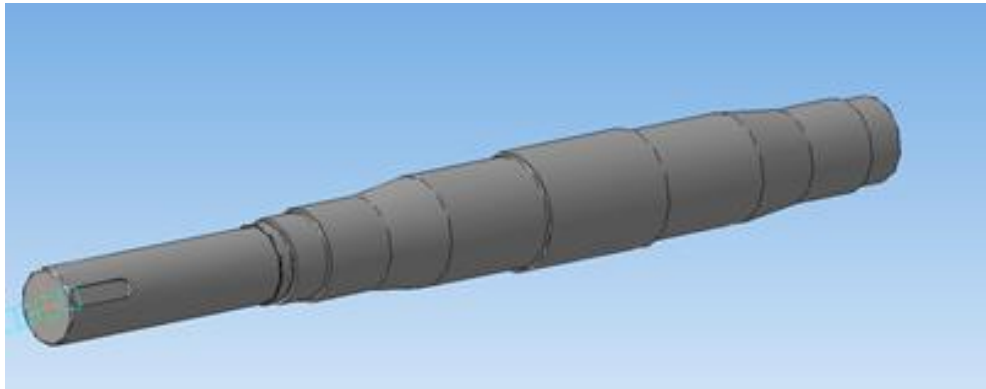


Рисунок 1.1-3D модель валу

На робочому кресленні вказані наступні необхідні для виготовлення деталі розміри, допуски і шорсткість поверхонь, а також твердість по Бринелю HB 230...270.

На кресленні є вимоги до взаємного розташування поверхонь:

- допуск симетричності пазу $T 0,05$ мм відносно бази Д.

Шорсткість поверхонь не відповідає точності обробки. Враховуючи умови роботи, річну програму випуску і конфігурацію деталі, вважаємо, що її матеріал обраний правильно.

Конфігурація деталі дозволяє:

- використовувати раціональні методи здобуття заготовки;
- вільно вести обробку всіх поверхонь деталі;
- здійснювати контроль оброблених поверхонь;
- застосовувати швидкодіючі верстатні пристосування.

В ході розробки техпроцесу може виникнути необхідність в зміні простановки розмірів або перерахунку деяких допусків і відхилень. Тому над технологічністю деталі необхідно працювати в ході всього проектування, хоча, в результаті проведеного аналізу деталей є досить технологічною.

1.3 Визначення виробничої програми цеху

Проектування цеху необхідно вести за умовною програмою, оскільки точну номенклатуру виробів встановити неможливо [1].

Виріб-представник вал, відомість розрахунку умовної програми приведена в таблиці 1.1.

					КНУ.КБР.131.25.1-22.01.ТЕА	Аркуш
Змін.	Аркуш	№ Документа	Підпис	Дата		

Таблиця 1.1 – Відомість виробів, що виготовляються

Найменування	Задана програма			Умовна програма			
	Число деталей	вага, т		Найменування виробу-представника	Число виробів	вага, т	
		одного виробу	всіх виробів			одного виробу	всіх виробів
1	2	3	4	5	6	7	8
Вал	30	0,970	29,1	Вал	30	0,97	29,1
Ходовий гвинт	90	1,100	99		279		99
Вал	150	1,500	225		420		225
Вісь	200	1,750	350		560		350
Вал	100	0,890	89		284		89
Редуктор	150	0,560	84		420		84
Шток	250	0,900	225		710		225
Редуктор	100	0,740	74		290		74
Вал шліцевий	200	1,200	240		582		240
Вал-шестерня	250	0,800	200		723		200
Разом	-	-	1615,1	-	-	-	1615,1

1.4 Визначення типу виробництва

Тип виробництва залежить від річної програми, характеристики виробів, трудомісткість виготовлення деталей. Річна програма випуска становить 30 шт.

Такт випуска визначається по формулі [1]:

$$\tau_s = \frac{60 \cdot F_d \cdot K_u}{N}, \text{ хв}$$

(1.1)

де F_d – дійсний річний фонд часу роботи в годинах, 4015

K_u – коефіцієнт, що враховує втрати часу по організаційно-технічних причинах, втрати від переналагодження устаткування й т.д., $0,7 \div 0,8$.

$$\tau_s = \frac{60 \cdot 4015 \cdot 0,7}{30} = 5621 \text{ хв}$$

Коефіцієнт серійності K_c визначається по формулі:

$$K_c = \frac{\tau_s}{T_{шт.ср.}},$$

(1.2)

де $T_{шт.ср.}$ – середній штучний час по основних операціях, визначається по формулі:

$$T_{шт.ср.} = \frac{\sum_{i=1}^n T_{шт.i}}{\sum n}, \text{ хв}$$

(1.3)

де $T_{шт. i}$ – штучний час i -ої операції 275,57 хв;

n – число основних операцій технологічних процесів.

$$T_{шт.ср. "валу"} = \frac{272,57}{11} = 24,8 \text{ хв}$$

$$K_{с. "валу"} = \frac{5621}{24,8} = 226,6$$

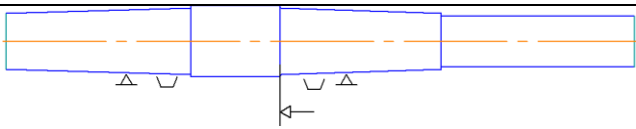
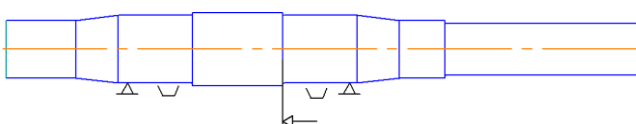
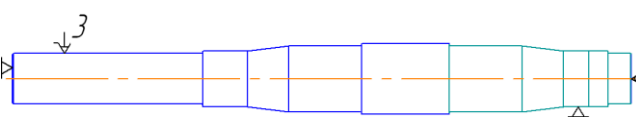
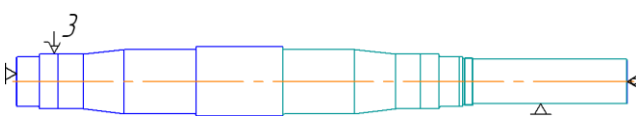
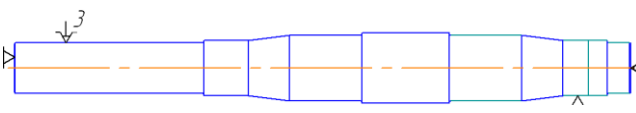
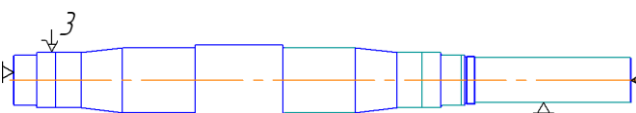
В нашому випадку $K_{свалу} = 226,6$ то тип виробництва одиничне.

1.5 Аналіз існуючого технологічного процесу

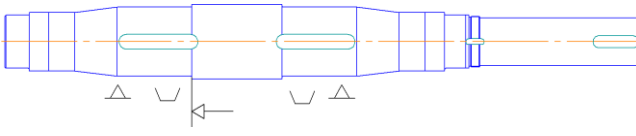
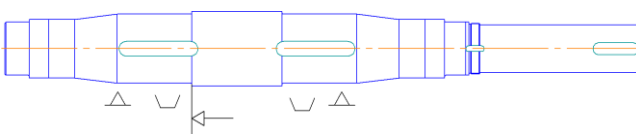
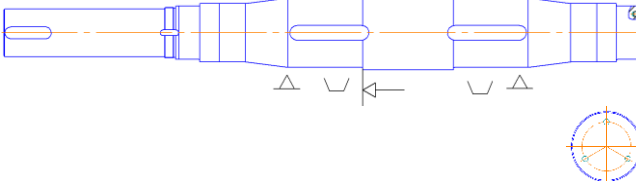
Базовий технологічний процес виготовлення валу представлений у вигляді таблиці 1.2.

Таблиця 1.2- Заводський маршрут обробки валу

№ операції	Найменування операції	Схема установки заготовки на верстаті	Найменування та модель устаткування
1	2	3	4
005	Заготівельна		
010	Термічна		
015	Контрольна		ВТК
020	Розміточна		Розміточна плита
025	Розточна		Горизонтально-розточний

			2656P
030	Контрольна		ВТК
1	2	3	4
035	Токарна		Токарно-гвинторізний мод. 1М65
040	Токарна		Токарно-гвинторізний мод. 1М65
045	Контрольна		ВТК
050	Розміточна		Розміточна плита
055	Розточна		Горизонтально-розточний 2656P
060	Контрольна		ВТК
065	Токарна		Токарно-гвинторізний мод. 1М65
070	Токарна		Токарно-гвинторізний мод. 1М65
075	Контрольна		ВТК
080	Шліфувальна		Круглошліфу-вальний мод. 3А172
085	Шліфувальна		Круглошліфу-вальний мод. 3А172
090	Контрольна		ВТК

095	Розміточна		Розміточна плита
-----	------------	--	---------------------

1	2	3	4
100	Фрезерна		Продольно-фрезерний мод. 6606
105	Фрезерна		Продольно-фрезерний мод. 6606
110	Контрольна		ВТК
115	Розточна		Горизонтально-розточний мод. 2656Р

Недоліками базового технологічного процесу є:

Не витримується принцип концентрації операцій на одному робочому місці. Цей недолік можливо компенсувати застосуванням верстатів з ЧПК.

Після детального розгляду заводського технологічного процесу деталі «вал» пропоную проектний технологічний процес обробки вдосконалити таким чином:

- спроектувати заготовку, яка буде більш приближена до форми готової деталі, припуски та допуски зменшаться, КВТ збільшиться;
- об'єднати токарні операції, та замінити їх на дві токарні операції з ЧПУ;
- використовувати принцип максимальної концентрації операцій на одному робочому місці.

2 ПРОЕКТУВАННЯ ТЕХНОЛОГІЧНОГО ПРОЦЕСУ ВИГОТОВЛЕННЯ ВАЛУ

2.1 Вибір методу отримання заготовки

При виборі технологічного процесу здобуття заготовки і методу її формоутворення необхідно враховувати ряд чинників, приведених в [2]. Тому доцільно для отримання заготовки вал застосувати ковку на пресах в порівнянні з базовим, (ковкою на молотах). В наслідок цього зменшиться час на обробку, зменшиться маса заготовок, збільшиться коефіцієнт вагової точності. Вага деталі вал - 917 кг. Припуски та допуски на розміри заготовки визначаємо за ДСТУ 9182:2022 «Поковки з вуглецевої і легованої сталі виготовлені куванням на пресах. Припуски і допуски».

Техніко-економічне визначення технологічної собівартості деталі й ріст економії матеріалів представляємо у вигляді порівняльного розрахунку двох можливих варіантів одержання заготівлі.

Маса заготівлі з урахуванням припусків на механічну обробку наступна:

- $Q_{зав} = 1330 \text{ кг}$ ($K_{\dot{\alpha}\dot{\alpha}} = 0,69$)
- $Q_{зпр} = 1043,6 \text{ кг}$

Коефіцієнт вагової точності визначається за формулою:

$$K_{em} = \frac{m_{\dot{\alpha}em}}{m_{зав}} \quad (2.1)$$

$$K_{\dot{\alpha}\dot{\alpha}2} = \frac{917}{1043,6} = 0,88$$

Вартість заготівлі по кожному варіанті визначається по формулі:

$$З = Q_z S_k K_T - q S_{отх}, \text{ грн}, \quad (2.2)$$

де S_k – оптова ціна за 1 кг заготівлі по прейскуранті, грн;

K_T – коефіцієнт, що враховує транспортно-заготівельні витрати, рівний 1,05;

q – маса реалізованих відходів, кг;

$S_{отх}$ – ціна за 1кг відходів, грн.

– для першого варіанту (поковка на мототах)

$$З_1 = 1330 \cdot 4,48 \cdot 1,05 - 413 \cdot 0,15 = 6194,4 \text{ грн}$$

					КНУ.КБР.131.25.1-22.02.ПТП			
Змін.	Аркуш	№ Документа	Підпис	Дата				
Розроб.	Чефранов				ПРОЕКТУВАННЯ ТЕХНОЛОГІЧНОГО ПРОЦЕСУ ВИГОТОВЛЕННЯ ВАЛУ		Літ.	Арк.
Перевір.	Кіяниський							Аркушів
							Кафедра ТМ гр. ПМ-21	
Н. Кантр.	Нечаєв							
Затверд.	Рязанцев							

– для другого варіанту (поковка на пресах)

$$З_2 = 1043,6 \cdot 4,99 \cdot 1,05 - 126,6 \cdot 0,15 = 5448,9 \text{ грн}$$

Різниця між вартістю обраних заготовівель:

$$A = M_1 - M_2, \text{ грн}, \quad (2.3)$$

де M_1, M_2 – вартість заготовівель порівнюваних варіантів, грн

$$A = 6194,4 - 5448,9 = 745,5 \text{ грн}$$

Із двох методів одержання заготовівлі вибір робимо виходячи з умов забезпечення максимальної продуктивності праці й мінімальної собівартості заготовівлі.

Річна економія матеріалу по порівнюваних варіантах:

$$E_m = \frac{G_d \cdot (K_1 - K_2)}{K_1 \cdot K_2} \cdot N, \text{ кг} \quad (2.4)$$

де G_d – маса деталі, кг;

K_1, K_2 – коефіцієнти вагової точності;

N – річна програма випуску деталей, шт.

$$E_m = \frac{917 \cdot (0,88 - 0,69)}{0,88 \cdot 0,69} \cdot 30 = 8608,2 \text{ кг}$$

Річна економія за вартістю заготовівель:

$$E_{с.з.} = A \cdot N, \text{ грн} \quad (2.5)$$

де A – різниця між вартістю обраних заготовівель, грн

$$E_{с.з.} = 745,5 \cdot 30 = 22365 \text{ грн}$$

2.2 Визначення послідовності виконання технологічних операцій

Сукупність виконання технологічних операцій становить маршрут обробки. Для складання маршруту обробки встановлюємо план обробки основних поверхонь деталей (таблиці 2.1 та 2.2). Число щаблів і методи обробки основних поверхонь деталі наведені з урахуванням довідника.

					КНУ.КБР.131.25.1-22.02.ПТП	Аркуш
Змін.	Аркуш	№ Документа	Підпис	Дата		

Таблиця 2.1 – План обробки основних поверхонь деталі вал

№ пов ерх	Поверхні деталі	Креслярські вимоги до поверхні		Параметри поверхні після обробки		
		Точність	Шор- сткість мкм	Технологічні переходи	Точ- ність	Шор- сткість мкм
1	2	3	4	5	6	7
1	Ø180к6	Ø180к6(^{+0,028} _{+0,003})	Ra 2,5	Чорнове точіння Напівчист. точіння Чистове точіння Тонке точіння	h12 h10 h9 к6	Ra 12,5 Ra 6,3 Ra 3,2 Ra 2,5
2	M190x3-8g	M190x3-8g	Ra 3,2	Чорнове точіння Напівчист. точіння Нарізання різьби	h12 h10 h10	Ra 12,5 Ra 3,2 Ra 3,2
3	Ø200к6	Ø200к6(^{+0,033} _{+0,004})	Ra 1,25	Заготовка Чорнове точіння Напівчист. точіння Чистове точіння Тонке точіння	h16 h12 h10 h9 к6	Ra 50 Ra 12,5 Ra 6,3 Ra 2,5 Ra 1,25
4	Ø220f9	Ø220f9(^{-0,05} _{-0,155})	Ra 0,63	Заготовка Чорнове точіння Напівчист. точіння Чистове точіння Тонке точіння	h16 h12 h11 h10 f9	Ra 50 Ra 12,5 Ra 3,2 Ra 1,25 Ra 0,63
5	Ø220±0,575	Ø220±0,575	Ra 6,3	Заготовка Чорнове точіння Напівчист. точіння	h16 h12 h10	Ra 50 Ra 12,5 Ra 6,3
6	Ø260s6	Ø260s6(^{+0,19} _{+0,158})	Ra 2,5	Заготовка Чорнове точіння Напівчист. точіння Чистове точіння Тонке точіння	h16 h12 h10 h9 s6	Ra 50 Ra 12,5 Ra 6,3 Ra 3,2 Ra 2,5
7	Ø280±0,65	Ø280±0,65	Ra 12,5	Заготовка Чорнове точіння	h16 h14	Ra 50 Ra 12,5
8	Ø185,5x7,5	Ø185,5x7,5	Ra 12,5	Чорнове точіння	h14	Ra 12,5
9	45x180	45x180	Ra 3,2	Чорнове фрезерув. Чистове фрезерув.	h12 h10	Ra 12,5 Ra 3,2

					КНУ.КБР.131.25.1-22.02.ПТТ	Аркуш
Змін.	Аркуш	№ Документа	Підпис	Дата		

Продовження таблиці 2.1

1	2	3	4	5	6	7
10	640±1,0	640±1,0	Ra 6,3	Заготовка Чорнове точіння Напівчист. точіння	h16 h12 h10	Ra 50 Ra 12,5 Ra 6,3
11	2465 _{-4,4}	2465 _{-4,4}	Ra 12,5	Заготовка Чорнове точіння	h16 h14	Ra 50 Ra 12,5
12	94±1,1	94±1,1	Ra 3,2	Чорнове фрезерув. Чистове фрезерув.	h12 h10	Ra 12,5 Ra 3,2
13	22x72	22x72	Ra 3,2	Чорнове фрезерув. Чистове фрезерув.	h12 h10	Ra 12,5 Ra 3,2
14	56x306	56x306	Ra 3,2	Чорнове фрезерув. Чистове фрезерув.	h12 h10	Ra 12,5 Ra 3,2
15	M16-7H	M16-7H	Ra 3,2	Свердління Зенкерування Нарізання різьби	H12 H11 H7	Ra 12,5 Ra 3,2 Ra 3,2

2.3 Вибір і обґрунтування технологічних баз

Відповідно до рекомендацій приймаємо наступні технологічні бази для обробки валу:

~ на розточних і свердлильній операціях в якості технологічних баз використовуються поверхні Ø260 мм (подвійна направляюча база) і один із торців (опорна база);

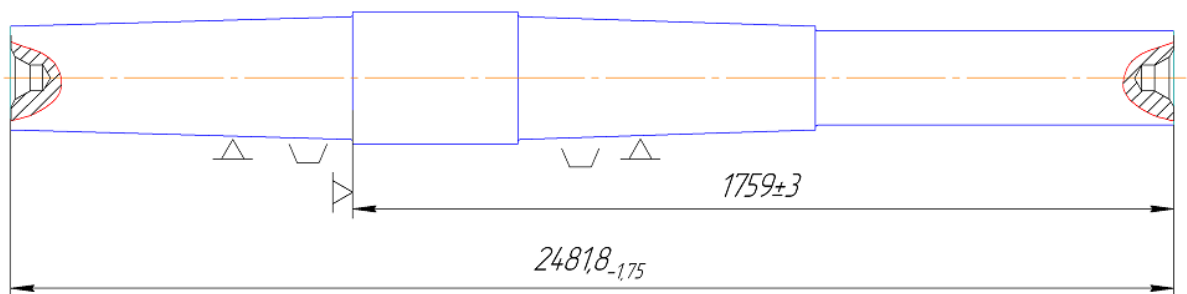


Рисунок 2.1- Базування валу на свердлильній та розточній операції

~ на токарних операціях в якості технологічних баз використовуються отриманні на попередній операції центрові отвори, торці і наружні циліндричні поверхні оброблюваної деталі (подвійна направляюча та опорна бази);

					КНУКБР.131.25.1-22.02.ПТП	Аркуш
Змін.	Аркуш	№ Документа	Підпис	Дата		

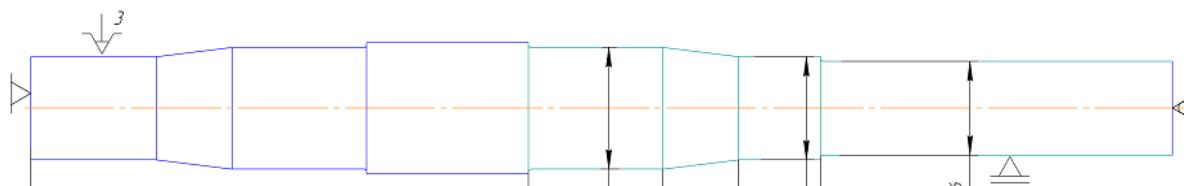


Рисунок 2.2- Базування валу на токарних операціях

2.4 Визначення припусків на обробку та розмірів заготовки

Таблиця 2.2- Припуски розрахунково-аналітичним методом для валу

Найменування переходу	Квалітет	Параметри, мкм				Z, мкм	Розрахунк. розміри, мм	Допуск, мкм	Дійсні розміри, мм		Дійсні припуски, мм	
		Rz,	h	$\Sigma \Delta$	Ey				D _{min}	D _{max}	2Z _{min}	2Z _{max}
Ø200к6(+0,033 +0,004)												
Заготовка	16	1500		2000	-	-	209,074	6000	209	215	-	-
Чорнове точіння	12	250	240	120	400	2 · 3540	201,994	460	201,99	202,45	7,01	12,55
Напівчист. точ.	10	125	120	6	40	2 · 620	200,754	185	200,754	200,939	1,236	1,511
Чистове точіння	9	40	40	-	22	2 · 270	200,214	115	200,214	200,329	0,54	0,61
Тонке точіння	6	5	5	-	21	2 · 105	200,004	29	200,004	200,033	0,21	0,296
											Σ 8,996	Σ 14,967

На всі інші поверхні розраховуємо припуски табличним методом і зводимо в таблицю 2.3.

Таблиця 2.3 – Операційні припуски деталі вал

Міжопераційні переходи	Квалітет	Припуск, мм	Розр. р-р, мм	Допуск, мкм	Дійсні розміри, мм		Дійсні припуски, мм	
					D _{min}	D _{max}	2Z _{min}	2Z _{max}
Ø180к6(^{+0,028} / _{+0,003})								
Заготовка	16	13,5х2	207,003	460	207,00	207,46	-	-
Чорнове точіння	12	9,4х2	188,203	400	188,2	188,6	18,8	18,86
Напівчистове точ.	10	2,8х2	182,603	160	182,60	182,76	5,6	5,84
Чистове точіння	9	1,1х2	180,403	100	180,4	180,5	2,2	2,26
Тонке точіння	6	0,2х2	180,003	25	180,003	180,028	0,397	0,472
Ø200к6(^{+0,033} / _{+0,004})								
Заготовка	16	8,15х2	216,304	6000	216	222	-	-
Чорнове точіння	12	4,65х2	207,004	460	207,00	207,46	9,0	14,54
Напівчистове точ.	10	2,2х2	202,604	185	202,604	202,789	4,396	4,671
Чистове точіння	9	1,1х2	200,404	115	200,404	200,519	2,2	2,27
Тонке точіння	6	0,2х2	200,004	29	200,004	200,033	0,4	0,486
Ø220f9(^{-0,05} / _{-0,155})								
Заготовка	16	8,0х2	235,845	6000	236	242	-	-
Чорнове точіння	12	4,6х2	226,645	460	226,65	227,11	9,35	14,89
Напівчистове точ.	11	2,2х2	222,245	290	222,25	222,54	4,4	4,57
Чистове точіння	10	1,0х2	220,245	185	220,245	220,43	2,005	2,11
Тонке точіння	9	0,2х2	219,845	115	219,845	219,96	0,4	0,47
Ø260s6(^{+0,19} / _{+0,158})								
Заготовка	16	8,0х2	276,158	8000	276	284	-	-
Чорнове точіння	12	4,6х2	266,958	520	266,96	267,48	9,04	16,52
Напівчистове точ.	10	2,2х2	262,558	210	262,56	262,77	4,4	4,71
Чистове точіння	9	1,0х2	260,558	130	260,56	260,69	2,0	2,08
Тонке точіння	6	0,2х2	260,158	32	260,158	260,19	0,402	0,5
Ø280±0,65								
Заготовка	16	7,0х2	293,35	8000	293	301	-	-
Чорнове точіння	14	7,0х2	279,35	1300	279,35	280,65	13,65	20,35
Ø190 _{-0,29}								
Заготовка	16	8,65х2	207,01	460	207,01	207,47	-	-
Чорнове точіння	12	6,0х2	195,01	460	195,01	195,47	12	12,0
Напівчистове точ.	11	2,65х2	189,71	290	189,71	190,0	5,3	5,47

					КНУ.КБР.131.25.1-22.02.ПТП	Аркуш
Змін.	Аркуш	№ Документа	Підпис	Дата		

2.1.6 Визначення операційних розмірів з допусками

Проведемо розмірний аналіз технологічного процесу виготовлення “валу”, використовуючи послідовність і методику виконання розмірного аналізу наведеної в літературі [6].

