

**ЗАКЛАД ВИЩОЇ ОСВІТИ УКРАЇНИ
«Сумський державний університет»**

Факультет технічних систем та енергоефективних технологій
(повне найменування інституту, назва факультету (відділення))

Кафедра технології машинобудування, верстатів та інструментів
(повна назва кафедри (предметної, циклової комісії))

Пояснювальна записка

до кваліфікаційної роботи (проекту)

перший (бакалаврський)
(освітньо-науковий рівень)

на тему «Проектування технологічного процесу виготовлення
валу 23.01.15.01-08»

Виконав: студент IV курсу, групи ТМ-81-0
спеціальності: _____

131 «Прикладна механіка»

(шифр і назва спеціальності)

освітньої програми: _____

«Технології машинобудування»

(назва освітньої програми)

Давид СНИГІРЬОВ

(ім'я та ПРІЗВИЩЕ)

Керівник _____

Віталій КОЛЕСНИК

(ім'я та ПРІЗВИЩЕ)

Рецензент _____

Артем ЄВТУХОВ

(ім'я та ПРІЗВИЩЕ)

ЗАКЛАД ВИЩОЇ ОСВІТИ УКРАЇНИ
«Сумський державний університет»

Інститут, факультет	<i>технічних систем та енергоефективних технологій</i>
Кафедра	<i>технології машинобудування, верстатів та інструментів</i>
Освітньо-науковий рівень	<i>перший (бакалаврський)</i> (назва)
Спеціальність	<i>131 «Прикладна механіка»</i> (шифр і назва)
Освітня програма	<i>«Технології машинобудування»</i> (назва освітньої програми, за наявності)

ЗАТВЕРДЖУЮ

Завідувач кафедри технології
машинобудування, верстатів та
інструментів

_____ *Віталій ІВАНОВ*

«___» _____ 2022 року

ЗАВДАННЯ
ДО КВАЛІФІКАЦІЙНОЇ РОБОТИ (ПРОЕКТУ) СТУДЕНТУ

Снігірьов Давид Олексійович
(прізвище, ім'я, по батькові)

1. Тема проекту (роботи) *Проектування технологічного процесу виготовлення валу 23.01.15.01-08.*

керівник проекту *Колесник Віталій Олександрович, старший викладач кафедри*
(прізвище, ім'я, по батькові, науковий ступінь, вчене звання)

затверджені наказом вищого навчального закладу від «13» квітня 2022 року № 0245-VI

2. Строк подання студентом роботи (проекту) «01» червня 2022 року

3. Вихідні дані до роботи (проекту)

3.1 Робоче креслення деталі «вал 23.01.15.01-08».

3.2 Річний обсяг випуску деталей – 13200 шт.

3.3 Базовий технологічний процес виготовлення деталі «вал 23.01.15.01-08».

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

4.1 Аналіз службового призначення машини, вузла, деталі

4.2 Аналіз технічних вимог на виготовлення деталі

4.3 Визначення типу виробництва та форми організації робіт

4.4 Аналіз технологічності конструкції деталі

4.5 Вибір способу отримання вихідної заготовки, розроблення технічних вимог на її виготовлення

4.6 Аналіз базового технологічного процесу виготовлення деталі

4.7 Проектування верстатного пристрою для установки заготовки

4.8 Охорона праці та безпека у надзвичайних ситуаціях

5. Зміст графічної частини (перелік креслень, які потрібно розробити)

5.1 Креслення вихідної заготовки

5.2 Креслення маршрутного технологічного процесу виготовлення деталі

5.3 Креслення операційного налагодження

5.4 Креслення верстатного пристрою

6. Інша конструкторська та технологічна документація

Комплект документів на технологічний процес виготовлення деталі «вал 23.01.15.01-08»

5. Консультанти розділів роботи (проєкту)

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

6. Дата видачі завдання «___» _____ 2022 року

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

№ з/п	Назва етапів дипломного проєкту (роботи)	Строк виконання етапів проєкту (роботи)	Примітка
1	Технологічна частина	10.05.2022	
2	Охорона праці та безпека у надзвичайних ситуаціях	16.05.2022	
3	Оформлення пояснювальної записки	21.05.2022	
4	Оформлення комплекту технологічної документації	24.05.2022	
5	Оформлення креслень та презентації	30.05.2022	

Студент

(підпис)

Давид ШІГІРЬОВ

(ім'я та ПРІЗВИЩЕ)

Керівник роботи (проєкту)

(підпис)

Віталій КОЛЕСНИК

(ім'я та ПРІЗВИЩЕ)

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ

Сумський державний університет

Кафедра технології машинобудування, верстатів та інструментів

ЗАТВЕРДЖУЮ

Завідувач кафедри

_____ *Віталій ІВАНОВ*

«___» червня 2022 р.