Викреслюємо креслення деталі й проводимо індексацію поверхонь і розмірів.

Креслення деталі в такій кількості проекцій і таким числом розмірів, які необхідні для виконання розмірного аналізу.

Всім розмірам, що беруть участь у розмірному аналізі, привласнюються літерні позначення з порядковими індексами. Технологічні або контрольні розміри позначаються буквами, відмінними від привласнених конструкторським розмірам. На рисунку 2.3 виконане креслення деталі із проставлянням конструкторських розмірів з індексом А, а технологічні розміри - з індексом В.

На підставі конструкторських і технологічних розмірів побудований граф комплексів розмірів (рисунок 2.4).

Результати розмірного аналізу технологічного процесу виготовлення валу наведені в таблиці 2.7.

					КНУ.КБР.131.25.1-22.02.ПТП	Аркуш
Змін.	Аркуш	№ Документа	Підпис	Дата		

Змін	Архш	№ Документа	Підпис	Дата
КНЧ.КБР.13.125.1-22.02.ПТТ				
	Архш			

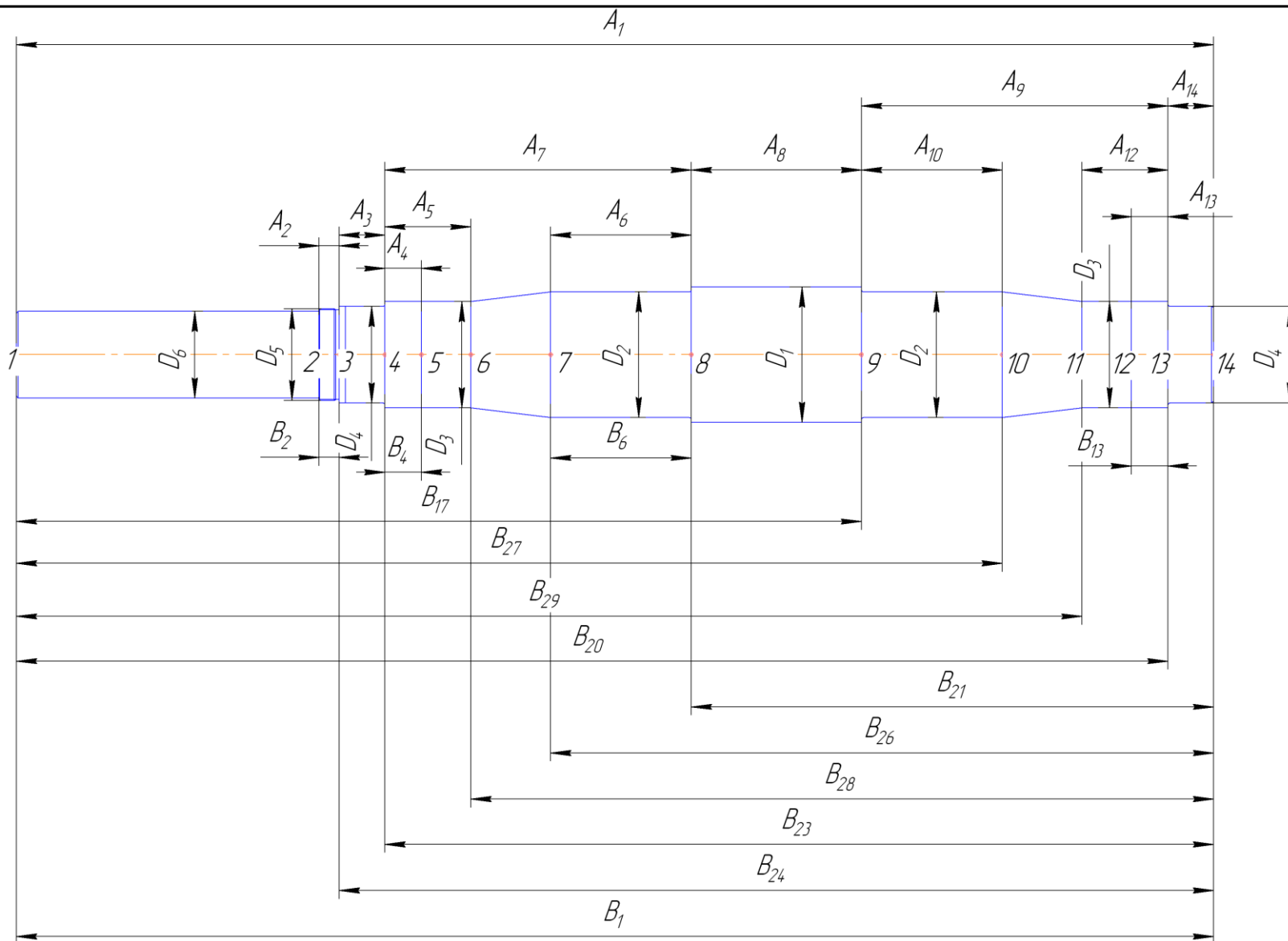


Рисунок 2.4 – “Вал ” з конструкторськими й технологічними розмірами

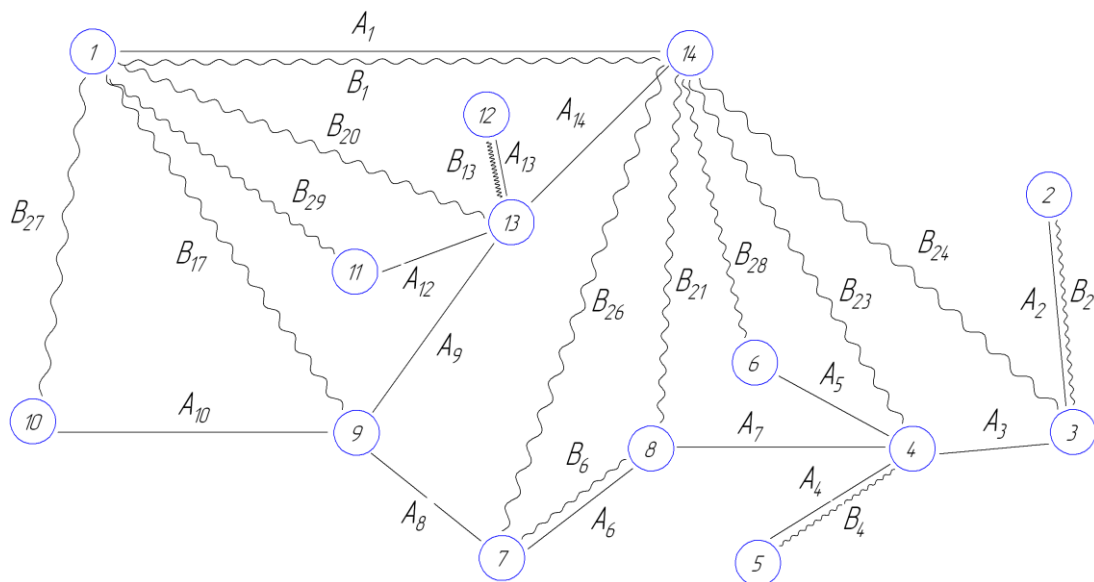


Рисунок 2.5 - Граф комплексів розмірів валу

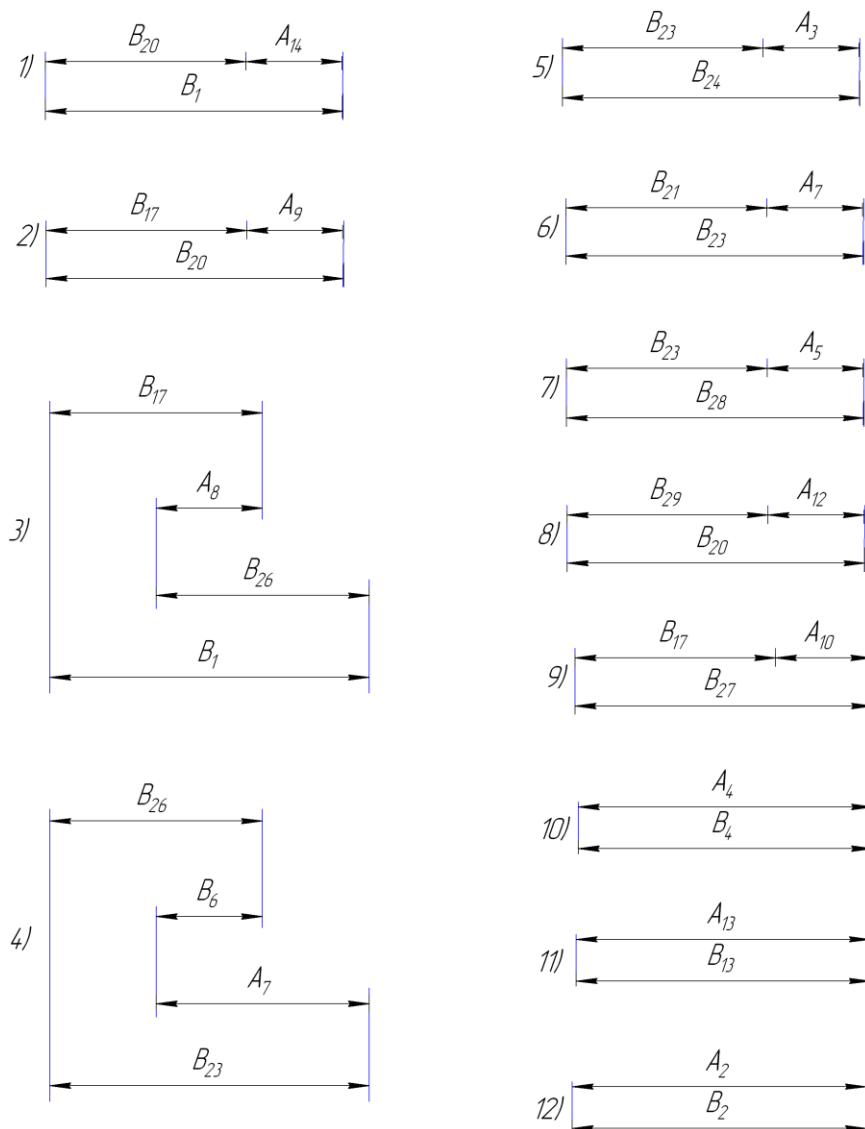
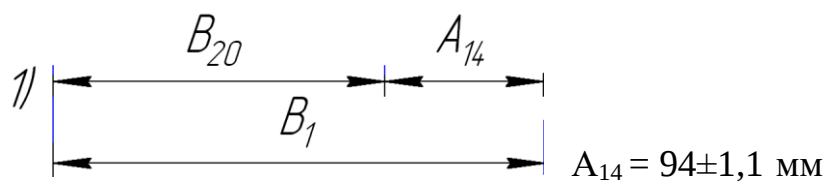


Рисунок 2.6 - Розмірні ланцюги

					КНУ.КБР.131.25.1-22.02.ПТП	Аркуш
Змін.	Аркуш	№ Документа	Підпис	Дата		

Розмірний ланцюг 1.



Середній допуск дорівнює за формулою [6]:

$$TB_{cp} = \frac{TA_{\Delta}}{n}, \quad (2.16)$$

де n – кількість ланок.

$$T_{\tilde{n}\delta} = \frac{2,2}{2} = 1,1$$

Приймаємо розмір: $B_1 = 2465_{-0,7}^{+0,7}$ мм по $h10$ квалітету.
Розраховуємо граничні відхилення по формулам [6]:

$$ESA_{\Delta} = \sum ES\bar{B} - \sum EI\bar{B}, \quad (2.17)$$

$$EIA_{\Delta} = \sum EI\bar{B} - \sum ES\bar{B}, \quad (2.18)$$

де $ES\bar{B}$ і $EI\bar{B}$ - верхнє та нижнє відхилення збільшуючої ланки;

$ES\bar{B}$ і $EI\bar{B}$ - верхнє та нижнє відхилення зменшуючої ланки.

$$ESA_{\Delta} = ESB_1 - EIB_{20}$$

$$+1,1 = 0 - \hat{A}IB_{20}$$

$$EIB_{20} = -1,1$$

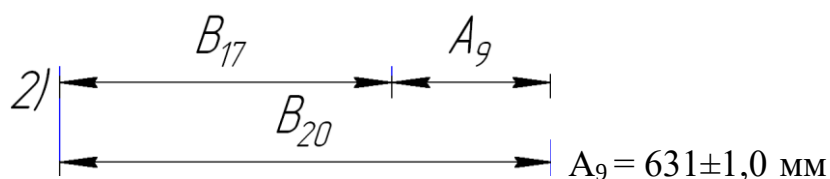
$$EIA_{\Delta} = EIB_1 - ESB_{20}$$

$$-1,1 = -0,7 - ESB_{20}$$

$$ESB_{20} = +0,4$$

$$B_{20} = 2371_{+0,4}^{-1,1} \text{ мм}$$

Розмірний ланцюг 2.



Середній допуск дорівнює по формулі (2.16):

					КНУКБР.131.25.1-22.02.ПТП	Аркуш
Змін.	Аркуш	№ Документа	Підпис	Дата		

$$T_{\tilde{n}\delta} = \frac{2,2}{2} = 1,1$$

Приймаємо розмір: $B_{20} = 2371_{+0,4}^{-1,1}$ мм з розмірного ланцюга 1 .

Підставляючи значення в формули (2.17, 2.18) отримуємо:

$$ESA_{\Delta} = ESB_{20} - EIB_{17}$$

$$+1,0 = 0,4 - \hat{A}IB_{17}$$

$$EIB_{17} = -0,6$$

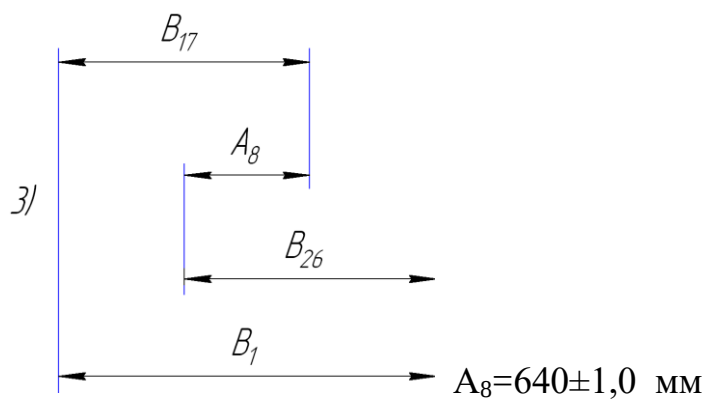
$$EIA_{\Delta} = EIB_{20} - ESB_{17}$$

$$-1,0 = -1,1 - ESB_{17}$$

$$ESB_{17} = -0,4$$

$$B_{17} = 1740_{-0,6}^{-0,1} \text{ мм}$$

Розмірний ланцюг 3.



Середній допуск дорівнює по формулі (2.16):

$$T_{\tilde{n}\delta} = \frac{2}{3} = 0,67$$

Приймаємо $B_{17} = 1740_{-0,6}^{-0,1}$ мм з розмірного ланцюга 2, $B_1 = 2465_{-0,7}$ мм з розмірного ланцюга 1.

Підставляючи значення в формули (2.17, 2.18) отримуємо:

$$ESA_{\Delta} = ESB_{17} + ESB_{26} - EIB_1$$

$$+1,0 = -0,1 + ESB_{26} - (-0,7)$$

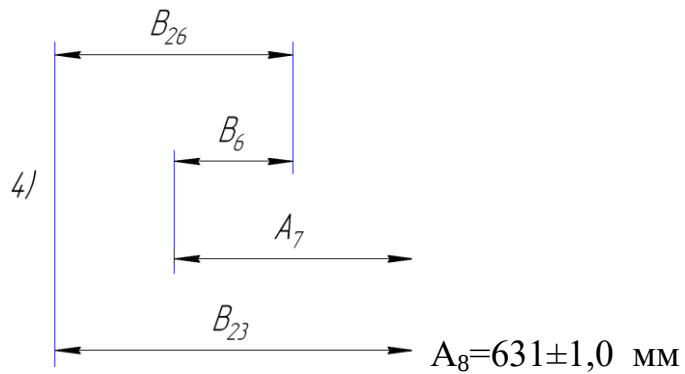
$$ESB_{26} = +0,4$$

					КНУ.КБР.131.25.1-22.02.ПТП	Аркуш
Змін.	Аркуш	№ Документа	Підпис	Дата		

$$\begin{aligned}
 EIA_{\Delta} &= EIB_{17} + EIB_{26} - ESB_1 \\
 -1,0 &= -0,6 + EIB_{26} - 0 \\
 EIB_{26} &= -0,4
 \end{aligned}$$

Приймаємо $B_{26}=1365^{+0,4}_{-0,4}$ мм

Розмірний ланцюг 4.



Середній допуск дорівнює по формулі (2.16):

$$T_{\bar{n}\delta} = \frac{2}{3} = 0,67$$

Приймаємо $B_{26}=1365^{+0,4}_{-0,4}$ мм з розмірного ланцюга 3.

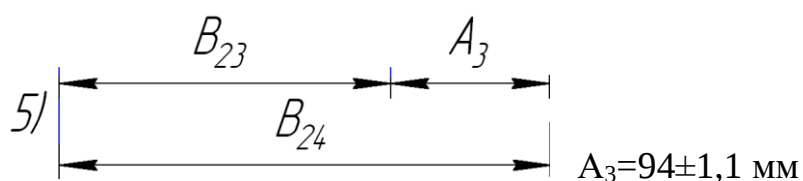
Назначаємо $B_6=260\pm0,26$ мм.

Підставляючи значення в формули (2.17, 2.18) отримуємо:

$$\begin{aligned}
 ESA_{\Delta} &= ESB_{26} + ESB_6 - EIB_1 \\
 +1,0 &= 0,4 + 0,26 - EIB_{23} \\
 EIB_{23} &= -0,34 \\
 EIA_{\Delta} &= EIB_{26} + EIB_6 - ESB_1 \\
 -1,0 &= -0,4 + (-0,26) - ESB_6 \\
 ESB_6 &= +0,34
 \end{aligned}$$

Приймаємо $B_{23}=1706^{+0,34}_{-0,34}$ мм

Розмірний ланцюг 5.



					КНУ.КБР.131.25.1-22.02.ПТП	Аркуш
Змін.	Аркуш	№ Документа	Підпис	Дата		

Середній допуск дорівнює по формулі (2.16):

$$T_{\tilde{\delta}} = \frac{2,2}{2} = 1,1$$

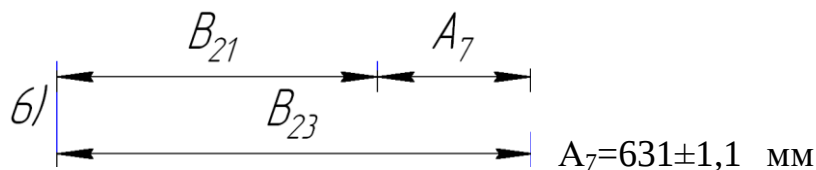
Приймаємо розмір $B_{23}=1706^{+0,34}_{-0,34}$ мм з розмірного ланцюга 4.

Підставляючи значення в формули (2.17, 2.18) отримуємо:

$$\begin{aligned} ESA_{\Lambda} &= ESB_{24} - EIB_{23} \\ +1,1 &= \overset{\circ}{A}SB_{24} - (-0,34) \\ ESB_{24} &= +0,76 \\ EIA_{\Lambda} &= EIB_{24} - ESB_{23} \\ -1,1 &= EIB_{24} - (+0,34) \\ EIB_{24} &= -0,76 \end{aligned}$$

Приймаємо $B_{24}=1800^{+0,76}_{-0,76}$ мм

Розмірний ланцюг 6.



Середній допуск дорівнює по формулі (2.16):

$$T_{\tilde{\delta}} = \frac{1,0}{2} = 0,5$$

Приймаємо розмір $B_{23}=1706^{+0,34}_{-0,34}$ мм з розмірного ланцюга 4.

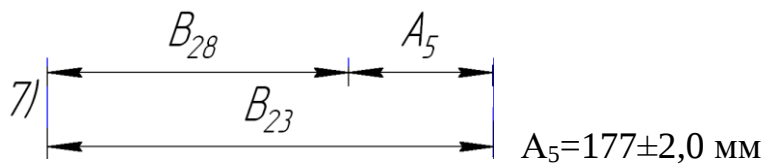
Підставляючи значення в формули (2.17, 2.18) отримуємо:

$$\begin{aligned} ESA_{\Lambda} &= ESB_{23} - EIB_{21} \\ +1,1 &= +0,34 - \overset{\circ}{A}IB_{21} \\ EIB_{21} &= -0,66 \\ EIA_{\Lambda} &= EIB_{23} - ESB_{21} \\ -1,0 &= -0,34 - ESB_{21} \\ ESB_{21} &= +0,66 \end{aligned}$$

					КНУ.КБР.131.25.1-22.02.ПТП	Аркуш
Змін.	Аркуш	№ Документа	Підпис	Дата		

Приймаємо $B_{21}=1075^{+0,66}_{-0,66}$ мм

Розмірний ланцюг 7.



Середній допуск дорівнює по формулі (2.16):

$$T_{\text{ср}} = \frac{4,0}{2} = 2,0$$

Приймаємо розмір $B_{23}=1706^{+0,34}_{-0,34}$ мм з розмірного ланцюга 4.

Підставляючи значення в формули (2.17, 2.18) отримуємо:

$$ESA_{\Delta} = ESB_{23} - EIB_{28}$$

$$+ 2,0 = +0,34 - \Delta IB_{28}$$

$$EIB_{28} = -1,66$$

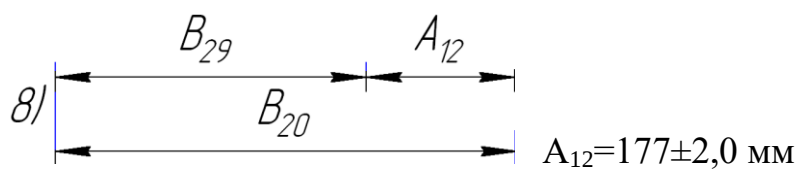
$$EIA_{\Delta} = EIB_{23} - ESB_{28}$$

$$- 2,0 = -0,34 - ESB_{28}$$

$$ESB_{28} = +1,66$$

Приймаємо $B_{28}=1529^{+1,66}_{-1,66}$ мм

Розмірний ланцюг 8.



Середній допуск дорівнює по формулі (2.16):

$$T_{\text{ср}} = \frac{4,0}{2} = 2,0$$

Приймаємо розмір $B_{20}=2371^{+0,4}_{-1,1}$ мм з розмірного ланцюга 1.

Підставляючи значення в формули (2.17, 2.18) отримуємо:

$$ESA_{\Delta} = ESB_{20} - EIB_{29}$$

$$+ 2,0 = +0,4 - \Delta IB_{29}$$

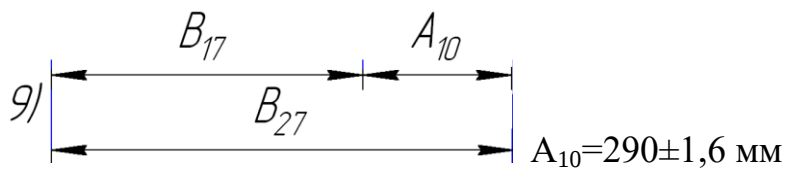
$$EIB_{29} = -1,6$$

					КНУ.КБР.131.25.1-22.02.ПТП	Аркуш
Змін.	Аркуш	№ Документа	Підпис	Дата		

$$\begin{aligned}
 EIA_{\Delta} &= EIB_{20} - ESB_{29} \\
 -2,0 &= -1,1 - ESB_{29} \\
 ESB_{29} &= +0,9
 \end{aligned}$$

Приймаємо $B_{29}=2194^{+0,9}_{-1,6}$ мм

Розмірний ланцюг 9.



Середній допуск дорівнює по формулі (2.16):

$$T_{\bar{n}\delta} = \frac{3,2}{2} = 1,6$$

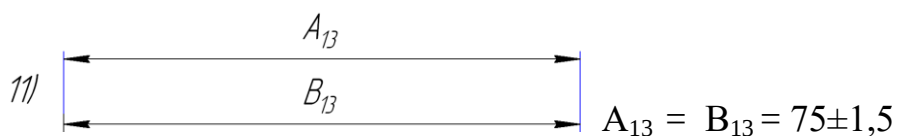
Приймаємо розмір $B_{17}=1740^{-0,1}_{-0,6}$ мм з розмірного ланцюга 2.

Підставляючи значення в формули (2.17, 2.18) отримуємо:

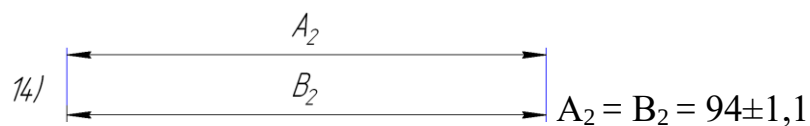
$$\begin{aligned}
 ESA_{\Delta} &= ESB_{27} - EIB_{17} \\
 +1,6 &= ESB_{27} - (-0,6) \\
 ESB_{27} &= +1,0 \\
 EIA_{\Delta} &= EIB_{27} - ESB_{17} \\
 -1,6 &= EIB_{27} - (-0,1) \\
 EIB_{27} &= -1,7
 \end{aligned}$$

Приймаємо $B_{27}=2030^{+1,0}_{-1,7}$ мм

Розрахунок 10,11,12,13,14 розмірних ланцюгів робити недоцільно, тому що технологічні розміри збігаються з конструкторськими.



					КНУКБР.131.25.1-22.02.ПТП	Аркуш
Змін.	Аркуш	№ Документа	Підпис	Дата		



Операційні допуски визначаються виходячи із економічної точності метода обробки по довіднику або по результатам розрахунків розмірних ланцюгів.

Максимальний припуск на операцію, яка виконується визначається з умови [6]:

$$ZB_k^i = TB_k^i + ZM_k^i + TB_k^{i-1} \quad (2.19)$$

де ZB_k^i - максимальний припуск на даній операції;

TB_k^i з TB_k^{i-1} - допуски на даній і попередній операціях;

ZM_k^i - мінімальний припуск на даній операції.

Результати розмірного аналізу технологічного процесу виготовлення валу приведені в таблиці 2.7 .

					КНУКБР.131.25.1-22.02.ПТП	Аркуш
Змін.	Аркуш	№ Документа	Підпис	Дата		

Таблиця 2.4 - Операційні розміри та допуски валу

1	2	3	Операційний ескіз	Допуск, мм	Мінімаль- ний припуск $ZM^i_{\kappa},\text{мм}$	Операційний розмір $B^i_{\kappa},\text{мм}$	Максималь- ний припуск $ZB^i_{\kappa},\text{мм}$
1	2	3	4	5	6	7	8
1	Заготівельна	Ковка на пресах		$TD_1^1 = 8,0$ $TD_2^1 = 8,0$ $TD_3^1 = 6,0$ $TD_4^1 = 6,0$ $TB_1^1 = 10,0$ $TB_{21}^1 = 6,0$ $TB_{23}^1 = 6,0$ $TB_{17}^1 = 6,0$	---	$D_1^1 = 294 \pm 4,0$ $D_2^1 = 276 \pm 4,0$ $D_3^1 = 236 \pm 3,0$ $D_4^1 = 216,3 \pm 3,0$ $\hat{A}_1^1 = 2500 \pm 5,0$ $\hat{A}_{21}^1 = 1106,5 \pm 3,0$ $B_{23}^1 = 1710,9 \pm 3,0$ $\hat{A}_{17}^1 = 1764,75 \pm 3,0$	---
2	Розточна	Розточний, 2656		$TB_1^2 = 1,75$ $TB_{17}^2 = 6,0$	$2ZM_1^2 = 17,5$ ---	$B_1^2 = 2481,8_{-1,75}$ $\hat{A}_{17}^2 = 1759 \pm 3,0$	$2Z\hat{A}_1^2 = 19,25$ ---

Продовження таблиці 2.4

1	2	3	4	5	6	7	8
4	Розточна	Розточний, 2656		$TB_1^4 = 0,7$ $TB_{21}^4 = 2,6$	$2ZM_1^4 = 17,5$ ---	$B_1^4 = 2465_{-0,7}$ $\hat{A}_{17}^4 = 1743,4 \pm 1,3$ ---	$2Z\hat{A}_1^4 = 18,2$ ---
5	Токрна з ЧПК	Токарний з ЧПУ, ST 50N		$TD_2^5 = 0,032$ $TD_3^5 = 0,115$ $TD_4^5 = 0,029$ $TB_{13}^5 = 3,0$ $TB_{17}^5 = 0,5$ $TB_{27}^5 = 2,7$ $\hat{O}\hat{A}_{29}^5 = 2,5$ $\hat{O}\hat{A}_{20}^5 = 1,5$	$ZM_2^5 = 6,802$ $ZM_3^5 = 6,805$ $ZM_4^5 = 6,996$ --- $ZM_{17}^5 = 4,0$ --- ---	$TD_2^5 = 260_{+0,19}^{+0,158}$ $TD_3^5 = 220_{-0,165}^{-0,05}$ $TD_4^5 = 200_{-0,024}^{+0,005}$ $TB_{13}^5 = 75 \pm 1,5$ $TB_{17}^5 = 94 \pm 1,1$ $\hat{O}\hat{A}_{27}^5 = 2030_{-1,7}^{+1,0}$ $\hat{O}\hat{A}_{29}^5 = 2194_{-1,6}^{+0,9}$ $\hat{O}\hat{A}_{20}^5 = 2371_{-0,4}^{+0,4}$	$Z\hat{A}_2^5 = 7,29$ $Z\hat{A}_3^5 = 7,15$ $Z\hat{A}_4^5 = 7,427$ --- $Z\hat{A}_{17}^5 = 5,32$ --- ---

[illegible]

2.7 Вибір ріжучого та допоміжного інструментів

Вибір ріжучих і допоміжного інструментів здійснювався з урахуванням характеру виробництва, методу обробки, типу верстата, розмірів, конфігурації й матеріалу оброблюваної заготовки, необхідної якості поверхні й точності обробки.

Залежно від виду обробки в проектуваному технологічному процесі застосовуємо стандартний і спеціальний ріжучий інструмент [7,8].

Для валу:

Для 030 операції – Розточної:

1. Фреза торцева 2214-0301 T5K10 ДСТУГОСТ 24359-80
2. Свердло 2301-0054 $d = 16$ мм ДСТУГОСТ 10903-77

Для 040 операції – Токарної:

1. Різець СТ.001.124 Токарний прохідний відігнутий 25x40x200 T15K10
2. Різець СТ.001.130 Токарний прохідний упорний 32x40x200 T15K10

Для 055 операції – Розточної:

1. Фреза торцева 2214-0301 T5K10 ДСТУГОСТ 24359-80
2. Свердло 2301-0054 $d = 16$ мм ДСТУГОСТ 10903-77

Для 065 операції – Токарної з ЧПК:

1. PCLNL 4040S25 Різець для чорнової обробки
2. DDSNL 4040S15 Різець для чистової обробки

Для 075 операції – Токарної з ЧПК:

1. PCLNL 4040S25 Різець для чорнової обробки
2. DDSNL 4040S15 Різець для чистової обробки
3. N151.2 – 300 – 25 -4G Різець для обробки канавок
4. L166.4FG – 4040 – 22 Різець різьбовий

Для 100 операції – Фрезерної:

1. Фреза кінцева 2223-0145 $d=22$ мм, $z=3$ ДСТУГОСТ 17026-71
2. Фреза кінцева 2223-0069 $d=56$ мм, $z=6$ ДСТУГОСТ 17026-71
3. Фреза кінцева 2223-0061 $d=45$ мм, $z=6$ ДСТУГОСТ 17026-71

Для 105 операції – Розточної:

1. Свердло 2300-2495 $d=12,4$ мм ДСТУГОСТ 10902-77
2. Зенкер 2323-0515 $d=14$ мм ДСТУГОСТ 12489-71
3. Зенківка 2353-0124 $d=31,5$ мм ДСТУГОСТ 14953-80
4. Мітчик 2620-1617 ДСТУГОСТ 3266-81

Прийняті ріжучі й допоміжні інструменти для кожної операції зазначені в приведеному технологічному процесі.

2.8 Вибір пристосувань

При обробці деталей на токарно-карусельних верстатах застосовуємо стандартні і спеціальні трьохкулачкові патрони, при обробці валу

					КНУ.КБР.131.25.1-22.02.ПТП	Аркуш
Змін.	Аркуш	№ Документа	Підпис	Дата		

використовуємо центра [4]. Вони забезпечують надійне закріплення деталі, достатню точність положення, швидкодію при закріпленні і знятті деталі. При використанні даних пристосувань зменшується собівартість виготовлення деталей.

При обробці валу на розточних операціях застосовуємо стандартні призми і прихвати.

На слюсарних операціях застосовуємо універсальні лещата з механічним затиском і призми.

2.10 Визначення режимів обробки

Виконаємо розрахунок режимів різання на розточну операцію [4].

1. Свердлими 3 отвори діаметром 12,4 мм. Глибину різання приймаємо рівною $t = D/2 = 12,4/2 = 6,2$ мм. Величину подачі $S_0 = 0,2$ мм/об.

Швидкість різання (м/хв) знаходимо за формулою [4]:

$$V_p = \frac{C_v \cdot D^q}{T^m \cdot S^y} \cdot K_v, \text{ м/хв} \quad (2.20)$$

де $T = 45$ хв - стійкість свердла;

Значення емпіричних коефіцієнтів приймаємо за довідником: $C_v = 7,0$; $y = 0,7$; $m = 0,2$; $q = 0,4$.

Коефіцієнт K_v є произведением коефіцієнтів, враховуючих вплив матеріалу заготовки $K_{mv} = 0,7$, стану поверхні $K_{nv} = 1,0$, матеріалу інструменту $K_{iv} = 1,0$. Таким чином, $K_v = 0,47 \cdot 1,0 \cdot 1,0 \cdot 1,0 = 0,7$.

Тоді

$$V_D = \frac{7 \cdot 1,4^{0,2}}{45^{0,4} \cdot 0,2^{0,7}} \cdot 0,7 = 19,6 \text{ м/хв}$$

Частота обертання шпинделю верстата:

$$n_p = \frac{1000 \cdot V}{\pi \cdot D} \text{ об/хв}, \quad (2.21)$$

$$n_d = \frac{1000 \cdot 19,6}{\pi \cdot 12,4} = 503 \text{ об/хв}$$

За паспортом верстата приймаємо $n_a = 500 \text{ об/хв}$

За прийнятою частотою обертання проводимо корекцію швидкості різання

$$V_a = 19,5 \text{ м/хв}$$

					КНУ.КБР.131.25.1-22.02.ПТП	Аркуш
Змін.	Аркуш	№ Документа	Підпис	Дата		

Силу різання визначаємо за формулою [4]:

$$P_0 = 10C_p \cdot D^q \cdot S^y \cdot K_p, \text{ Н} \quad (2.22)$$

де C_p ; x ; y ; n – коефіцієнт та показники ступеню визначаємо за довідником $C_p = 68$; $y = 0,7$; $q=1,0$.

$$K_p = K_{mp} = 1, 2$$

$$P_0 = 10 \cdot 68 \cdot 12,4^{1,0} \cdot 0,2^{0,7} \cdot 1,2 = 3280 \text{ Н}$$

Обертаючий момент визначається за формулою [4]:

$$M_{kp} = 10C_m \cdot D^q \cdot S^y \cdot K_p \quad (2.23)$$

де $C_m = 0,0345$; $q=2,0$; $y=0,8$.

$$M_{ed} = 10 \cdot 0,0345 \cdot 12,4^{2,0} \cdot 0,2^{0,8} \cdot 1,2 = 63,8 \text{ Н} \cdot \text{м}$$

Потужність різання визначається за формулою [4]:

$$N = \frac{M_{kp} \cdot n}{9750} \text{ кВт}, \quad (2.24)$$

$$N = \frac{63,8 \cdot 500}{9750} = 3,3 \text{ кВт}$$

Потужність різання цілком достатня для роботи з обраними режимами різання.

Основний час на перехід:

$$T_o = \frac{L}{S_{oo} \cdot n} \cdot i, \text{ хв} \quad (2.25)$$

де i - кількість проходів інструменту.

$$T_o = \frac{32}{0,2 \cdot 500} \cdot 3 = 0,96 \text{ хв}$$

2. Зенкерувати 3 отвори Ø14 мм. Глибину різання приймаємо рівною $t = 0,8$ мм. Величину подачі $S_0 = 0,5$ мм/об.

Швидкість різання (м/хв) знаходимо за формулою (2.20) :

$$V_p = \frac{C_v \cdot D^q}{T^m \cdot t^x \cdot S^y} \cdot K_v, \text{ м/хв} \quad (2.26)$$

					КНУ.КБР.131.25.1-22.02.ПТП	Аркуш
Змін.	Аркуш	№ Документа	Підпис	Дата		

$T = 30$ хв- стійкість зенківки;

Значення емпіричних коефіцієнтів приймаємо за довідником: $C_v = 16,3$;
 $y = 0,5$; $m = 0,3$; $q = 0,3$; $x = 0,2$

Тоді

$$V_D = \frac{16,3 \cdot 14^{0,3}}{30^{0,3} \cdot 0,8^{0,2} \cdot 0,5^{0,5}} \cdot 0,7 = 13,4^{i/\hat{o}\hat{a}}$$

Частота обертання шпинделю верстата визначаємо за формулою (2.21):

$$n_{\hat{o}} = \frac{1000 \cdot 13,4}{3,14 \cdot 14} = 304^{\hat{i}\hat{a}/\hat{o}\hat{a}}$$

За паспортом верстата приймаємо $n_{\hat{a}} = 300^{\hat{i}\hat{a}} / \hat{o}\hat{a}$

За прийнятою частотою обертання проводимо корекцію швидкості різання

$$V_{\hat{a}} = 13,2^{i/\hat{o}\hat{a}}$$

Силу різання визначаємо за формулою:

$$P_0 = 10 C_p \cdot t^x \cdot S^y \cdot K_p, \text{ Н} \quad (2.27)$$

C_p , x , y – коефіцієнт та показники ступеню визначаємо за довідником $C_p = 67$; $y = 0,65$; $x = 1,2$.

$$K_p = K_{mp} = 1,2$$

$$P_0 = 10 \cdot 67 \cdot 0,8^{1,2} \cdot 0,5^{0,65} \cdot 1,2 = 392 \text{ Н}$$

Обертаючий момент визначається за формулою:

$$M_{kp} = 10 C_m \cdot D^q \cdot t^x \cdot S^y \cdot K_p \quad (2.28)$$

$$C_m = 0,09; q = 1,0; y = 0,8; x = 0,9$$

$$M_{\hat{o}\hat{a}} = 10 \cdot 0,09 \cdot 14^{1,0} \cdot 0,8^{0,9} \cdot 0,5^{0,65} \cdot 1,2 = 21,0 \hat{f} \cdot \hat{i}$$

Потужність різання визначається за формулою (2.24):

$$N = \frac{21 \cdot 300}{9750} = 0,65 \text{ кВт}$$

Потужність різання цілком достатня для роботи з обраними режимами різання.

Основний час на перехід визначаємо за формулою (2.25):

					КНУ.КБР.131.25.1-22.02.ПТТ	Аркуш
Змін.	Аркуш	№ Документа	Підпис	Дата		

$$T_o = \frac{32}{0,5 \cdot 300} \cdot 3 = 0,64 \text{ хв}$$

3. Зенкувати 3 фаски $2 \times 45^\circ$. Глибину різання приймаємо рівною $t = 2$ мм. Величину подачі $S_0 = 0,8$ мм/об.

Швидкість різання (м/хв) знаходимо за формулою (2.26) :

$$V_P = \frac{C_v \cdot D^q}{T^m \cdot t^x \cdot S^y} \cdot K_v, \text{ м/хв}$$

$T = 50$ хв- стійкість зенківки;

Значення емпіричних коефіцієнтів приймаємо за довідником: $C_v = 16,3$; $y = 0,5$; $m = 0,3$; $q = 0,3$; $x = 0,2$

$$V_D = \frac{16,3 \cdot 31,5^{0,3}}{50^{0,3} \cdot 2,0^{0,2} \cdot 0,8^{0,5}} \cdot 0,7 = 9,73 \text{ м/об}$$

Частота обертання шпинделю верстата визначаємо за формулою (2.21):

$$n_p = \frac{1000 \cdot 9,73}{3,14 \cdot 31,5} = 98,3 \text{ об/хв}$$

За паспортом верстата приймаємо $n_d = 100 \text{ об/хв}$

За прийнятою частотою обертання проводимо корекцію швидкості різання

$$V_o = 9,9 \text{ м/хв}$$

Силу різання визначаємо за формулою (2.27):

$$P_o = 10 \cdot 67 \cdot 2,0^{1,2} \cdot 0,8^{0,65} \cdot 1,2 = 1598 \text{ Н}$$

Обертаючий момент визначається за формулою (2.28):

$$M_{кр} = 10 \cdot 0,09 \cdot 31,5^{1,0} \cdot 2,0^{0,9} \cdot 0,8^{0,8} \cdot 1,2 = 53,1 \text{ Н} \cdot \text{м}$$

Потужність різання визначається за формулою (2.24):

$$N = \frac{53,1 \cdot 100}{9750} = 0,54 \text{ кВт}$$

Потужність різання цілком достатня для роботи з обраними режимами різання.

Основний час на перехід визначаємо за формулою (2.25):

					КНУ.КБР.131.25.1-22.02.ПТП	Аркуш
Змін.	Аркуш	№ Документа	Підпис	Дата		

$$T_o = \frac{4}{0,8 \cdot 100} \cdot 3 = 0,15 \text{ хв}$$

4. Нарізати різьбу в 3 отворах М16 -7Н. Глибину різання приймаємо рівною кроку різьби $t = 2$ мм. Величину подачі приймаємо рівною кроку різьби $S_0 = 2$ мм/об.

Швидкість різання (м/хв) знаходимо за формулою:

$$V_P = \frac{C_V \cdot D^q}{T^m \cdot S^y} \cdot K_V, \text{ м/хв} \quad (2.29)$$

$T = 90$ хв- стійкість мітчика;

Значення емпіричних коефіцієнтів приймаємо за довідником: $C_V = 64,8$; $y = 0,5$; $m = 0,9$; $q = 1,2$.

$$V_D = \frac{64,8 \cdot 16^{1,2}}{90^{0,9} \cdot 2,0^{0,5}} \cdot 0,7 = 15,6 \text{ м/об}$$

Частота обертання шпинделю верстата визначаємо за формулою (2.21):

$$n_d = \frac{1000 \cdot 15,6}{3,14 \cdot 16} = 310 \text{ об/хв}$$

За паспортом верстата приймаємо $n_a = 300 \text{ об/хв}$

За прийнятою частотою обертання проводимо корекцію швидкості різання

$$V_a = 15,1 \text{ м/об}$$

Обертаючий момент визначається за формулою :

$$M_{kp} = 10 C_M \cdot D^q \cdot P^y \cdot K_p \quad (2.30)$$

$$C_M = 0,027; q = 1,4; y = 1,5$$

$$M_{ed} = 10 \cdot 0,027 \cdot 16^{1,4} \cdot 2,0^{1,5} \cdot 1,2 = 44,4 \text{ Н} \cdot \text{м}$$

Потужність різання визначається за формулою (2.24):

$$N = \frac{44,4 \cdot 300}{9750} = 1,37 \text{ кВт}$$

Основний час на перехід визначається за формулою (2.25):

$$T_o = \frac{27}{2 \cdot 300} \cdot 3 = 0,15 \text{ хв}$$

					КНУ.КБР.131.25.1-22.02.ПТП	Аркуш
Змін.	Аркуш	№ Документа	Підпис	Дата		

На інші операції режими різання знаходимо по довідникам [10] і значення приведені в таблицях 2.9, 2.10.