**ПРОЕКТУВАННЯ ТЕХНОЛОГІЧНОГО ПРОЦЕСУ ВИГОТОВЛЕННЯ
«ВАЛУ 23.01.15.01-08»**

Кваліфікаційна робота (проект) бакалавра

Спеціальність – 131 «Прикладна механіка»

Освітня програма – «Технології машинобудування»

Студент

Давид СНІГІРЬОВ

Керівник

Віталій КОЛЕСНИК

Нормоконтроль

Артем ЄВТУХОВ

ЗМІСТ

Вступ.....	6
1 Аналіз службового призначення. опис конструктивних особливостей деталей та умов експлуатації	8
2 Аналіз технічних вимог на виготовлення деталі	10
3 Визначення типу виробництва та організаційних умов роботи.....	12
4 Аналіз технологічності конструкції деталі	13
5 Вибір способу одержання заготовки та розроблення технічних вимог до неї.....	15
6 Аналіз існуючого чи типового технологічного процесу	18
6.1 Розрахунок припусків на механічну обробку	19
6.2 Аналіз та обґрунтування схеми базування та закріплення заготовки.....	21
6.3 Обґрунтування вибору металорізальних верстатів	24
6.4 Обґрунтування вибору верстатних пристроїв: металорізального та вимірювального інструментів.....	24
6.5 Розрахунок режимів різання	25
6.6 Технічне нормування операцій.....	32
7 Проектування верстатного пристрою	34
Висновки	46
Перелік джерел посилань	47

					ТМ 20510134-00-ПЗ		
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата			
Розроб.		Снігірьов Д.О.			Літ.	Арк.	Акрушів
Перевір.		Колесник В.О.				5	47
Реценз.					СумДУ ТМ-81-0		
Н.Контр.		Свтухов А.В.					
Затверд.		Іванов В.О.					
Проектування технологічного процесу виготовлення деталі							

ВСТУП

Машинобудування, що поставляє нову техніку у всіх галузях народного господарства, визначає технічний прогрес країни і робить вирішальний вплив на створення матеріальної бази нового суспільства.

Технологія машинобудування - наука про виготовлення машин потрібної якості, потрібної кількості, в задані терміни з найменшими витратами праці - тобто з мінімальною собівартістю. З переходом України на ринкові відносини різко зросла потреба народного господарства в якісній, надійній, конкурентоспроможній продукції, що виготовляється в машинобудуванні та інших галузях промисловості. Основні проблеми машинобудівного комплексу України пов'язані із необхідністю розвитку економічних зв'язків у постачанні комплектуючих, втратою традиційних ринків збуту продукції, орієнтацією підприємств на випуск продукції військового призначення, а також технічною відсталістю і низькою, порівняно з міжнародними стандартами, якістю виробів.

Для отримання якісної, конкурентоспроможної продукції на підприємстві впроваджується передові технології і високопродуктивне, прогресивне обладнання. Курсовий проект містить в собі розробку технологічного процесу деталі «Вал» 23.01.15.01-08. Вихідними даними для курсового проекту служать креслення деталі, базовий техпроцес, програма річного випуску деталі. Машинобудування гостро потребує припливу інвестицій. Брак інвестицій у машинобудівну галузь пояснюється високим зносом основних фондів і збільшенням податкового навантаження на підприємства з боку держави.

Задля підвищення ефективності діяльності машинобудівного комплексу та вирішення вищезазначених проблем важливим є проведення таких заходів:

– використання новітнього обладнання та технологій для проектування нової продукції, тобто прискорити інноваційних розвиток;

					ТМ 20510134-00-ПЗ	Арк.
						6
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

– створювати стратегічні альянси підприємств, що будуть виробляти високоефективну продукцію із застосуванням сучасних енерго- та ресурсозберігаючих технологій;

– шляхом налагодження зв'язків із закордонними компаніями та активізації зовнішньоекономічної діяльності українських машинобудівних компаній розвивати експортний потенціал галузі;

– поліпшити матеріально-технічне забезпечення підприємств, провести переоснащення машинобудівного комплексу;

– провести реконструкцію більшої частини машинобудівних підприємств та закриття тих, що є збитковими та нерентабельними.