Таблиця 2.9 — Відомість режимів обробки валу

Номер		Найменування операцій і переходів	Режими обробки						
опер	пер		D, мм	L, мм	t, мм	i	S, мм/об	V, м/хв	п, об/хв
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
030		Розточна							
	1	Фрезерувати торець	250	245	8,75	1	0,15	157	200
	2	Свердлити отвір	16	40	8	1	0,12	25,1	500
	3	Фрезерувати торець	250	245	8,75	1	0,15	157	200
	4	Свердлити отвір	16	40	8	1	0,12	25,1	500
040		Токарна							
	1	Чорнове точіння пов. Ø227	227	286	7,45	2	0,9	229	315
	2	Чорнове точіння пов. Ø267,5	267,5	276	8,26	2	0,9	270	315
	3	Чорнове точіння пов. Ø280	280	352	10,2	2	0,9	278	315

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
040	4	Чорнове точіння торцю	280	10	10	2	0,9	277	315
		Перевстановити заготовку							
	5	Чорнове точіння пов. Ø207,5	207,5	448	7,3	2	0,9	210	315
	6	Чорнове точіння торцю	236	10	7,0	2	0,9	234	315
	7	Чорнове точіння пов. Ø227	227	94	7,45	2	0,9	229	315
	8	Чорнове точіння пов. Ø267,5	267,5	276	8,26	2	0,9	270	315

	9	Чорнове точіння торцю	280	10	10	2	0,9	277	315
055		Розточна							
	1	Фрезерувати торець	250	245	8,75	1	0,15	157	200
	2	Свердлити отвір	16	40	8	1	0,12	25,1	500
	3	Фрезерувати торець	250	245	8,75	1	0,15	157	200
	4	Свердлити отвір	16	40	8	1	0,12	25,1	500

					КНУ.КБР.131.25.1-22.02.ПТП					Аркуш
Змін.	Аркуш	№ Документа	Підпис	Дата						

065		Токарна з ЧПУ							
	1	Напівчистове точ. пов. Ø222,5	222,5	275	2,29	1	0,4	341	500
		Напівчист. точ. конусу Ø242,6	242,6	164	2,36	1	0,4	341	500
		Напівчистове точ. пов. Ø262,8	262,8	292	2,36	1	0,4	341	500
		Напівчистове точ. торцю	280	10	4,0	1	0,4	341	500
		Чорнове точ. пов. Ø217,4	217,4	96	4,6	1	0,4	341	500
		Чорнове точ. пов. Ø208,2	208,2	96	2,0	1	0,4	341	500
		Напівчистове точ. пов. Ø204	204	96	2,0	1	0,4	341	500
		Напівчистове точ. торцю	222,5	10	1,3	1	0,4	341	500
	2	Чистове точ. фаски 4x45°	198	10	4,0	1	0,2	684	1100
		Чистове точіння пов. Ø200,4	200,4	96	1,1	1	0,2	684	1100
		Чистове точіння пов. Ø220	220	179	1,05	1	0,2	684	1100
		Чистове точіння пов. Ø260	260	292	1,04	1	0,2	684	1100
	3	Тонке точіння пов. Ø200	200	96	0,2	1	0,1	1036	1500
		Тонке точіння R4 мм	220	10	4	1	0,1	1036	1500
		Тонке точіння пов. Ø220	220	170	0,23	1	0,1	1036	1500
		Тонке точіння пов. Ø260	260	292	0,25	1	0,1	1036	1500
		Тонке точіння R4 мм	280	10	4	1	0,1	1036	1500
075		Токарна з ЧПУ							
	1	Чорнове точіння пов. Ø201,56	201,6	335	4,7	1	0,4	341	500
		Чорнове точіння пов. Ø192,16	192,2	335	4,7	1	0,4	341	500
		Напівчистове точ. пов. Ø182,76	182,8	335	2,9	1	0,4	341	500
		Напівчистове точ. торцю	207,5	10	1,5	1	0,4	341	500
		Чорнове точіння пов. Ø207,48	207,5	44	6	1	0,4	341	500

					КНУ.КБР.131.25.1-22.02.ПТП				Аркуш
Змін.	Аркуш	№ Документа	Підпис	Дата					

Продовження таблиці 2.9

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
075	1	Чорнове точіння пов. Ø195,48	195,5	44	6	1	0,4	341	500
		Напівчистове точ. пов. Ø190	190	44	2,74	1	0,4	341	500
		Напівчистове точ. торцю	207	10	1,5	1	0,4	341	500
		Напівчистове точ. пов. Ø202,6	202,6	96	2,33	1	0,4	341	500
		Напівчистове точ. торцю	226,7	15	1,5	1	0,4	341	500
		Напівчистове точ. пов. Ø222,5	222,5	179	2,29	1	0,4	341	500
		Напівчист. точ. конусу Ø242,6	242,6	164	2,36	1	0,4	341	500
		Напівчистове точ. пов. Ø262,8	262,8	292	2,36	1	0,4	341	500
		Напівчистове точ. торцю	280	10	4,0	1	0,4	341	500
	2	Чистове точ. фаски 4x45 ⁰	184	10	4	1	0,2	684	1100
		Чистове точіння пов. Ø180,5	180,5	335	1,13	1	0,2	684	1100
		Чистове точіння пов. Ø200,4	200,4	96	1,1	1	0,2	684	1100
		Чистове точіння пов. Ø220	220	179	1,05	1	0,2	684	1100
		Чистове точіння пов. Ø260	260	292	1,04	1	0,2	684	1100
	3	Точити канавку Ø185,5x7,5	185,5	10	2,25	1	0,2	640,7	1100
	4	Тонке точіння пов. Ø180	180	335	0,24	1	0,1	1036	1500
		Тонке точіння пов. Ø200	200	96	0,2	1	0,1	1036	1500
		Тонке точіння R4 мм	220	10	4	1	0,1	1036	1500
		Тонке точіння пов. Ø220	220	179	0,23	1	0,1	1036	1500
		Тонке точіння пов. Ø260	260	292	0,25	1	0,1	1036	1500
		Тонке точіння R4 мм	280	10	4	1	0,1	1036	1500
	5	Нарізати різьбу M190x3	190	44	3	6	3,0	120	200
100		Фрезерна							
	1	Фрезерувати паз 45x180	45	180	15	2	0,08	28,3	200
	2	Фрезерувати паз 22x72	22	72	10	2	0,06	13,8	200
	3	Фрезерувати паз 56x306	56	306	20	2	0,08	35,2	200
	4	Фрезерувати паз 56x306	56	306	20	2	0,08	35,2	200
									Аркуш
Змін.	Аркуш	№ Документа	Підпис	Дата	КНУКБР.131.25.1-22.02.ПТТ				

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
		Перевстановити заготовку							
	5	Фрезерувати паз 45x180	45	180	15	2	0,08	28,3	200
		Розточна							
	1	Свердлити 3 отвори Ø 12,4 мм	12,4	32	6,2	3	0,2	19,5	500
	2	Зенкерувати 3 отв. Ø14 мм	14	32	0,8	3	0,5	13,2	300
105	3	Зенкувати 4 фаски 2x45°	31,5	4	2	3	0,8	9,9	100
	4	Нарізати різьбу в 3 отв. М16-7Н	16	27	2	3	2	15,1	300

2.11 Нормування операцій

Визначаємо штучний час по формулі [12]:

$$T_{шт.} = T_o + T_v + T_{тех.} + T_{орг.} + T_{нп.}, \quad (2.31)$$

$$T_o = \frac{L_p}{S_m} \cdot i, \quad (2.32)$$

$$T_d = T_{встан.} + T_{перех.} + T_{вимір.}, \quad (2.33)$$

$$T_{оп} = T_o + T_v, \text{ хв} \quad (2.32)$$

Розрахуємо норму часу для валу на розточну операцію.

Загальний основний час: $T_o = 0,96 + 0,64 + 0,15 + 0,15 = 1,9 \text{ хв}$

Допоміжний час [11] визначається за формулою (2.33):

- на встановлення деталі $T_{вст} = 10,5 \text{ хв}$;

- на перехід $T_{пер} = 1,5 \text{ хв}$;

- на вимірювання деталі $T_{вим} = 2,5 \text{ хв}$

$$T_d = 10,5 + 1,5 + 2,5 = 14,5 \text{ хв}$$

Оперативний час визначається за формулою (2.32):

$$T_{оп} = 1,9 + 14,5 = 16,4 \text{ хв}$$

Час на організаційне обслуговування робочого місця [11]:

$$T_{орг} = 0,05 \cdot 16,4 = 0,8 \text{ хв}$$

					КНУ.КБР.131.25.1-22.02.ПТП				Аркуш
Змін.	Аркуш	№ Документа	Підпис	Дата					

Час на перерву та відпочинок [11]:

$$T_{\text{відп}} = 0,04 \cdot 16,4 = 0,7 \text{ хв}$$

Штучний час визначається за формулою (2.31):

$$T_{\text{шт}} = 16,4 + 0,8 + 0,7 = 17,9 \text{ хв}$$

Норми часу на виконання інших операцій наведені у відомості норм часу по операціях в таблиці 2.11 і 2.12.

Таблиця 2.11 - Зведена відомість норм часу для валу, хв

№ оп.	Найменування операцій	T _о	T _д			T _{оп}	T _{обс}	T _{відп}	T _{шт}
			T _{вст}	T _{пер}	T _{вим}				
030	Розточна	2,5	13,0	4,2	2,2	21,9	1,1	0,9	23,9
040	Токарна	11,94	5,6	10,2	4,63	32,37	1,6	1,3	35,27
055	Розточна	2,5	10,5	4,2	2,2	21,9	1,1	0,9	23,9
065	Токарна з ЧПУ	11,7	5,6	2,6	7,3	27,2	1,36	1,1	29,7
075	Токарна з ЧПУ	20,4	5,6	5,3	8,1	39,4	1,97	1,58	43,0
100	Фрезерна	24,3	10,5	4,2	3,1	42,1	2,1	1,68	45,9
105	Розточна	1,9	10,5	1,5	2,5	16,4	0,8	0,7	17,9

					КНУ.КБР.131.25.1-22.02.ПТП	Аркуш
Змін.	Аркуш	№ Документа	Підпис	Дата		

3 РОЗРОБКА КЕРУЮЧОЇ ПРОГРАМИ З ЗАСТОСУВАННЯМ САД САМ СИСТЕМИ Feature CAM

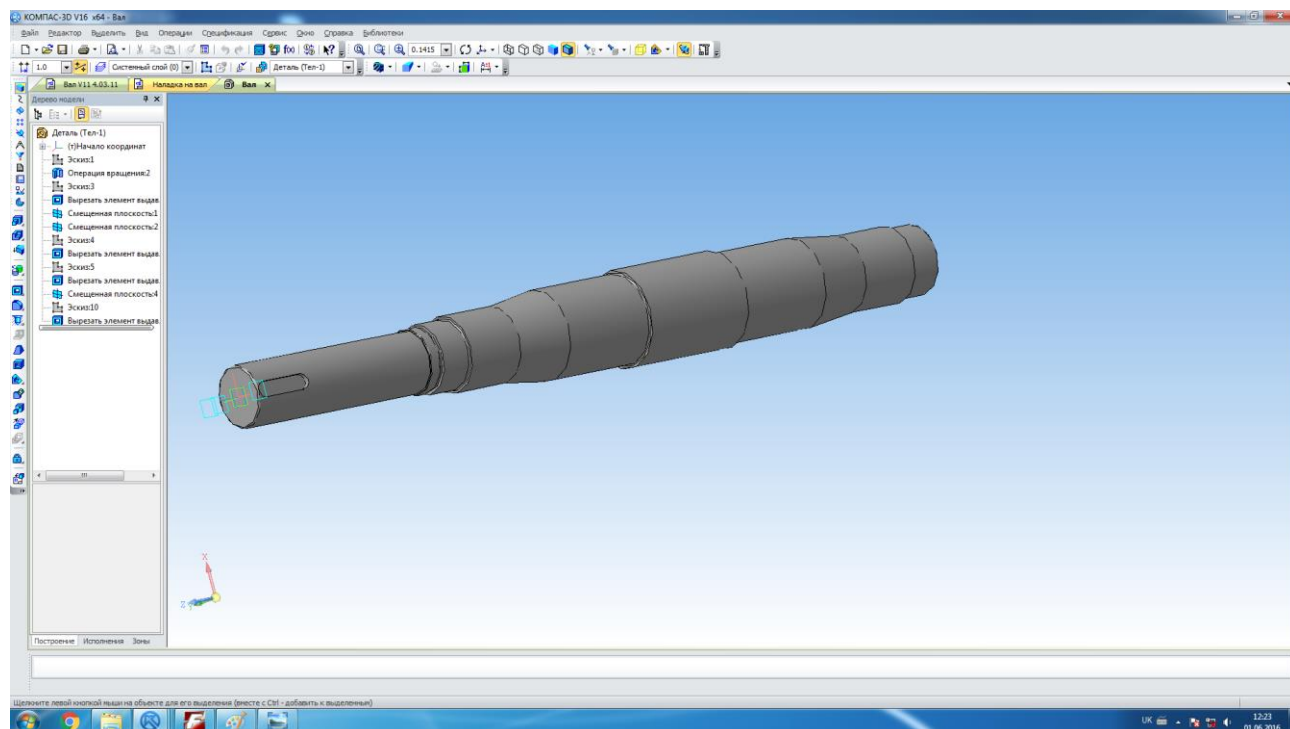


Рисунок 3.1 – Трьохвимірна модель

Маршрут обробки деталі наведений в таблиці 3.1.

Таблиця 3.1 – Маршрут обробки деталі

№	Найменування операції	Тип та модель верстата
1	2	3
075	Токарна з ЧПК	Токарний з ЧПК ST 50N Mazak

З урахуванням змісту раніше передбачених технологічних методів обробки поверхонь обираємо металорізальний інструмент. Дані заносимо в таблицю 3.2.

					<i>КНУ.КБР.131.25.1-22.03.РКП</i>			
<i>Змін.</i>	<i>Аркуш</i>	<i>№ Документа</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>				
<i>Розроб.</i>	<i>Чефранов</i>				<i>РОЗРОБКА КЕРУЮЧОЇ ПРОГРАМИ</i>	<i>Літ.</i>	<i>Арк.</i>	<i>Аркушів</i>
<i>Перевір.</i>	<i>Кіянський</i>							
<i>Н. Контр.</i>	<i>Нечаєв</i>					<i>Кафедра ТМ гр. ПМ-21</i>		
<i>Затверд.</i>	<i>Рязанцев</i>							

Таблиця 3.2 – Перелік різального інструменту

№ позиції	Найменування інструменту
T1	PCLNL 4040S25 Різець для чорнової обробки
T2	DDSNL 4040S15 Різець для чистової обробки
T3	N151.2-300-25-4G Різець канавочний
T4	DDSNL 4040S15 Різець для чистової обробки
T5	L166.4FG-4040-22 Різець різьбовий

Керуючу програму створюємо за допомогою CAM системи FeatureCAM компанії Delcam. Кадри з програми зображені на рисунках 3.2-3.4.

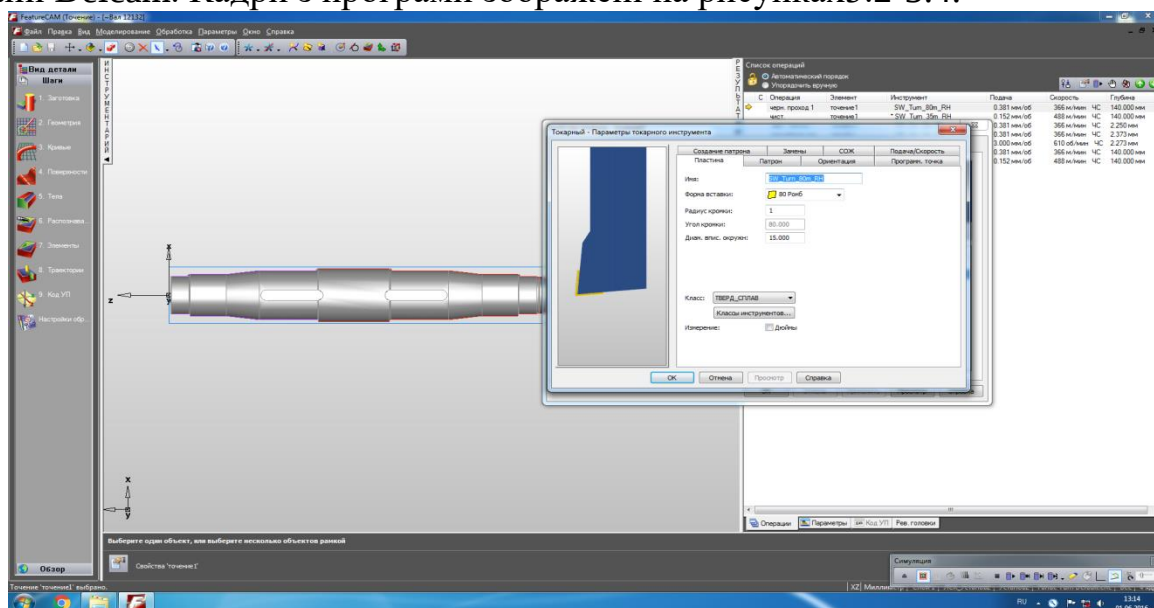


Рисунок 3.2- Вибір осей координат, траєкторії обробки, різального інструмента

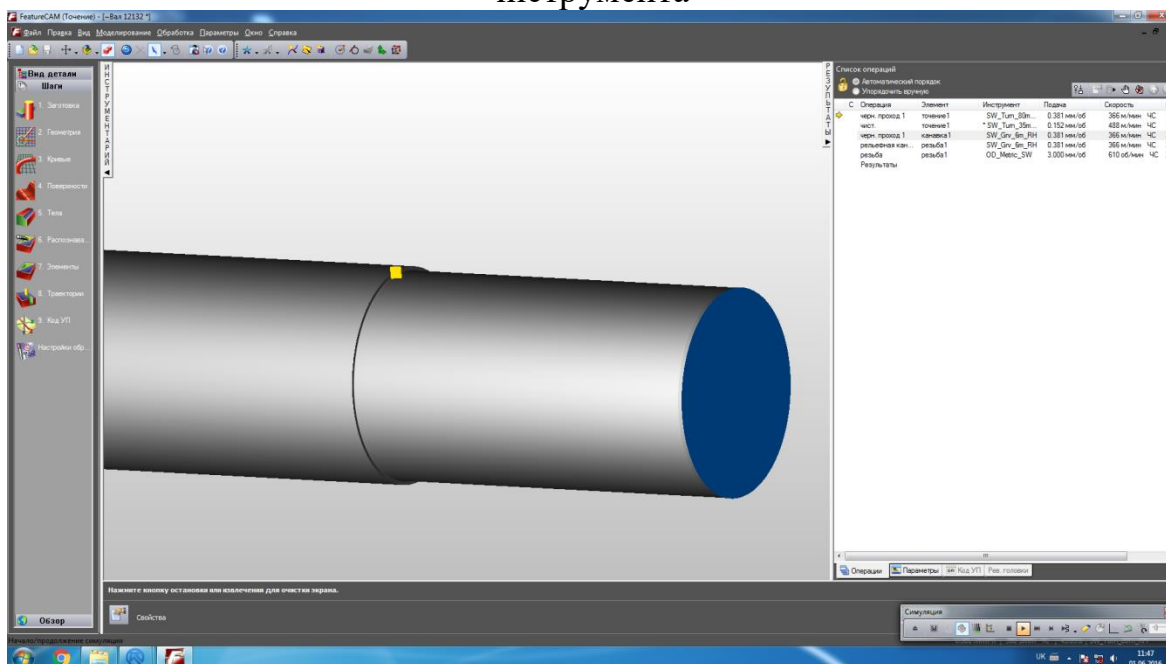


Рисунок 3.3 – Початок обробки деталі(установ 1)

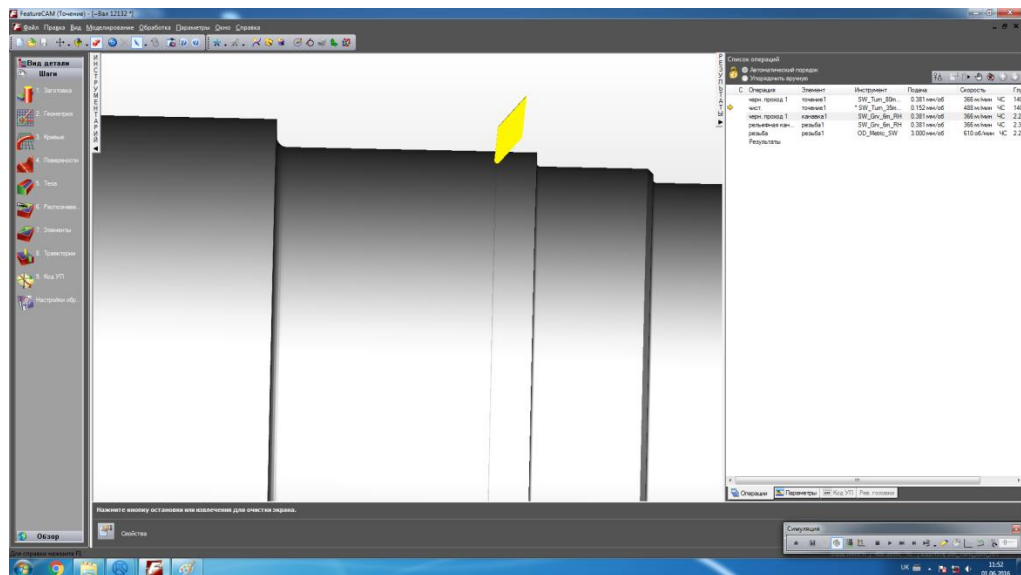


Рисунок 3.6 – Чистова обробка деталі

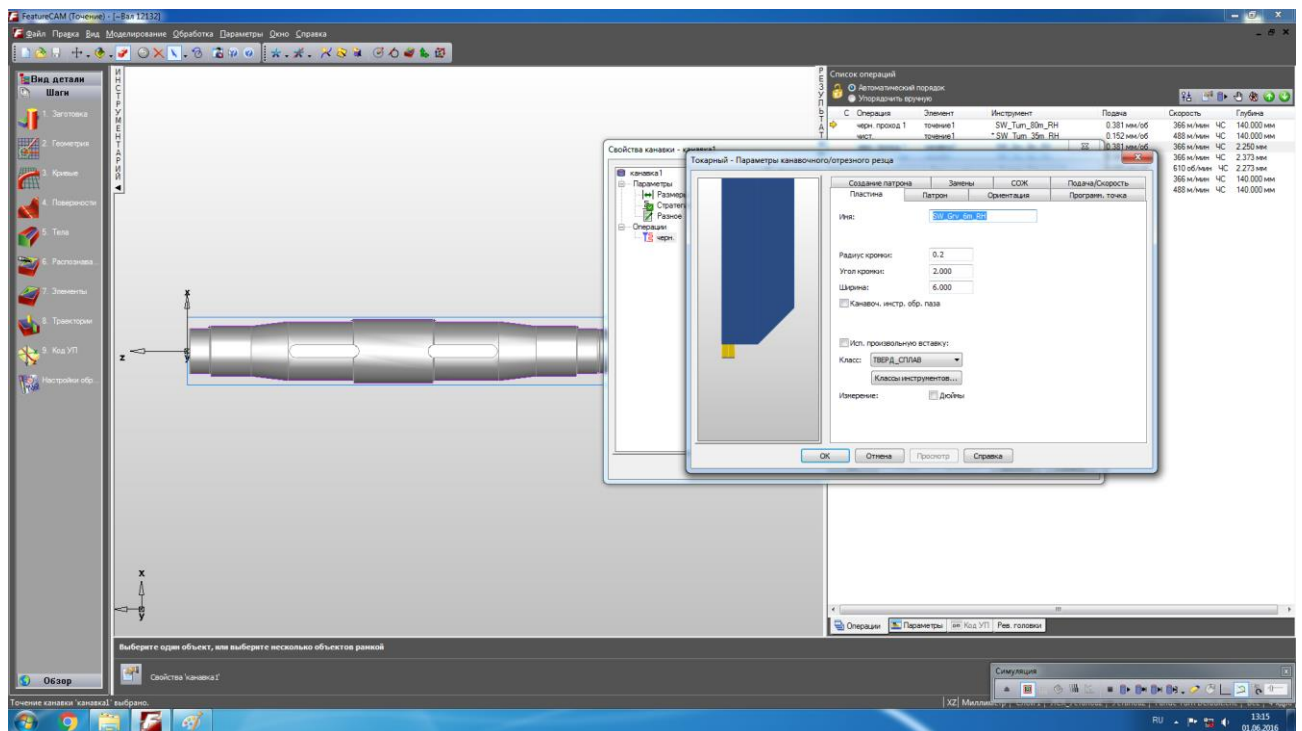


Рисунок 3.7 – Вибір різця канавкового

					КНУ.КБР.131.25.1-22.03.РКП	Аркуш
Змін.	Аркуш	№ Документа	Підпис	Дата		

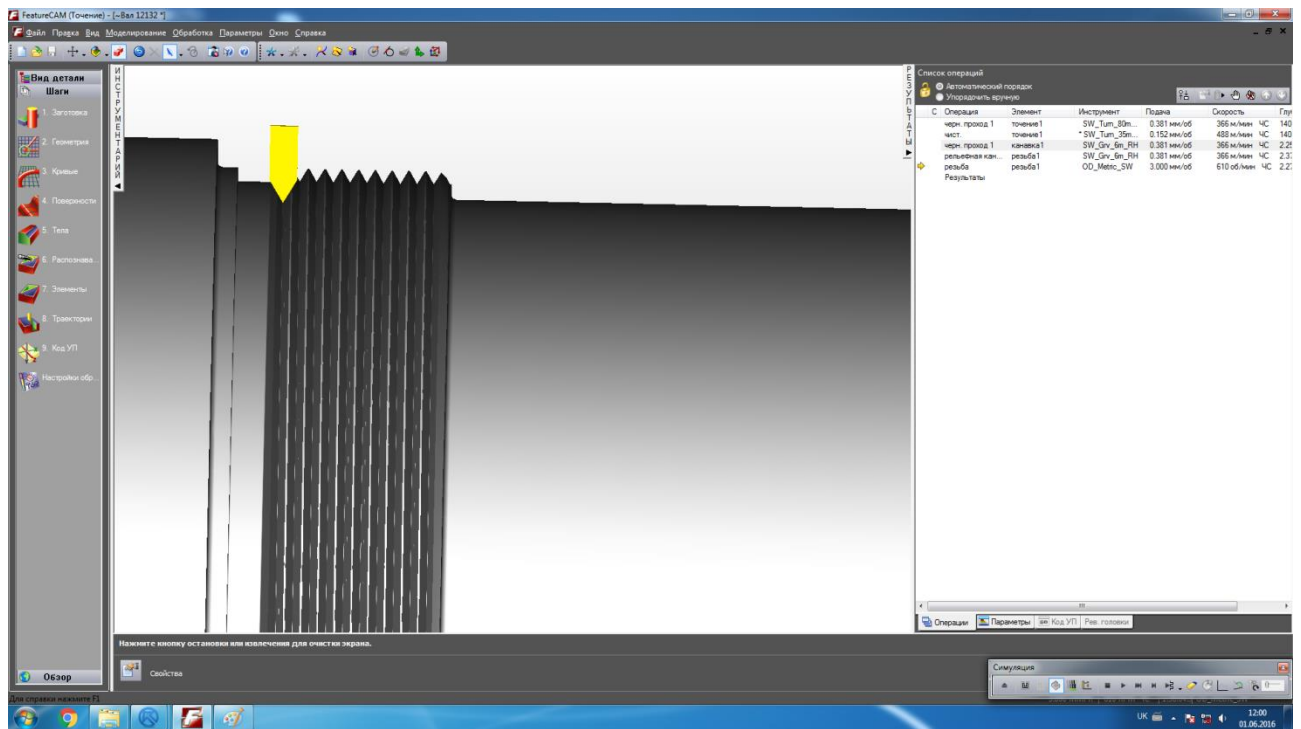


Рисунок 3. 8 – Чорнове нарізування різьби

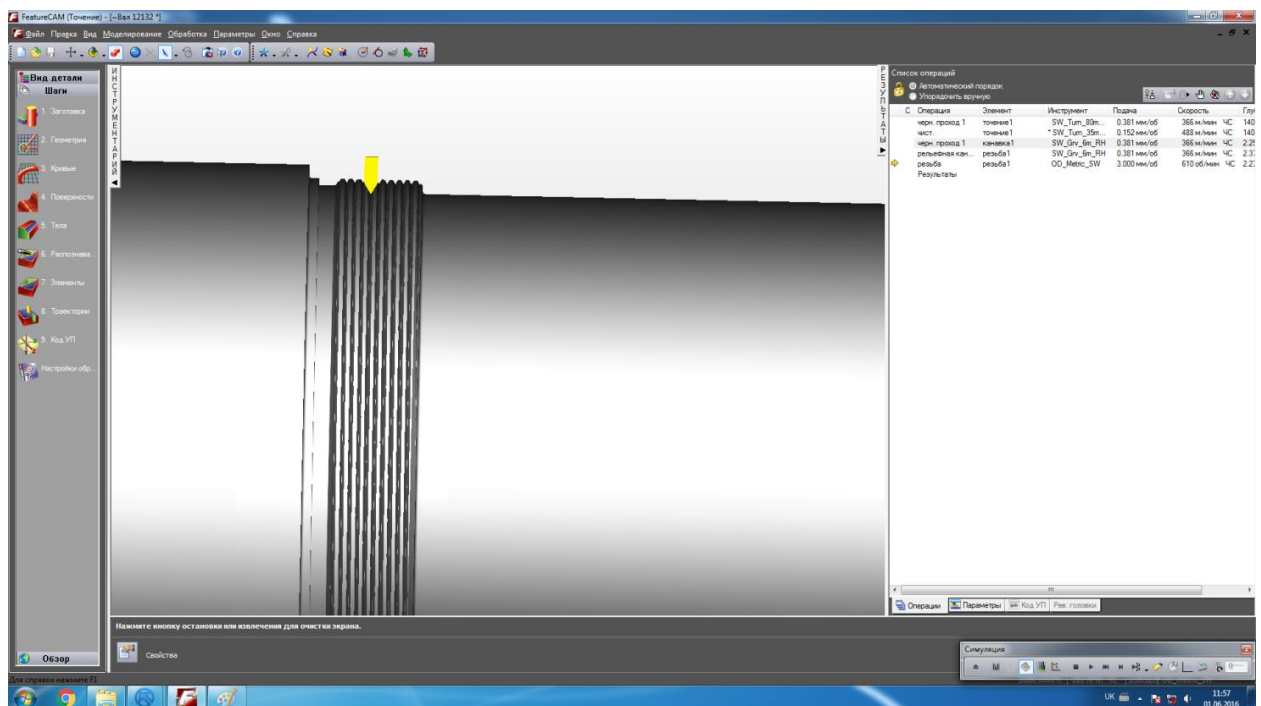


Рисунок 3.9 -Нарізання різьби

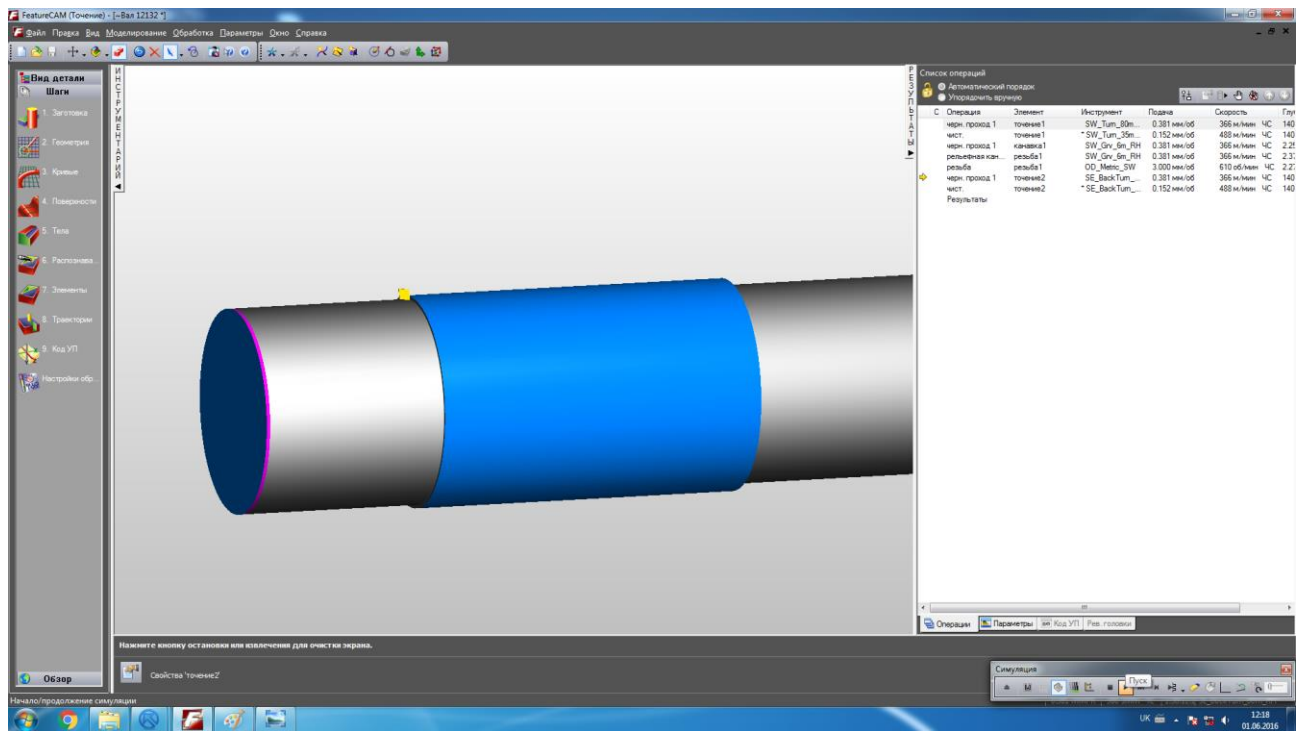
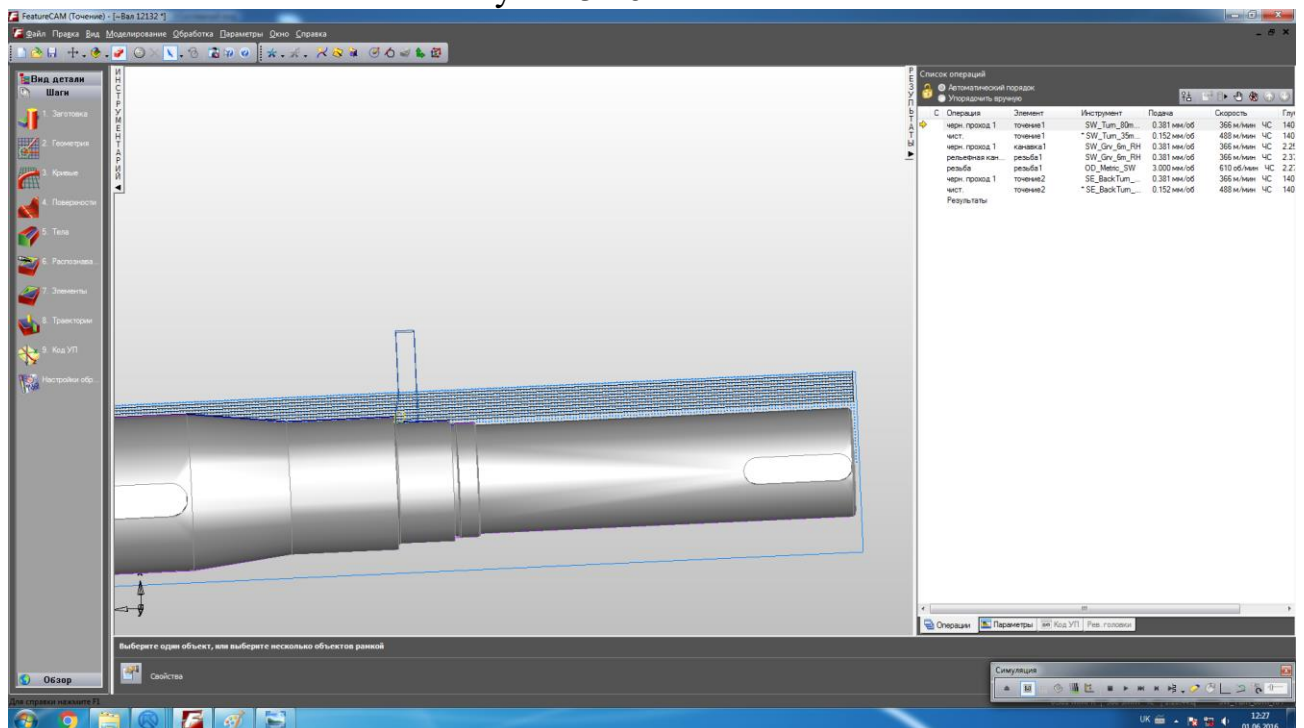


Рисунок 3.10 – Установ 2



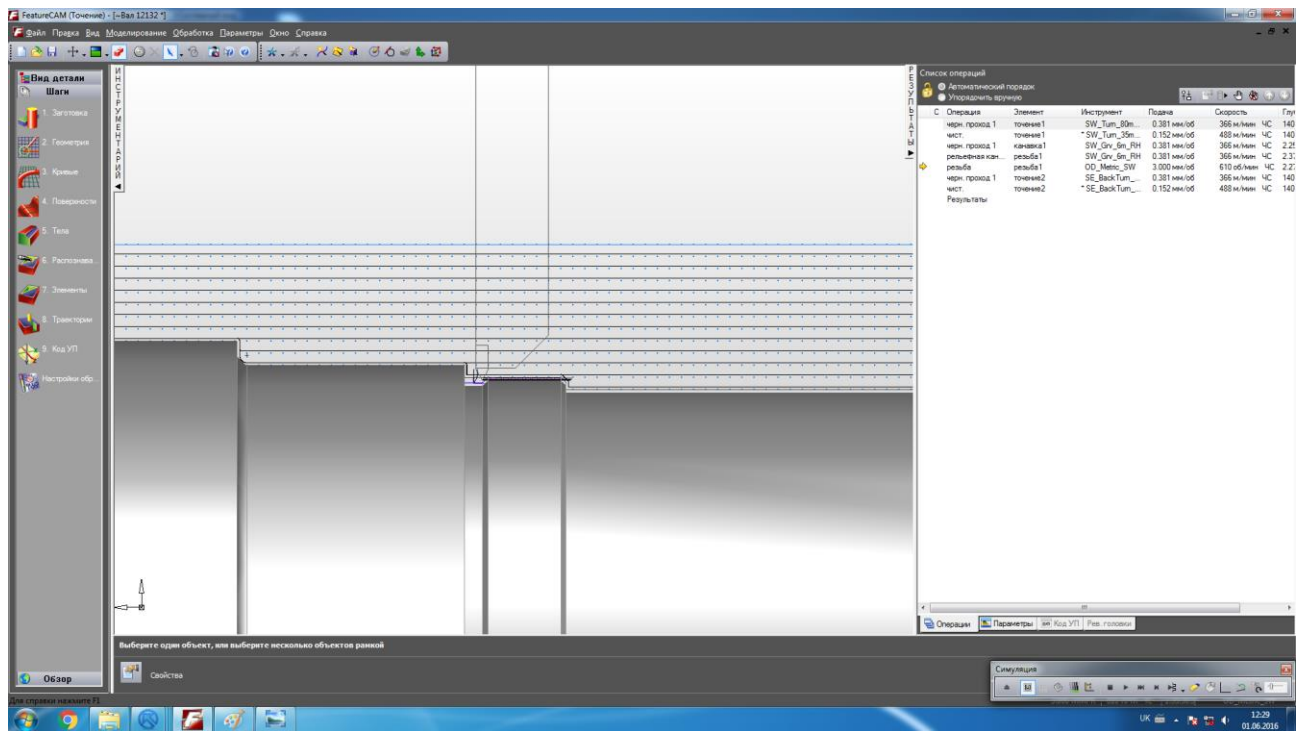


Рисунок 3.11 – Готові траєкторії

Підготовлена програма для виконання обробки для токарного верстату з ЧПК ST 50N Mazak наведена нижче.

```
%
O~Вал 12132( FILENAME = ~Вал 12132)
N20 G20 G40
N25 G28 U0
N30 G28 W0
( OPERATION: ROUGH TURN ТОЧЕНИЕ1 )
N40 T101
N45 G50 S3000
N50 G96 S1200 M4
N55 G0 X12.0472 Z0.1181 M8
N60 X11.4213 Z-0.2478
N65 G1 Z-68.937 F0.01
N70 X11.811
N75 X11.8389 Z-68.9231
N80 G0 Z-0.2478
N85 G1 X11.0315
N90 Z-68.937
N95 X11.4213
N100 X11.4491 Z-68.9231
N105 G0 Z-0.2478
N110 G1 X10.6378
N115 Z-55.1142
```

					КНУ.КБР.131.25.1-22.03.РКП	Аркуш
Змін.	Аркуш	№ Документа	Підпис	Дата		

N120 X10.9449
 N125 G3 X11.0315 Z-55.1575 R0.0433
 N130 G1 X11.0593 Z-55.1436
 N135 G0 Z-0.2478
 N140 G1 X10.2441
 N145 Z-55.0
 N150 G2 X10.4724 Z-55.1142 R0.1142
 N155 G1 X10.6378
 N160 X10.6656 Z-55.1003
 N165 G0 Z-0.2478
 N170 G1 X9.8504
 N175 Z-42.1234
 N180 X10.2435 Z-43.7349
 N185 G3 X10.2441 Z-43.7402 R0.0433
 N190 G1 X10.2719 Z-43.7262
 N195 G0 Z-0.2478
 N200 G1 X9.4567
 N205 Z-40.5092
 N210 X9.8504 Z-42.1234
 N215 X9.8782 Z-42.1094
 N220 G0 Z-0.2478
 N225 G1 X9.063
 N230 Z-38.895
 N235 X9.4567 Z-40.5092
 N240 X9.4845 Z-40.4953
 N245 G0 Z-0.2478
 N250 G1 X8.6693
 N255 Z-37.2808
 N260 X9.063 Z-38.895
 N265 X9.0908 Z-38.8811
 N270 G0 Z-0.2478
 N275 G1 X8.2756
 N280 Z-30.2717
 N285 X8.5827
 N290 G3 X8.6693 Z-30.315 R0.0433
 N295 G1 X8.6971 Z-30.301
 N300 G0 Z-0.2478
 N305 G1 X7.8819
 N310 Z-30.1575
 N315 G2 X8.1102 Z-30.2717 R0.1142
 N320 G1 X8.2756
 N325 X8.3034 Z-30.2577
 N330 G0 Z-0.2478
 N335 G1 X7.4882

					КНУ.КБР.131.25.1-22.03.РКП	Архив
Змін.	Архив	№ Документа	Підпис	Дата		

N340 Z-26.5709
 N345 X7.7953
 N350 G3 X7.8819 Z-26.6142 R0.0433
 N355 G1 X7.9097 Z-26.6003
 N360 G0 Z-0.2478
 N365 G1 X7.0945
 N370 Z-24.9173
 N375 X7.2441
 N380 G3 X7.3053 Z-24.93 R0.0433
 N385 G1 X7.4628 Z-25.0087
 N390 G3 X7.4882 Z-25.0394 R0.0433
 N395 G1 X7.516 Z-25.0255
 N400 G0 Z-0.2478
 N405 G1 X6.7597
 N410 Z-0.4052
 N415 X7.0691 Z-0.5599
 N420 G3 X7.0945 Z-0.5906 R0.0433
 N425 G1 X7.1223 Z-0.5766
 N430 G0 Z-0.2756
 N435 G28 U0
 N440 G28 W4.9213
 (OPERATION: FINISH TURN ТОЧЕНИЕ1)
 N450 T202
 N455 G50 S3000
 N460 G96 S1600 M4
 N465 G0 X12.0472 Z0.1181 M8
 N470 X-0.3633 Z-0.3556
 N475 G1 X-0.0787 Z-0.3937 F0.01
 N480 X6.6929
 N485 G3 X6.7486 Z-0.4052 R0.0394 F0.
 N490 G1 X7.0636 Z-0.5627 F0.01
 N495 G3 X7.0866 Z-0.5906 R0.0394 F0.
 N500 G1 Z-24.9213 F0.01
 N505 X7.2441
 N510 G3 X7.2998 Z-24.9328 R0.0394 F0.
 N515 G1 X7.4573 Z-25.0115 F0.01
 N520 G3 X7.4803 Z-25.0394 R0.0394 F0.
 N525 G1 Z-26.5748 F0.01
 N530 X7.7953
 N535 G3 X7.874 Z-26.6142 R0.0394
 N540 G1 Z-30.1575
 N545 G2 X8.1102 Z-30.2756 R0.1181
 N550 G1 X8.5827

					КНУ.КБР.131.25.1-22.03.РКП	Архив
Змін.	Архив	№ Документа	Підпис	Дата		

N555 G3 X8.6614 Z-30.315 R0.0394
 N560 G1 Z-37.2811
 N565 X10.2356 Z-43.7354
 N570 G3 X10.2362 Z-43.7402 R0.0394 F0.
 N575 G1 Z-55.0 F0.01
 N580 G2 X10.4724 Z-55.1181 R0.1181
 N585 G1 X10.9449
 N590 G3 X11.0236 Z-55.1575 R0.0394
 N595 G1 Z-68.937
 N600 X11.2463 Z-68.8257
 N605 G0 X12.0472
 N610 Z0.1181
 N615 G28 U0
 N620 G28 W4.9213
 (OPERATION: ROUGH GROOVE: OUTER КАНАВКА1)
 N630 T303
 N635 G50 S3000
 N640 G96 S1200 M4
 N645 G0 X12.0472 Z0.1181 M8
 N650 X7.7165 Z-52.5551
 N655 G1 X7.311 F0.01
 N660 G0 X7.7165
 N665 Z-52.4016
 N670 G1 X7.4821
 N675 X7.311 Z-52.4967
 N680 G0 X7.7165
 N685 Z-52.5551
 N690 G1 X7.311
 N695 Z-52.4967
 N700 G0 X12.0315
 (OPERATION: RELIEF GROOVE РЕЗЬБА1)
 N710 G0 Z-26.3699
 N715 G50 S3000
 N720 G96 S1200
 N725 G0 X12.0315 Z-26.3699 M8
 N730 X7.7152
 N735 G1 X7.4711 F0.01
 N740 G0 X7.7152
 N745 Z-26.4272
 N750 G1 X7.2842
 N755 G0 X7.7152
 N760 Z-26.3699
 N765 G1 X7.4711
 N770 X7.2842 Z-26.4238

					КНУ.КБР.131.25.1-22.03.РКП	Аркуш
Змін.	Аркуш	№ Документа	Підпис	Дата		

N775 G0 X7.7152
 N780 Z-26.4272
 N785 G1 X7.2842
 N790 Z-26.4238
 N795 G0 X12.0315
 N800 X12.0472 Z0.1181
 N805 G28 U0
 N810 G28 W4.9213
 (OPERATION: THREAD: OUTER PEЗЬБА1)
 N820 T404
 N825 G97 S610 M4
 N830 G0 X12.0446 Z0.1181 M8
 N835 X7.7073 Z-24.7475
 N840 X7.4383 Z-24.8221
 N845 G32 X7.4383 Z-26.2693 F0.11811
 N850 G0 X7.7073
 N855 Z-24.7475
 N860 X7.4121 Z-24.8293
 N865 G32 X7.4121 Z-26.2765 F0.11811
 N870 G0 X7.7073
 N875 Z-24.7475
 N880 X7.3903 Z-24.8354
 N885 G32 X7.3903 Z-26.2826 F0.11811
 N890 G0 X7.7073
 N895 Z-24.7475
 N900 X7.3716 Z-24.8406
 N905 G32 X7.3716 Z-26.2877 F0.11811
 N910 G0 X7.7073
 N915 Z-24.7475
 N920 X7.3552 Z-24.8451
 N925 G32 X7.3552 Z-26.2923 F0.11811
 N930 G0 X7.7073
 N935 Z-24.7475
 N940 X7.3407 Z-24.8491
 N945 G32 X7.3407 Z-26.2963 F0.11811
 N950 G0 X7.7073
 N955 Z-24.7475
 N960 X7.3276 Z-24.8528
 N965 G32 X7.3276 Z-26.2999 F0.11811
 N970 G0 X7.7073
 N975 Z-24.7475
 N980 X7.3157 Z-24.8561
 N985 G32 X7.3157 Z-26.3032 F0.11811
 N990 G0 X7.7073

					КНУ.КБР.131.25.1-22.03.РКП	Архив
Змін.	Архив	№ Документа	Підпис	Дата		

N995 Z-24.7475
 N1000 X7.3048 Z-24.8591
 N1005 G32 X7.3048 Z-26.3063 F0.11811
 N1010 G0 X7.7073
 N1015 Z-24.7475
 N1020 X7.2947 Z-24.8619
 N1025 G32 X7.2947 Z-26.3091 F0.11811
 N1030 G0 X7.7073
 N1035 Z-24.7475
 N1040 X7.2947 Z-24.8619
 N1045 G32 X7.2947 Z-26.3091 F0.11811
 N1050 G0 X7.7073
 N1055 Z-24.7475
 N1060 G28 U0
 N1065 G28 W4.9213
 (OPERATION: ROUGH TURN ТОЧЕНИЕ2)
 N1075 T505
 N1080 G50 S3000
 N1085 G96 S1200 M4
 N1090 G0 X12.0472 Z-0.1181 M8
 N1095 X11.4193 Z0.2478
 N1100 G1 Z28.9331 F0.01
 N1105 X11.811
 N1110 X11.8389 Z28.9192
 N1115 G0 Z0.2478
 N1120 G1 X11.0276
 N1125 Z28.9331
 N1130 X11.4193
 N1135 X11.4471 Z28.9192
 N1140 G0 Z0.2478
 N1145 G1 X10.6358
 N1150 Z28.9331
 N1155 X11.0276
 N1160 X11.0554 Z28.9192
 N1165 G0 Z0.2478
 N1170 G1 X10.2441
 N1175 Z28.8189
 N1180 G3 X10.4724 Z28.9331 R0.1142
 N1185 G1 X10.6358
 N1190 X10.6637 Z28.9192
 N1195 G0 Z0.2478
 N1200 G1 X9.8504
 N1205 Z15.9423
 N1210 X10.2435 Z17.5538

					КНУ.КБР.131.25.1-22.03.РКП	Аркуш
Змін.	Аркуш	№ Документа	Підпис	Дата		

N1215 G2 X10.2441 Z17.5591 R0.0433
 N1220 G1 X10.2719 Z17.5451
 N1225 G0 Z0.2478
 N1230 G1 X9.4567
 N1235 Z14.3281
 N1240 X9.8504 Z15.9423
 N1245 X9.8782 Z15.9283
 N1250 G0 Z0.2478
 N1255 G1 X9.063
 N1260 Z12.7139
 N1265 X9.4567 Z14.3281
 N1270 X9.4845 Z14.3142
 N1275 G0 Z0.2478
 N1280 G1 X8.6693
 N1285 Z11.0997
 N1290 X9.063 Z12.7139
 N1295 X9.0908 Z12.7
 N1300 G0 Z0.2478
 N1305 G1 X8.2756
 N1310 Z4.0906
 N1315 X8.5827
 N1320 G2 X8.6693 Z4.1339 R0.0433
 N1325 G1 X8.6971 Z4.1199
 N1330 G0 Z0.2478
 N1335 G1 X7.8819
 N1340 Z3.9764
 N1345 G3 X8.1102 Z4.0906 R0.1142
 N1350 G1 X8.2756
 N1355 X8.3034 Z4.0766
 N1360 G0 Z0.2478
 N1365 G1 X7.7046
 N1370 Z0.4052
 N1375 X7.8565 Z0.4812
 N1380 G2 X7.8819 Z0.5118 R0.0433
 N1385 G1 X7.9097 Z0.4979
 N1390 G0 Z0.2756
 N1395 G28 U0
 N1400 G28 W4.9213
 (OPERATION: FINISH TURN ТОЧЕНИЕ2)
 N1410 T606
 N1415 G50 S3000
 N1420 G96 S1600 M4
 N1425 G0 X12.0472 Z-0.1181 M8
 N1430 X-0.3633 Z0.3556
 N1435 G1 X-0.0787 Z0.3937 F0.01

					КНУ.КБР.131.25.1-22.03.РКП	Аркуш
Змін.	Аркуш	№ Документа	Підпис	Дата		

N1440 X7.6378
 N1445 G2 X7.6935 Z0.4052 R0.0394 F0.
 N1450 G1 X7.851 Z0.484 F0.01
 N1455 G2 X7.874 Z0.5118 R0.0394 F0.
 N1460 G1 Z3.9764 F0.01
 N1465 G3 X8.1102 Z4.0945 R0.1181
 N1470 G1 X8.5827
 N1475 G2 X8.6614 Z4.1339 R0.0394
 N1480 G1 Z11.1
 N1485 X10.2356 Z17.5543
 N1490 G2 X10.2362 Z17.5591 R0.0394 F0.
 N1495 G1 Z28.8189 F0.01
 N1500 G3 X10.4724 Z28.937 R0.1181
 N1505 G1 X10.9449
 N1510 X11.1676 Z28.8257
 N1515 G0 X12.0472
 N1520 Z-0.1181
 N1525 G28 U0
 N1530 G28 W0
 N1535 M30
 %

					<i>КНУ.КБР.131.25.1-22.03.РКП</i>	Аркуш
Змін.	Аркуш	№ Документа	Підпис	Дата		

4 ТЕХНІКО-ЕКОНОМІЧНЕ ОБҐРУНТУВАННЯ ПРОЦЕСУ ОБРОБКИ

Проводимо економічне порівняння двох варіантів обробки на Багатоцільовій операції 010, базового варіанту з токарно-гвинторізним верстатом 1М65 та Токарний з ЧПУ ST 50N Mazak за допомогою програмного продукту Economical Linksmoon.

Входные данные

Перед началом ввода убедитесь, что включена АНГЛИЙСКАЯ РАСКЛАДКА КЛАВИАТУРЫ и включен NUM LOCK. Затем с помощью правой цифровой панели клавиатуры введите требуемые данные. Для перехода в следующее поле используйте клавишу TAB...

	Базовый вариант	Станок с ЧПУ
Трудоёмкость		
Годовой объём выпуска деталей, шт	1000	1000
Штучное время обработки детали, мин	415.7	245.83
Время настройки станка в течение года		
Количество запусков, шт	12	12
Время наладки станка, мин	250	115
Время настройки инструмента вне станка на протяжении года		
Среднее время настройки по прибору одного инструмента вне станка, мин	14	4
Среднее количество граней пластинки, шт	1	3
Средний период стойкости инструмента, мин	60	90
Количество станочников		
Количество станков, обслуживаемых одним рабочим	1	2
Дополнительное количество рабочих по обслуживанию станков с ЧПУ		
Эффективный годовой фонд времени работы станка	4015	4015
Коэффициент загрузки станка	0.45	0.85
Балансовая стоимость станка		
Оптовая цена станка	524000	215000
Масса станка, т	24	8

Далее

Назад

Выход

Рисунок 4.1 – Перший кадр програми Economical Linksmoon

					<i>КНУКБР.131.25.1-22.04.ТЕО</i>			
<i>Змін.</i>	<i>Аркуш</i>	<i>№ Документа</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>				
<i>Розроб.</i>	<i>Чефранов</i>				<i>ТЕХНІКО-ЕКОНОМІЧНЕ ОБҐРУНТУВАННЯ</i>		<i>Літ.</i>	<i>Арк.</i>
<i>Перевір.</i>	<i>Кіянговський</i>							<i>Аркушів</i>
<i>Н. Контр.</i>	<i>Нечаєв</i>						<i>Кафедра ТМ гр. ПМ-21</i>	
<i>Затверд.</i>	<i>Рязанцев</i>							

Входные данные

Стоимость помещения		
Площадь станка по габаритам	15	23
Коэффициент, учитывающий доп. площадь станка	4.5	4
Площадь устройства ЧПУ, м	0	2
Стоимость 1 м.кв. площади мех. цеха, грн.	595	595
Площадь служебно-бытовых помещений, приходящаяся на одного рабочего, м.кв.	4	5
Стоимость 1 м.кв. площади, занятой служебно-бытовыми помещениями (грн.)	318	318
Стоимость разработки ПУ		
Стоимость разработки ПУ, грн.	0	1500
Оборотные средства в незавершённом производстве		
Стоимость заготовки S _{заг} , грн.	7.28	7.28
Себестоимость обработки		
Среднегодовая зарплата станочника, грн.	1.4	3.2
Среднегодовая зарплата наладчика, грн.	1.1	3.2
Среднегодовая зарплата настройщика инструмента, грн.	0	3.2
Среднегодовая зарплата контролёра, грн.	1	1
Затраты на подготовку и обновление ПУ, грн.		
Длительность выпуска деталей Z (3-5 лет)	3	5
Затраты на ремонт и ТО оборудования		
Категория сложности ремонта станка ЕРС (механическая часть)	12	11
Категория сложности ремонта станка ЕРС (электротехническая часть)	9.5	22

Далее

Назад

Выход

Рисунок 4.2 – Другой кадр программы Economical Linksmoon

Входные данные

Затраты на одну единицу ЕРС станка, грн (механическая часть)	30.1	30.3
Затраты на одну единицу ЕРС станка, грн (электротехническая часть)	7.4	7.7
Коэффициент, учитывающий класс точности станка	1	1.2
Затраты на содержание и амортизационные расходы на 1 м.кв. цеха Нпл, грн (10% от стоимости)	59.5	59.5
Затраты на ТО и ремонт устройства ЧПУ, грн.		
Норматив годовых затрат на текущее обслуживание и ремонт ЧПУ, грн.	0	860

Далее

Назад

Выход

Рисунок 4.3 – Третий кадр программы Economical Linksmoon

Змін.	Аркуш	№ Документа	Підпис	Дата

КНУ.КБР.131.25.1-22.04.ТЕО

Аркуш

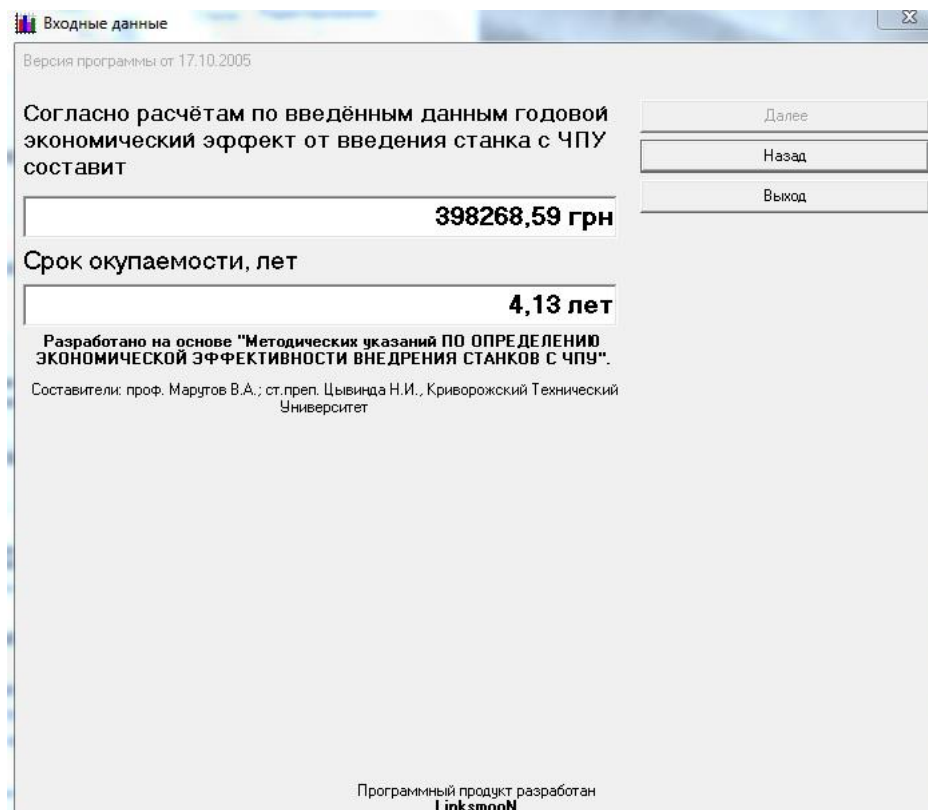


Рисунок 4.4 – Четвертый кадр програми Economical Linksmoon

З кадрів програми видно, що економічний ефект введення верстату з ЧПК складає 398268,59 грн., а термін окупності проекту складає 4,13 років. Отже введення верстату з ЧПК є доцільним та аргументованим.

					КНУ.КБР.131.25.1-22.04.ТЕО	Аркуш
Змін.	Аркуш	№ Документа	Підпис	Дата		

5 ПРОЕКТУВАННЯ ТЕХНОЛОГІЧНОГО ОСНАЩЕННЯ

Оброблювана нами деталь, відноситься до класу «валів». Деталь виготовлена із сталі 45, твердість - 230...270 НВ. Габаритні розміри: Ø280 x 2500.

Верстатне пристосування розробляємо для обробки торців. Діаметри торців Ø207,5 мм і Ø227,1 мм, шорсткість Ra 12,5. Доступ інструменту до оброблюваної поверхні вільний. Присутній ряд поверхонь зручних для базування. Жорсткість заготовки - достатня. Режими різання не обмежені. Конструкція деталі і її точність дозволяє вести обробку на горизонтально-розточувальному верстаті 2620В. Як інструмент використовуємо торцеву фрезу Ø250 ДСТУГОСТ 24359-80.

5.2 Визначення можливості виконання виробничої програми

Задана виробнича програма може бути виконана із застосуванням одномісного пристосування в тому випадку, якщо витрати на даному етапі обробки не перевищують фонд часу на виготовлення однієї деталі. Тобто штучний час має бути менше такту випуску деталей [13]:

$$\tau = \frac{F_d \cdot n \cdot 60}{N}, \quad (5.1)$$

Приймаємо $F_d = 2020$ ч, $n = 2$, $N = 30$.

Підставляючи ці значення у формулу (5.1):

$$\tau = \frac{2020 \cdot 2 \cdot 60}{30} = 8080 \text{ хв}$$

$$T_{шт} \leq \tau$$

Отже, для виконання програми, досить одномісного пристосування.

5.3 Вибір схеми базування деталі

Вибір схеми базування деталі здійснюється виходячи з конструкції деталі, схеми і способу обробки поверхні. Поважно забезпечити точність установки уздовж осей Y і Z. Найбільш цим вимогам відповідають циліндричні поверхні з мінімальною шорсткістю і максимальною точністю. У нашому випадку такими поверхнями є Ø260. Базування по ньому позбавляє

					<i>КНУКБР.131.25.1-22.05.ПТО</i>			
Змін.	Аркуш	№ Документа	Підпис	Дата				
Розроб.		Чефранов			<i>ПРОЕКТУВАННЯ ТЕХНОЛОГІЧНОГО ОСНАЩЕННЯ</i>		Літ.	Арк.
Перевір.		Кіянівський						Архивів
Н. Контр.		Нечаєв					<i>Кафедра ТМ гр. ПМ-21</i>	
Затверд.		Рязанцев						

заготівку чотирьох ступенів свободи ($C_{1,2,3,4} \rightarrow S_z, S_y, R_y, R_z$). Як опорна база використовуємо буртик валу ($C_5 - S_x$). Таким чином на деталь накладається неповний комплект баз. Теоретична схема базування приведена на рисунку 5.1.

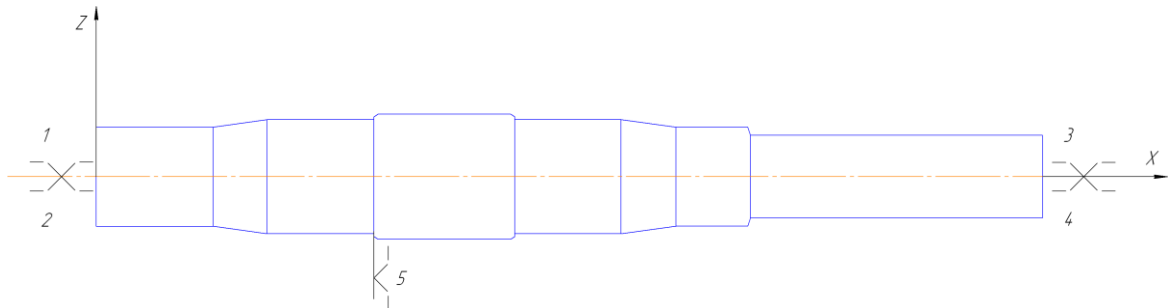


Рисунок 5.1 - Схема базування: 1, 2, 3, 4 - подвійна напрямна; 5 - опорна

5.4 Вибір настановних елементів

Для реалізації прийнятої схеми базування настановні елементи вибираємо з врахуванням конструкції інструменту, форми, розмірів, точності і якісного стану базових поверхонь.

Як настановні елементи вибираємо дві опорні призми для реалізації подвійної направляючої бази і пластина. Розміри і основні параметри настановних елементів прийняті відповідно до розмірів базових поверхонь.

а) Призма опорна б) Пластина опорна

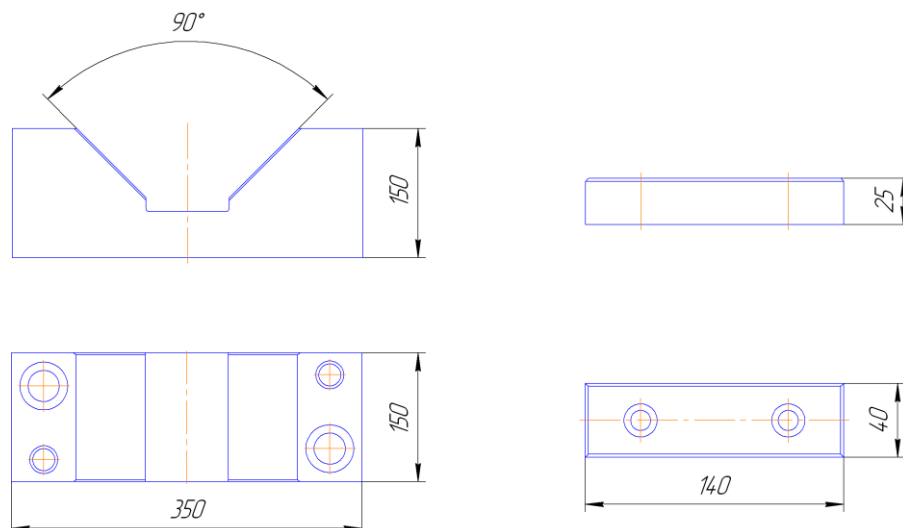


Рисунок 5.2- Наставовні елементи

Розміщення настановних елементів в корпусі пристосування, взаємне їх розташування і положення відносно базових поверхонь обумовлюється формою і розмірами останніх, а так само місцем додатка і напрямку сили

					КНУ.КБР.131.25.1-22.05.ПТО	Аркуш
Змін.	Аркуш	№ Документа	Підпис	Дата		

різання. З врахуванням цих умов розміщуємо настановні елементи так, як це показано на рис. 5.3.

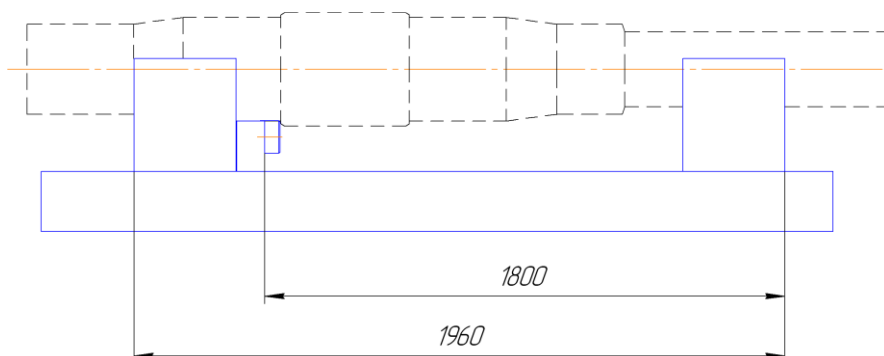


Рисунок 5.3 - Розміщення настановних елементів

5.5 Силовий розрахунок пристосування

В процесі обробки на деталь і елементи пристосування діятимуть: сила різання P_z (розраховано виходячи з умов обробки), сила закріплення Q , сила тяжіння $G=2000$ Н і створені ними сили тертя $F_{тр}$.

Для компенсації можливих випадкових відхилень сили різання введемо коефіцієнт запасу [13]:

$$K = K_0 \cdot K_1 \cdot K_2 \cdot K_3 \cdot K_4 \cdot K_5 \cdot K_6 \quad (5.2)$$

У нашому випадку процес різання практично безперервний, т.к. оброблювана поверхня суцільна; передбачається вживання пневматичного затискного пристрою; розташування рукоятки затискного механізму зручне. При коефіцієнті, що враховує затуплення ріжучого інструменту при фрезеруванні сталі $=1,2$; гарантований коефіцієнт запасу $K_0 = 1,5$. Загальний коефіцієнт запасу в цьому випадку рівний:

$$K_2 = 1,5 \cdot 1 \cdot 1,5 \cdot 1 \cdot 1,1 \cdot 1 \cdot 1,2 = 2,97$$

					КНУКБР.131.25.1-22.05.ПТО	Аркуш
Змін.	Аркуш	№ Документа	Підпис	Дата		

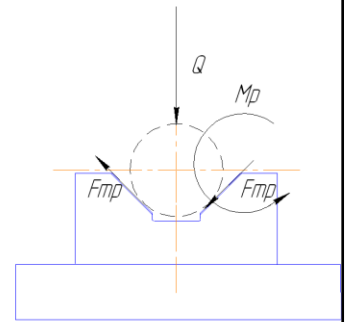
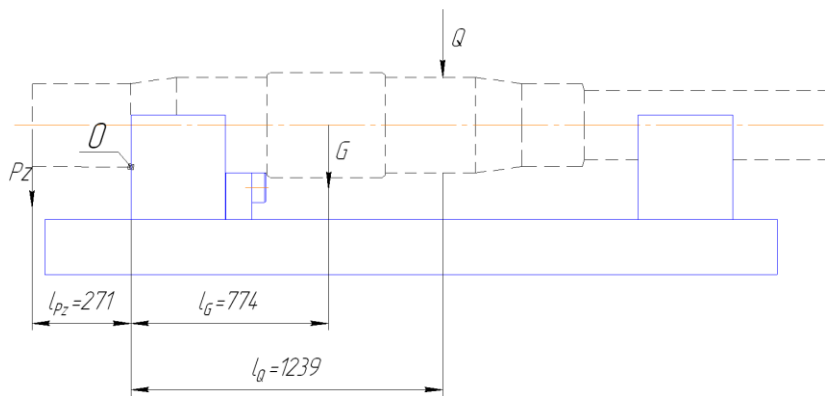


Рисунок 5.4 - Схема дії основних навантажень

В процесі обробки виникатимуть дві небезпечні ситуації:

1) Поворот деталі довкола точки О від сили різання P_z .

Рівняння стійкості матиме вигляд [15]:

$$K \cdot P_z \cdot l_{P_z} - Q \cdot l_Q - G \cdot l_G = 0$$

звідки:

$$Q = \frac{K \cdot P_z \cdot l_{P_z} - (G \cdot l_G)}{l_Q} \quad (5.3)$$

$$P_z = \frac{10 \cdot C_p \cdot t^x \cdot S^z \cdot B^n \cdot Z}{D^q \cdot n^w} \cdot K_{MM} = \frac{10 \cdot 825 \cdot 8,75^{1,0} \cdot 0,15^{0,75} \cdot 245^{1,1} \cdot 14}{250^{1,3} \cdot 200^{0,2}} \cdot 1,02 = 27773 \text{ Н}$$

$$Q = \frac{2,97 \cdot 27773 \cdot 271 - (2000 \cdot 774)}{1239} = 16793 \text{ Н}$$

2) Поворот деталі довкола своєї осі від моменту різання M_P .

Рівняння стійкості матиме вигляд [15]:

$$K \cdot M_P - 4 F_{tr} \cdot R = 0$$

звідки:

$$Q = \frac{K \cdot M_P \cdot \cos \frac{\alpha}{2}}{f \cdot R} - G \quad (5.4)$$

$$M_{кр} = \frac{P_z \cdot D}{2 \cdot 100} = \frac{27773 \cdot 250}{2 \cdot 100} = 34716,3 \text{ Н}$$

$$Q = \frac{2,97 \cdot 34716,3 \cdot 0,707}{0,16 \cdot 122,5} - 2000 = 1719,2 \text{ Н}$$

					КНУ.КБР.131.25.1-22.05.ПТО	Аркуш
Змін.	Аркуш	№ Документа	Підпис	Дата		

Принципову схему і вигляд затискного механізму вибираємо відповідно до прийнятої схеми базування і обробки заготовки з врахуванням величини і місця додатка сили закріплення.

Принцип дії механізму полягає в наступному: при подачі в безштокову порожнину циліндра повітря поршень 1 з штоком 2 переміщається вгору штовхаючи і повертаючи важіль 3 довкола своєї осі; той у свою чергу затискаючи заготовку 4.

При розтиску заготовки поршень під дією пружини повертається у вихідне положення, при цьому з циліндра віддаляється надлишок повітря.

Сила тяги приводу, з врахуванням втрат на тертя визначається по формулі :

$$W = \frac{Q}{i_{c.p} \cdot \eta_p} \quad (5.5)$$

де: $i_{c.p}$ - передавальне відношення механізму важеля,

η_p - ККД механізму важеля ($\eta_p = 0,9$),

Підставляючи значення $Q, i_{c.p}, i_{c.k}, \eta_p, \eta_k$ у формулу (2.38) отримаємо:

$$W = \frac{16793}{1 \cdot 0,9} = 18659 \text{ Н}$$

Для визначення величини переміщення затискного елемента і ходу приводу виходимо з умови забезпечення вільної установки деталі з врахуванням можливих відхилень її розмірів.

Величину ходу притискного елемента визначається по формулі [14] :

$$S = \Delta_{\text{гар}} + \Delta + \frac{Q}{I} + \Delta S \quad (5.6)$$

де: $\Delta_{\text{гар}}$ - гарантований зазор для вільної установки заготовки

Δ - відхилення розміру заготовки

Q - сила закріплення,

I - жорсткість затискного механізму,

ΔS - запас на знос плунжера;

$$\Delta_{\text{гар}} = 0,4 \text{ мм} \quad I = 3000 \text{ Н/м} \quad \Delta S = 0,3 \text{ мм}$$

					КНУ.КБР.131.25.1-22.05.ПТО	Аркуш
Змін.	Аркуш	№ Документа	Підпис	Дата		

Підставляючи набутих значень у формулу) отримуємо:

$$S = 0,4 + 0,46 + \frac{16793}{3000} + 0,3 = 6,7 \text{ мм}$$

Приймаємо $S = 7 \text{ мм}$

Величина ходу приводу визначається по формулі [14]:

$$S_w = S \cdot i_{c.p} \cdot i_{c.k} \quad (5.7)$$

$i_{c.k}$ - передавальне відношення клинового механізму ($i_{c.p} = 3,73$),

$$S_w = 7 \cdot 1 \cdot 3,73 = 26,1$$

Приймаємо $S_w = 27 \text{ мм}$

Діаметр поршня пневмоциліндру визначається по формулі [14]:

$$d_n = \sqrt{4 \cdot \frac{W}{\pi \cdot p \cdot \eta}} \quad (5.8)$$

де: W – сила тяги, Н ($W = 18659 \text{ Н}$),

L – найбільший хід штока циліндра, мм ($L = 10 \text{ мм}$);

C – жорсткість пружини зворотного ходу, Н/мм;

p – тиск робочого середовища, МПа ($p = 1,0 \text{ МПа}$);

η – ККД циліндра, ($\eta = 0,93$)

$$d_n = \sqrt{4 \cdot \frac{18659}{3,14 \cdot 1,0 \cdot 0,93}} = 159,8 \text{ мм}$$

На підставі розрахункових значень приймаємо як двигун стандартний стаціонарний пневмоциліндр з параметрами:

діаметр поршня: 160 мм

діаметр штока: 40 мм

При номінальному тиску робочого середовища в магістралі 1,0 МПа сила на штоку:

штовхаюча: 7,2 кН

тягнуча: 6,8 кН

При фрезеруванні торця із застосуванням пристосування має бути забезпечена точність розміру $1743,4 \pm 1,3 \text{ мм}$. Допустиму погрішність визначається по формулі [15]:

$$[\varepsilon] = T - \omega \cdot K \quad (5.9)$$

де: T - допуск на виконуваний розмір, мм;

$$[\varepsilon] = 2,6 - 0,29 \cdot 0,6 = 2,426 \text{ mm}$$

Дійсна погрішність пристосування визначається по формулі [15]:

$$\varepsilon = \sqrt{\varepsilon_{\tilde{6}}^2 + \varepsilon_{\tilde{3}}^2 + \varepsilon_{\Pi}^2} \quad (5.10)$$

Визначення погрішності базування

Оскільки заготівка встановлюється на призми те погрішність базування буде визначається по формулі [15]:

$$\varepsilon_6 = 0$$

оскільки збігаються вимірювальна і технологічна бази.

Визначення погрішності закріплення

Погрішність закріплення визначається по формулі [15]:

$$\varepsilon_3 = 0$$

оскільки сила закріплення Q перпендикулярна виконуваному розміру.

Визначення погрішності положення

Погрішність положення визначається величиною складових:

$$\varepsilon_{\Pi} = \sqrt{\varepsilon_{\text{y}}^2 + \varepsilon_{\text{c}}^2 + \varepsilon_{\text{н}}^2} \quad (5.11)$$

Оскільки ми використовуємо одномісне пристосування і експлуатуємо його на одному верстаті, то погрішність установки і погрішність виготовлення можна прийняти рівну нулю.

Погрішність, обумовлена зносом настановних елементів пристосування, визначається по формулі [15]:

$$\varepsilon_{\text{H}} = \beta \sqrt{N}, \quad (5.12)$$

де β – імпіричний коефіцієнт, $\beta = 0,8$;

N – річна програма, шт; N = 30;

$$\varepsilon_{\text{и}} = 0,8 \cdot \sqrt{30} = 4,5 \text{ мкм}$$

Загальна погрішність пристосування рівна:

$$\varepsilon = \sqrt{4,5^2} = 4,5 \text{ мкм}$$

Оскільки дійсна погрішність пристосування менше допустимою, то необхідна точність обробки деталі в пристосуванні забезпечується.

Доцільність оцінюємо по до варіанту аналогічного пристосування Елементи собівартості обробки, залежні від конструкції пристосування визначуваний по формулі [13]:

$$C = L \left(1 + \frac{Z}{100} \right) + \frac{S}{N} \left(\frac{1}{i} + \frac{q}{100} \right), \quad (5.13)$$

де L – штучна заробітна плата, грн;

Z – відсоток цехових накладних витрат на заробітну плату;

S – собівартість виготовлення пристосування, грн;

N – річна програма випуску деталей шт;

i – термін амортизації пристосування, рік;

q – відсоток витрат, зв'язаних із застосуванням пристосування;

Визначаємо собівартість використання старого і нового пристосування.

Собівартість при використанні спроектованого пристосування :

L=0,049 грн

Z=300%

S = 219

q= 20%

i= 3 роки

$$C = 0,049 \cdot \left(1 + \frac{300}{100} \right) + \frac{219}{30} \left(\frac{1}{3} + \frac{20}{100} \right) = 0,71 \text{ грн}$$

Собівартість використання старого пристосування:

L=0,2 грн

Z=300%

S = 18 грн

q= 20%

i= 2 года

$$C = 0,2 \cdot \left(1 + \frac{300}{100} \right) + \frac{18}{30} \left(\frac{1}{2} + \frac{20}{100} \right) = 1,22 \text{ грн}$$

Зіставивши величини технологічної собівартості, приходимо до висновку, що вживання нового пристосування є переважнішим.

ОБГРУНТУВАННЯ МЕТОДУ ЗМІЦНЮЮЧОЇ ТЕХНОЛОГІЇ ДЛЯ ВАЛУ ЗІ СТАЛІ 45

Серед технологічних методів тих, що забезпечують підвищення надійності і втомної довговічності виробів, є зміцнююча обробка деталей поверхневою пластичною деформацією (ППД).

Підвищення втомної довговічності при зміцненні ППД пов'язане з формуванням в поверхневому шарі матеріалу залишкової напруги стискування і розвиненої дислокаційної субструктури, що перешкоджають зародженню і розвитку втомних тріщин.

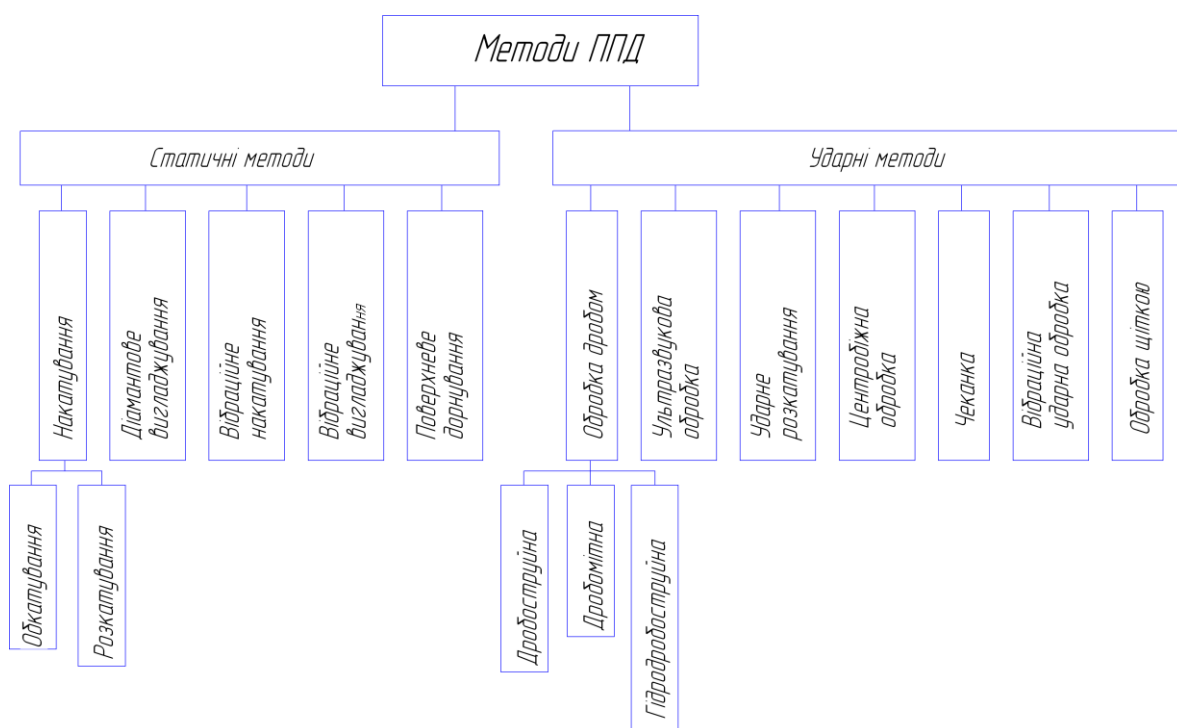


Рисунок 6.1 – Схеми зміцнення ППД

Максимальній втомній довговічності відповідає певний рівень поверхневої твердості і залишкової напруги, причому максимум цих властивостей досягається в певному діапазоні значень інтенсивності зміцнення

Доведення необхідності зміцнюючої обробки для валу зі сталі 45.

1. Характер навантаження на вал

Вали зазвичай працюють в умовах згину, кручення та циклічних навантажень, що призводить до втомного руйнування.

					<i>КНУ.КБР.131.25.1-22.06.0М30</i>			
Змін.	Аркуш	№ Документа	Підпис	Дата				
Розроб.	Чефранов				ОБГРУНТУВАННЯ МЕТОДУ ЗМІЦНЮЮЧОЇ ОБРОБКИ		Літ.	Арк.
Перевір.	Кіяндовський							Аркуші
							<i>Кафедра ТМ гр. ПМ-21</i>	
Н. Контр.	Нечаєв							
Затверд.	Рязанцев							

Поверхня валу зазнає інтенсивного тертя, особливо на ділянках посадки підшипників, шпонкових з'єднань.

Без зміцнення найбільш навантажені ділянки швидко зношуються або ініціюють тріщини втоми.

2. Обмеження властивостей сталі 45 у звичайному стані

- Нормалізована сталь 45 має твердість ~200 HB і недостатню зносостійкість.
- Її втомна міцність без термічної обробки невисока — близько 200–300 МПа, що не забезпечує довговічність валу при реальних умовах експлуатації.

4. Результати зміцнення

- Твердість поверхневого шару підвищується до HRC 50–60, що значно збільшує зносостійкість.
- Втомна міцність підвищується в 2–3 рази.
- Зміцнений шар захищає поверхню, а м'яке ядро зберігає в'язкість та пластичність, що необхідно при ударах і перегибах.

Висновок:

Зміцнююча обробка для валу зі сталі 45 є необхідною, бо:

- Забезпечує відповідність конструкції умовам експлуатації.
- Підвищує надійність і ресурс деталі.
- Є економічно доцільним методом у порівнянні з дорогими легованими сталями.

Аргументований вибір інструмента для поверхнево-пластичного деформування (ППД) валу зі сталі 45, з розрахунками основних параметрів:
Найдоцільніший інструмент — роликове обкатування

- Широке застосування для зовнішніх циліндричних поверхонь, а також для шийок валів і посадочних місць
- Забезпечує наклеп, стискаючи залишкові напруження, зносостійкість та покращення шорсткості до 9–12 класу
- Глибина зміцнення ~0,5–1 мм, що оптимально для сталі 45 — не надто глибоко та неушкоджено структуру в середині

Розрахунки для роликового інструмента

1. Сила нормального тиску при обкатуванні (P):

Для сферичного ролика діаметром R, контактним тиском p, втискання під кутом α :

$$P_n = \pi \cdot p \cdot (R \sin \alpha)^2 \quad P_n = \pi \cdot p \cdot (R \sin \alpha)^2$$

Приклад:

- R = 5 мм (кулька діаметром 10 мм)
- $\alpha = 6^\circ$ (рекомендується $5^\circ 30' - 7^\circ 30'$)
- $p \approx \sigma_{\text{пласт.}} \approx \sigma_{\text{yield}} \approx 400$ МПа для сталі (приблизно)
-

Тоді:

$$P_n = \pi \cdot 400 \text{ МПа} \cdot (5 \text{ мм} \cdot \sin 6^\circ)^2 \approx \pi \cdot 400 \times (5 \times 0.1045)^2 \approx 3.14 \times 400 \times (0.523)^2 \approx 3.14 \times 400 \times 0.274 \approx 344 \text{ Н}$$

					КНУ.КБР.131.25.1-22.06.0М30	Аркуш
Змін.	Аркуш	№ Документа	Підпис	Дата		

Це помірна сила, доступна традиційним пружинним або гідравлічним механізмам обкатника

2. Для алмазного вигладжування:

$$P_v = \pi \cdot \epsilon \cdot HV \cdot R^2$$

ϵ — відносна глибина (0.0015–0.007)

HV — твердість поверхневого шару в Вікерсах (~200–300 HV для сталі 45).

Для $R = 2$ мм, $\epsilon = 0.003$, $HV = 250$:

$$P_v = \pi \times 0.003 \times 250 \times (2 \text{ мм})^2 = 3.14 \times 0.003 \times 250 \times 4 = 9.42 \text{ Н}$$

— це дуже малий тиск, підходить для тонких шарів оздоблення .

Таблиця 6.1-Порівняльний висновок

Метод	Глибина зміцнення	Шорсткість	Сила	Переваги
Роликове обкатування	~0.5–1 мм	до 9-го класу	~300–500 Н (практична)	Добре переносить сталі 45, забезпечує наклеп і залишковий тиск
Алмазне вигладжування	мікронний шар	до 12-го класу	~10 Н	Для тонкого полірування, але не для глибокого зміцнення

Висновок : Найдоцільнішим інструментом для ППД валу зі сталі 45 є роликове обкатування. Воно ефективно зміцнює поверхневий шар (~0.5–1 мм), знижує шорсткість, створює стискаючі залишкові напруження і працює при реалістичних технічних параметрах ($P_n \approx 300\text{--}500$ Н). Для чистового знаходження алмазне вигладжування краще додати як післяпроцес, але не як заміну ролика.

Розрахунок сили нормального тиску для валу діаметром 220 мм (редуктор гусеничного крана):

- Інструмент: роликове обкатування, ролик $R = 5$ мм
- Кут втискання: 6°
- Контактний тиск: 400 МПа
- Розрахована сила тиску $P_n \approx 343$ Н

Це значення відповідає технічно допустимому діапазону для роликових обкатників і підтверджує доцільність використання цього методу зміцнення для валу Ø220 мм.

Вплив методу зміцнення на втомну довговічність показано на рисунку 9.24.

					КНУ.КБР.131.25.1-22.06.0М30	Аркуш
Змін.	Аркуш	№ Документа	Підпис	Дата		

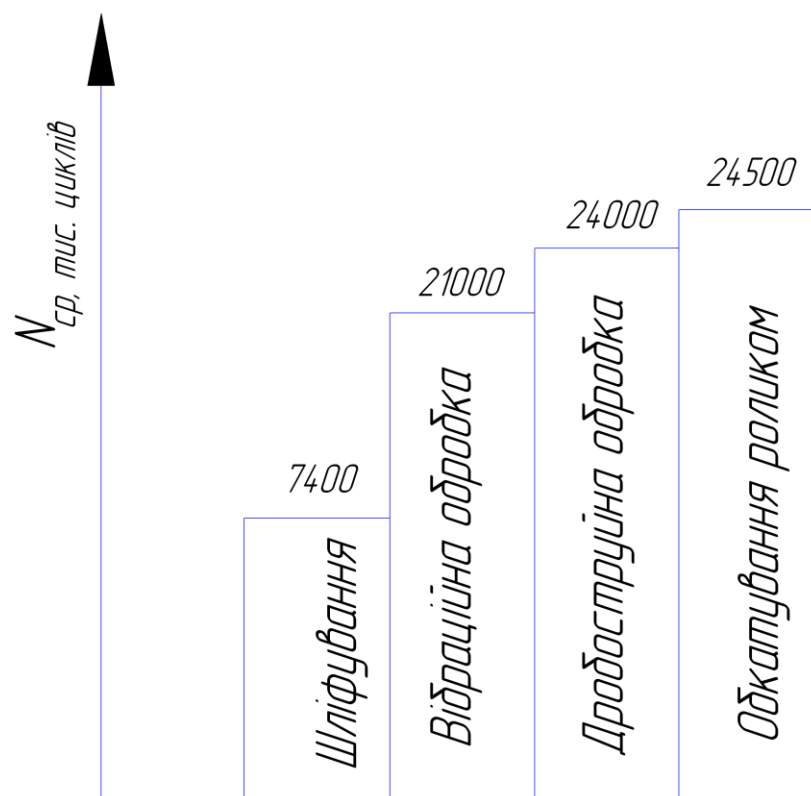


Рисунок 6.2 – Вплив методу зміцнення на втомну довговічність

Висновок: Розглянувши методи поверхневого пластичного деформування приймаємо для зміцнення зовнішніх поверхонь валу обкатування роликом під великим тиском.

ВИСНОВКИ

В процесі розробки технологічного процесу виготовлення деталі вал, для поліпшення запропонованих технологічних процесів і у зв'язку із зміною типу виробництва були внесені наступні зміни в діючі технологічні процеси:

1. При отриманні заготовки деталі вал змінені (зменшені) припуски і допуски на обробку, в базовому проекті Квт= 0,69, а в проектному - Квт=0,88.

Проектowana заготовка куванням на пресах дозволяють економити використаний матеріал і зменшити час на механічну обробку.

2. Внесені наступні зміни в базовий технологічний процес валу:

- спроектowana заготовка, яка буде більш приближена до форми готової деталі, припуски та допуски зменшились, Квт збільшився;
- використовуються пневмопристосування;
- об'єднано декілька універсальних операцій в дві з використанням верстатів з ЧПУ.

3. Зроблена заміна устаткування на продуктивніше більш сучасне.

4. Зроблена заміна ріжучого інструменту на продуктивніший інструмент зі змінними пластинами, що сприяє збільшенню швидкості режимів різання, зменшенню часу на механічну обробку.

5. Обґрунтований інструмент для викінчувальної обробки.

					<i>КНУ.КБР.131.25.1-22.В</i>			
<i>Змін.</i>	<i>Аркуш</i>	<i>№ Документа</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>	<i>ВИСНОВКИ</i>			
<i>Розроб.</i>		<i>Чефранов</i>						
<i>Перевір.</i>		<i>Кіянницький</i>						
<i>Н. Контр.</i>		<i>Нечаєв</i>						
<i>Затверд.</i>		<i>Рязанцев</i>			<i>Кафедра ТМ гр. ПМ-21</i>			

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

- 1.С.Г. Бондаренко. Розмірні розрахунки механоскладального виробництва. – Київ, 1993.
- 2.ДСТУ 2413-94 Основні норми взаємозамінності. Шорсткість поверхні.
- 3.ДСТУ 2498-94 Основні норми взаємозамінності. Допуски форми та розташування поверхонь. Терміни та визначення
- 4.Методичні вказівки з курсу “Технологія машинобудування” до практичної роботи “Аналіз технологічності конструкції виробу та деталі при проектуванні технологічних процесів”, для здобувачів спеціальності 131 Прикладна механіка денної та заочної форми навчання /Цивінда Н.І. - Кривий Ріг: КНУ, 2024
5. ДСТУ 7505-89 Поковки сталеві штамповані
6. ДСТУ 7806:2015 Прокат з легованої конструкційної сталі
7. Боженко Л.І. Технологія машинобудування. Проектування та виробництво заготовок - Львів, Світ ,1996.
- 8.Дипломне проектування з технології машинобудування/ Григурко О.І, Брендюля МФ., Доценко С.М, Навчальний посібник. Львів., Новий світ-2008,- 860 с.
- 9.ДСТУ 3.1107-81. Базування та бази в машинобудуванні
10. Методичні вказівки з курсу “Технологія машинобудування” до практичної роботи “Аналіз технологічності конструкції виробу та деталі при проектуванні технологічних процесів”, для здобувачів спеціальності 131 Прикладна механіка денної та заочної форми навчання /Цивінда Н.І. - Кривий Ріг: КНУ, 2024
- 11.Руденко П.О. Проектування технологічних процесів у машинобудуванні. Навч. посібник - К.: Вища шк. 1993р. - 414с.
- 12.Кіяновський М.В., Цивінда Н.І., Цівко Ф.В. Довідник нормувальника машинобудівного виробництва. – Кривий Ріг: Видавничий центр КТУ, 2008.
- 13.Методичні вказівки з курсу ”Системи ЧПК та програмування обробки деталей” до практичної роботи ”Розробка верстатно-інструментального налагодження на верстати з ЧПК”, для здобувачів спеціальності 131 Прикладна механіка денної та заочної форми навчання / Цивінда Н.І., - Кривий Ріг: КНУ, 2019.
16. Технологія машинобудування Горбатюк Е.О. Мазур М.П.,Зенкін А.С., Каразей В.Д. Навчальний посібник. Львів., Новий світ-2008,-360 с.
17. Технологія обробки типових деталей (курсове проектування) Григурко О.І, Брендюля МФ., Доценко С.М, Навчальний посібник. Львів., Новий світ-2008, 576 с.

					КНУ.КБР.131.25.2-22.СВД					
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата						
Розроб.		Чефранов			СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ			Лім.	Арк.	Аркуші
Перевір.		Кіяновський								
Т.контр										
Н. Контр.		Нечаєв								
Затв.		Рязанцев								
					Кафедра ТМ гр.ПМ21					

- 18.Залога В. О. Сучасні інструментальні матеріали у машинобудуванні Суми: СумДУ, 2013.
- 19.Кузнецов Ю.М. Верстати з ЧПУ та верстатні комплекси. Частина 2.-К.-Тернопіль.ТОВ «ЗМОК» -ПП «Гнозіс», 2001.-298 с.
21. Дикань С.А. Безпека людини [Текст]: підручник для студ. вищ. закл. / С. А. Дикань, І. О. Іваницька. – Полтава: ТОВ «АСМІ», 2019. – 279 с.
- 22.А.І.Грабченко, М.В.Верезуб, Ю.М.Внуков, П.П.Мельничук, Г.М.Виговський Робочі процеси високих технологій у машинобудуванні /Під ред. Грабченко А.І.- Житомир: ЖДТУ, 2004.-451с.
- 23.Шкурупій В. Г. Системи технологій : навчальний посібник. Ч. 1 / В. Г. Шкурупій, Ф. В. Новіков, Ю. В. Шкурупій. – Х. : Вид. ХНЕУ, 2008. – 288 с.
24. Шкурупій В. Г. Системи технологій : навчальний посібник. Ч. 2 / В. Г. Шкурупій, Ф. В. Новіков, Ю. В. Шкурупій. – Х. : Вид. ХНЕУ, 2008. – 480 с.
- 25.Кіяновський М.В., Цивінда Н.І. Електрофізичні та електрохімічні методи обробки поверхонь деталей у машинобудуванні: [навчальний посібник]. – Кривий Ріг: Видавничий центр КТУ, 2011.- 412с.
- 26.ДСТУ ГОСТ 3.1127:2014. Єдина система технологічної документації. Загальні правила виконання текстових технологічних документів. (ГОСТ 3.1127-93, IDT).
- 27.ДСТУ ГОСТ 3.1128:2014. Єдина система технологічної документації. Загальні правила виконання графічних технологічних документів. (ГОСТ 3.1128-93, IDT).
- 28.ДСТУ 2974-95. Технологічне підготування виробництва. Основні терміни та визначення.
- 29.ДСТУ 2925-94. Якість продукції. Оцінювання якості. Терміни та визначення.
- 30.ДСТУ ГОСТ 3.1102:2014 Єдина система технологічної документації. Стадії розробки та види документів. Загальні положення).
- 31.ДСТУ ГОСТ 3.1105:2014 Єдина система технологічної документації. Форми та правила оформлення документів загального призначення
- 32.ДСТУ ГОСТ 2.308:2013 ЄСКД. Зазначення допусків форми та розміщення поверхонь (ГОСТ 2.308-2011, IDT).
- 33.Єдина система конструкторської документації НАНЕСЕННЯ РОЗМІРІВ І ГРАНИЧНИХ ВІДХИЛІВ (ГОСТ 2.307-2011, IDT) ДСТУ ГОСТ 2.307:2013
- 34.Методичні вказівки до виконання кваліфікаційної бакалаврської роботи для студентів спеціальності 131“Прикладна механіка ”Освітньо-професійної програми Прикладна механіка усіх форм навчання, Кривий Ріг: КНУ, 2024.

					КНУ.КБР.131.25.2-22.СВД	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

ДОДАТОК

Міністерство освіти і науки України
Криворізький національний університет
Факультет механічної інженерії та транспорту
Кафедра технологія машинобудування

**АЛЬБОМ КРЕСЛЕНЬ ТА ІНФОРМАЦІЙНО-ЗАСВІДЧУЮЧИХ
АРКУШІВ**

КВАЛІФІКАЦІЙНОЇ БАКАЛАВРСЬКОЇ РОБОТИ

зі спеціальності 131 – Прикладна механіка
освітньо-професійної програми «Прикладна механіка»

на тему: Конструкторсько-технологічна підготовка виготовлення
деталі «Вал» та обґрунтування параметрів ріжучих інструментів за
допомогою CAD/CAM/CAE систем

Проектував ст.гр. ПМ-21

Чефранов М.В.

Керівник роботи

д.т.н., проф. Кіяновський
М.В.

(підпис)

Нормоконтроль

/ к.т.н., доц. Нечаєв В.П. /

(підпис)

Завідувач кафедри

/ к.т.н., доц. Рязанцев А.О. /

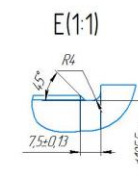
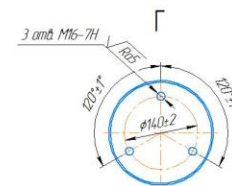
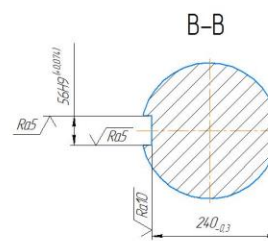
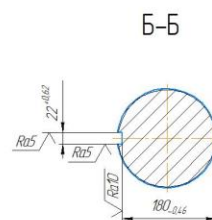
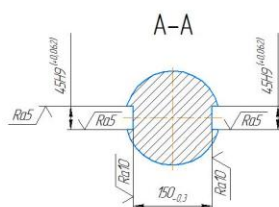
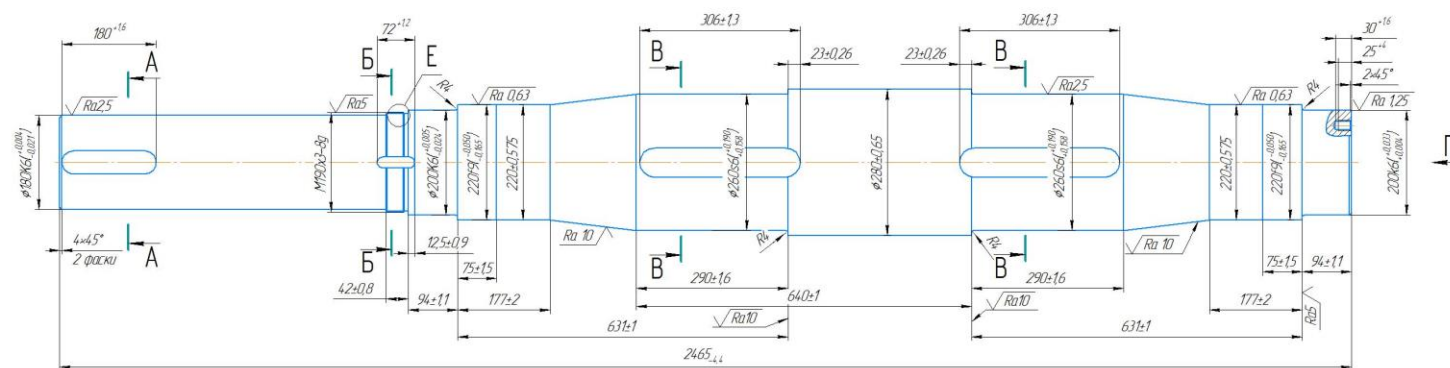
(підпис)

Кривий Ріг
2025 р

№ строки	Формат	Позначення	Назва	Кількість	Примітки		
1							
2							
3							
4							
5							
6							
7							
8							
9							
10							
11			Інформаційно — засвідчуючі аркуші				
12							
13	A1	КНУ.КБР.131.25.1-22. В	Вал	1			
14	A2	КНУ.КБР.131.25.1-22.. ВП	Вал (поковка)	1			
15	A1	КНУ.КБР.131.25.1-22. РАВ	Розмірний аналіз валу	1			
17	A1	КНУ.КБР.131.25.1-22. НТ	Налагодження технологічне	1			
19	A1	КНУ.КБР.131.25.1-22.. ПВСК	Пристрій верстатний	1			
20							
21							
22							
23							
24							
25							
26							
27							
28							
29							
30							
31							
32							
33							
				КНУ.КБР.131.25.122.В3А			
Зм	Літ	№ докум.	Підпис	Дата			
Розробив	Чефранов				Відомість інформаційно- засвідчуючих аркушів		
Керівник	Кіяновський						
Консулат.							
Н.контр.	Нечаєв						
Затвердив	Рязанцев						
					Літ	Лист	Листів
					Д Т	4	205
					Каф. техмаш Гр. ПМ-21		

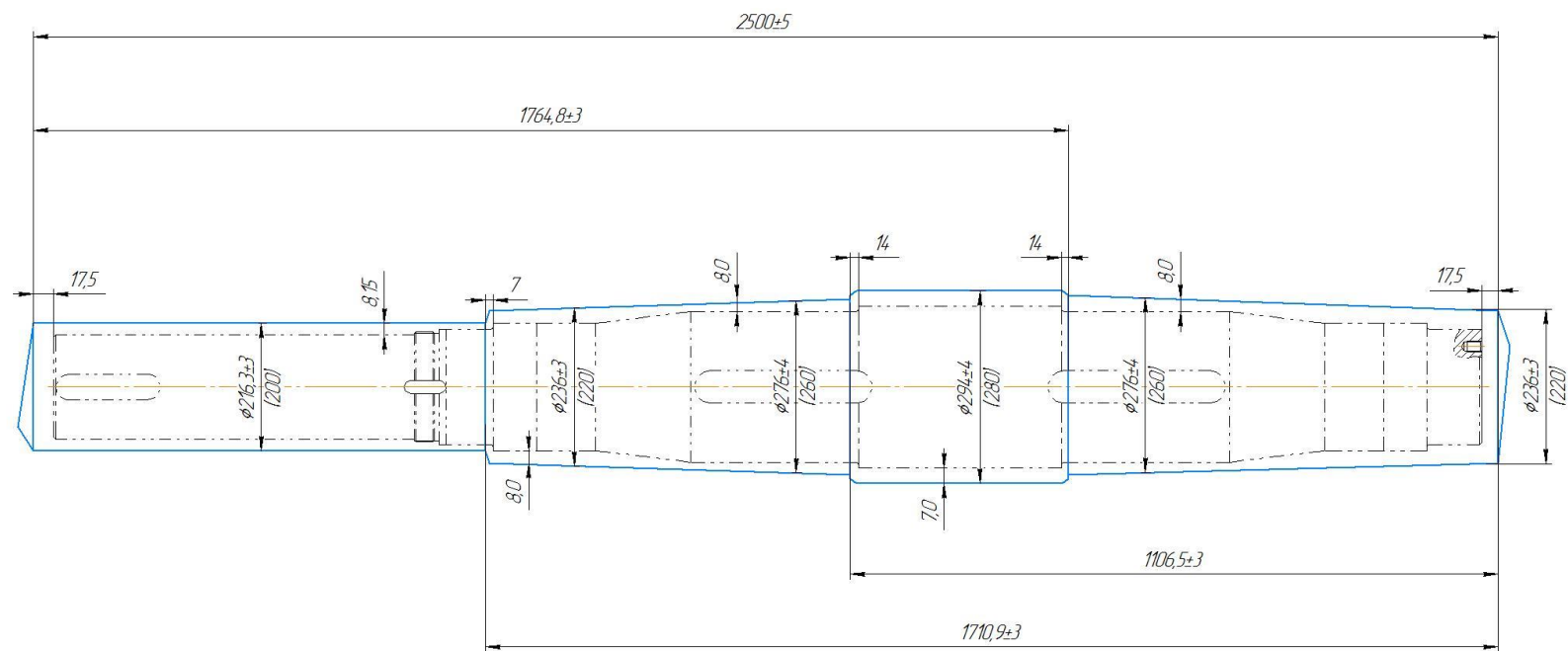
КНУ.КБР.131.25.1-22.В

√ Ra20 (√)



1.230...270 HB
2.Паковка Гр.И

КНУ.КБР.131.25.1-22.В				Лист 1		Листов 1	
Вал				917		14	
Сталь 45 ГОСТ 9789-2015				Корпус ТМ		2017М-21	
Корпус ТМ				Фигура А1			

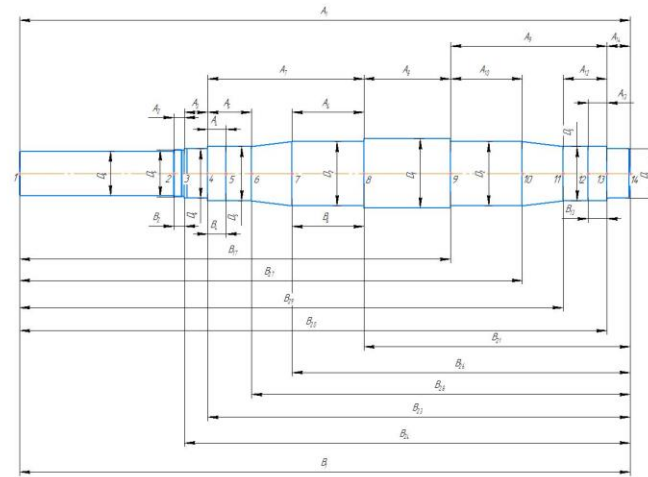
$\sqrt{Ra\ 50}$ 

1. Незазначенні граничні відхилення по ДСТУ 7829-70
2. Штаповочні нахили 7 мм
3. Незазначенні радіуси закруглень 5 мм

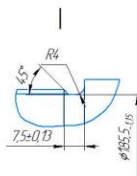
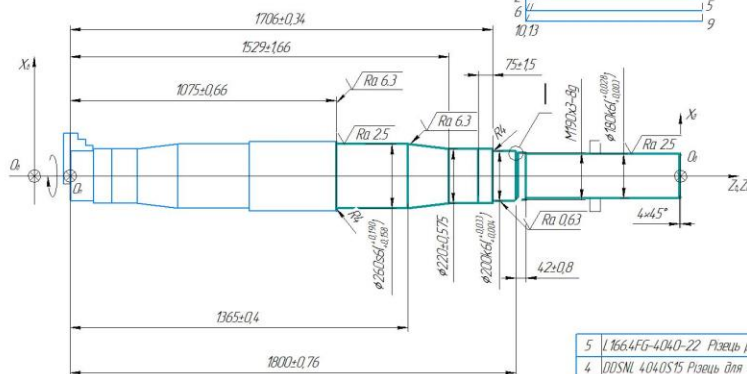
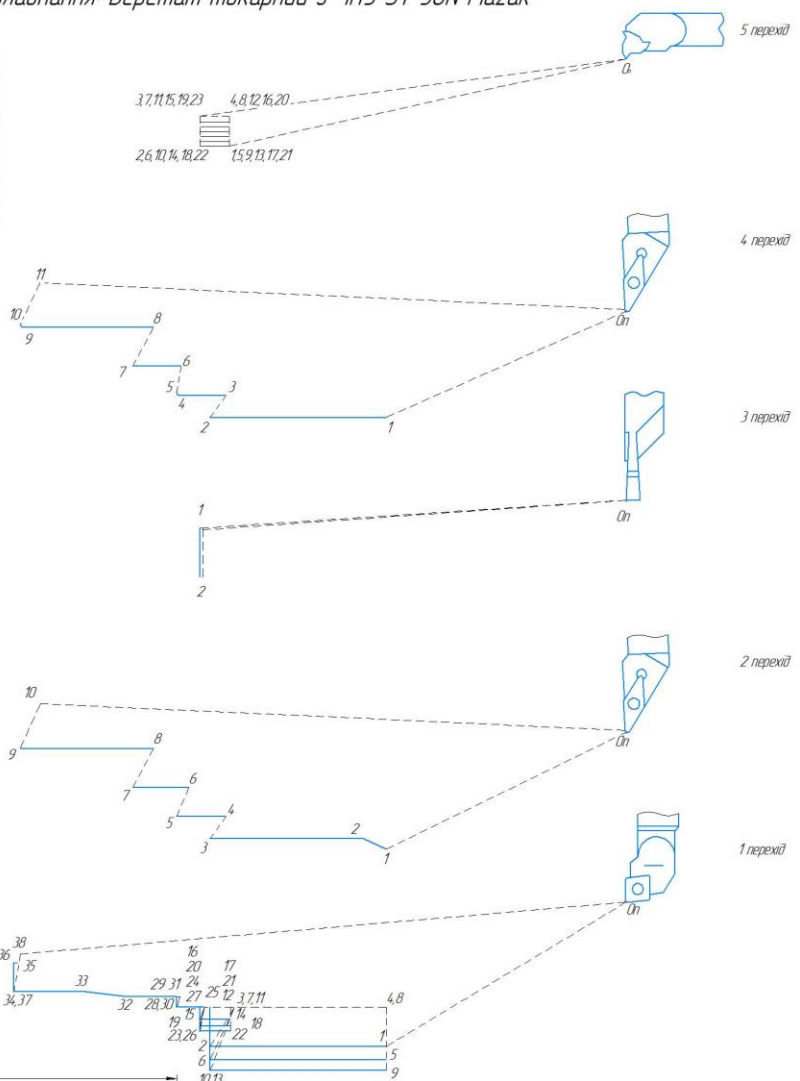
				КНУ.КБР.131.25.1-22.ВП							
				Вал (поковка)							
Изм./Лист	№ докум.	Изд.	Дата						Лист	Масса	Масштаб
Разработ.	Черновик								1	1043,6	1:4
Проб.	Князевский			Лист	Автомат	1					
Техникр.				Сталь 45 ГОСТ 47809-2015			Катедра ТМ гр.ТМ-21				
Исполн.	Нечусов										
Упр.	Разработ.			Копирован			Формат А2				

КНУКБР.131.25.1-22РАВ									
№ ст	Наименование детали	Обозначение	Опорный вид	Длина, мм	Нормативный припуск 274 мм	Опорный диаметр, мм	Нормативный припуск 265 мм		
1	Застебелка			$L1 = 40$ $L1' = 80$ $L1'' = 40$ $L1''' = 40$ $L1'''' = 10$ $L1''''' = 40$ $L1'''''' = 40$	—	$B1 = 274,40$ $B1' = 276,40$ $B1'' = 226,10$ $B1''' = 263,10$ $B1'''' = 200,50$ $B1''''' = 198,50$ $B1'''''' = 176,90$ $B1''''''' = 174,750$	—		
2	Розетка	Розеточный мед. 2656		$L2 = 60$ $L2' = 175$	—	$B2 = 157,10$ $B2' = 248,10$	$2B2' = 19,25$		
3	Токарик	Токарик мед. 1985		$L3 = 11$ $L3' = 60$ $L3'' = 148$ $L3''' = 148$ $L3'''' = 10$ $L3''''' = 17$ $L3'''''' = 27$ $L3''''''' = 25$ $L3'''''''' = 26$ $L3''''''''' = 132$ $L3'''''''''' = 68$ $L3''''''''''' = 17$	$227L3' = 13,65$ $227L3'' = 9,04$ $227L3''' = 9,35$ $227L3'''' = 9,0$ $227L3''''' = 10$ $227L3'''''' = 10$ $227L3''''''' = 10$ $227L3'''''''' = 10$ $227L3''''''''' = 10$ $227L3'''''''''' = 10$ $227L3''''''''''' = 10$ $227L3'''''''''''' = 10$	$B3 = 285,65$ $B3' = 267,40$ $B3'' = 227,10$ $B3''' = 207,40$ $B3'''' = 150,85$ $B3''''' = 129,41$ $B3'''''' = 129,41$ $B3''''''' = 129,41$ $B3'''''''' = 129,41$ $B3''''''''' = 129,41$ $B3'''''''''' = 129,41$ $B3''''''''''' = 129,41$ $B3'''''''''''' = 129,41$	$228L3' = 20,35$ $228L3'' = 16,52$ $228L3''' = 16,89$ $228L3'''' = 16,54$ $228L3''''' = 13,7$ $228L3'''''' = 13,7$ $228L3''''''' = 13,7$ $228L3'''''''' = 13,7$ $228L3''''''''' = 13,7$ $228L3'''''''''' = 13,7$ $228L3''''''''''' = 13,7$ $228L3'''''''''''' = 13,7$		
4	Розетка	Розеточный мед. 2656		$L4 = 17$ $L4' = 2,6$	—	$B4 = 145,10$ $B4' = 143,10$	$2B4' = 19,2$		
5	Токарик з ЧНВ	Токарик з ЧНВ мед. ST 50N Mazak		$L5 = 0,002$ $L5' = 0,005$ $L5'' = 0,009$ $L5''' = 1,0$ $L5'''' = 6,5$ $L5''''' = 2,7$ $L5'''''' = 2,5$ $L5''''''' = 1,5$	$227L5' = 6,802$ $227L5'' = 6,805$ $227L5''' = 6,806$ $227L5'''' = 6,805$ $227L5''''' = 6,805$ $227L5'''''' = 6,805$ $227L5''''''' = 6,805$ $227L5'''''''' = 6,805$ $227L5''''''''' = 6,805$ $227L5'''''''''' = 6,805$ $227L5''''''''''' = 6,805$ $227L5'''''''''''' = 6,805$	$B5 = 260,219$ $B5' = 220,219$ $B5'' = 220,219$ $B5''' = 220,219$ $B5'''' = 220,219$ $B5''''' = 220,219$ $B5'''''' = 220,219$ $B5''''''' = 220,219$ $B5'''''''' = 220,219$ $B5''''''''' = 220,219$ $B5'''''''''' = 220,219$ $B5''''''''''' = 220,219$ $B5'''''''''''' = 220,219$	$228L5' = 7,29$ $228L5'' = 7,5$ $228L5''' = 7,427$ $228L5'''' = 7,427$ $228L5''''' = 7,427$ $228L5'''''' = 7,427$ $228L5''''''' = 7,427$ $228L5'''''''' = 7,427$ $228L5''''''''' = 7,427$ $228L5'''''''''' = 7,427$ $228L5''''''''''' = 7,427$ $228L5'''''''''''' = 7,427$		
6	Токарик з ЧНВ	Токарик з ЧНВ мед. ST 50N Mazak		$L6 = 0,002$ $L6' = 0,005$ $L6'' = 0,009$ $L6''' = 1,0$ $L6'''' = 6,5$ $L6''''' = 2,7$ $L6'''''' = 2,5$ $L6''''''' = 1,5$	$227L6' = 6,802$ $227L6'' = 6,805$ $227L6''' = 6,806$ $227L6'''' = 6,805$ $227L6''''' = 6,805$ $227L6'''''' = 6,805$ $227L6''''''' = 6,805$ $227L6'''''''' = 6,805$ $227L6''''''''' = 6,805$ $227L6'''''''''' = 6,805$ $227L6''''''''''' = 6,805$ $227L6'''''''''''' = 6,805$	$B6 = 260,219$ $B6' = 220,219$ $B6'' = 220,219$ $B6''' = 220,219$ $B6'''' = 220,219$ $B6''''' = 220,219$ $B6'''''' = 220,219$ $B6''''''' = 220,219$ $B6'''''''' = 220,219$ $B6''''''''' = 220,219$ $B6'''''''''' = 220,219$ $B6''''''''''' = 220,219$ $B6'''''''''''' = 220,219$	$228L6' = 7,29$ $228L6'' = 7,5$ $228L6''' = 7,427$ $228L6'''' = 7,427$ $228L6''''' = 7,427$ $228L6'''''' = 7,427$ $228L6''''''' = 7,427$ $228L6'''''''' = 7,427$ $228L6''''''''' = 7,427$ $228L6'''''''''' = 7,427$ $228L6''''''''''' = 7,427$ $228L6'''''''''''' = 7,427$		

Комплекс конструкторських та технологічних розмірів



КНУКБР.131.25.1-22.ВН.20.3А



5	L1664FG-4040-22 Резець розвідний	3,0	3,0	600	120	200	0,42	204
4	DSM1 4040S15 Резець для чистової обробки	4,0	0,1	150	1036	1500	6,2	
3	N15-120-20-45 Резець для чистової обробки	2,25	0,2	220	640,7	1100	0,05	
2	DSM1 4040S15 Резець для чистової обробки	4,0	0,2	220	684	1100	4,1	
1	PC1N1 4040S25 Резець для чернотної обробки	6,0	0,4	200	361	500	9,6	
N°	Ріжучий інструмент	L mm	W mm	S mm ²	V m/min	U m/min	f_s mm/min	T_m min

[illegible]

[illegible]