Деталь, на яку розробляється технологічний процес - «Вал» 23.01.15.01-08 входить о відцентрового насосу для перекачування палива для різних типів двигунів, що випускаються СНТ м. Суми і продаються на Україні, країнам СНД, а також країнам, що розвиваються. Насоси різного призначення і потужності купувалися, як комплектуючі, давно і займали в машинобудуванні значну частку, приносячи прибуток постачальникам. Розробка нового технологічного процесу пов'язана з введенням нового, для СНТ прогресивного обладнання, що дозволить зменшити собівартість виробів, збільшити прибуток, зменшити залежність від постачальників, і розширити ринки продажів виробів, що випускаються на підприємстві.

					ТМ 20510134-00-ПЗ	Арк.
						7
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

1 АНАЛІЗ СЛУЖБОВОГО ПРИЗНАЧЕННЯ. ОПИС КОНСТРУКТИВНИХ ОСОБЛИВОСТЕЙ ДЕТАЛЕЙ ТА УМОВ ЕКСПЛУАТАЦІЇ

Виріб до якого входить деталь типу «вал» – Корпус є насос відцентровий.

Відцентрові насоси відносяться до групи насосного обладнання лопатевого типу, а працюють вони за рахунок обертання лопатей і створюваної ними відцентрової сили, звідси і береться їх назва.

Насоси відцентрові типів ЦН160 / 112 і ЦН90 / 100 і агрегати електронасосні на їх основі (надалі - агрегати) призначені для перекачування палива для реактивних двигунів по ГОСТ 10227-2013, ГОСТ 12308-2013 в чистому вигляді або з проти водокристалізаційними рідинами до 0,3% по масі (ТГФ - ГОСТ 17477-86, ТГФМ - ТУ6-10-1457-79, І - ГОСТ 8313-88 і І-М ТУ 6-10-1458-79, автомобільних бензинів ГОСТ 2084-77, авіаційних бензинів ГОСТ 1012-2013 і дизельних палив ГОСТ 305-2013), а також води і інших рідин, схожих з водою по в'язкості і хімічній активності.

Робочий механізм відцентрованих насосів є колесо з лопатями, закріплене на спеціальному валу всередині корпусу. У корпусі є два отвори для закачування і відкачування рідини. Електродвигун, часто поєднаний з корпусом за допомогою муфти, що працює в якості приводу. За рахунок обертання колеса, рідина переміщується від його центру до країв, при цьому ближче до центру створюється підвищений тиск, а на периферії – низька. При цьому рідина, з боку підводного отвору всмоктується в центр колеса, а з іншого боку вона виштовхується в трубопровід.

Насоси відносяться до відновлюваних виробів виду 1 ГОСТ 27.003-90. Насоси та агрегати розроблені з урахуванням вимог безпеки, що визначаються ГОСТ 31839-2012.

Насоси відповідають вимогам ТР ТЗ 010/2011 і ТР ТЗ 012/2011 та призначені для установки у вибухонебезпечних і пожежонебезпечних приміщеннях.

					ТМ 20510134-00-ПЗ	Арк.
						8
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Вибухозахищене обладнання - група II по, рівень вибухозахисту Gb-«Високий», вид вибухозахисту «с» -захист конструкційної безпекою по ГОСТ 31441.1-2011 і ГОСТ 31441.5-2011.

Насоси та агрегати призначені для районів з сейсмічною активністю до 7 балів включно за шкалою MSK-64.

Умовні позначення насосів (агрегатів), позначення основного конструкторського документа і повна розшифровка умовного позначення наведені в таблиці 2.

Приклад умовного позначення насоса:

ЦН160 / 112а-Е-т-1-Ех У2 ТУ26-06-1640-91.

ЦН - відцентровий;

160 - подача, м³ / год (в номінальному режимі при номінальній частоті обертання, для основного виконання по діаметру робочого колеса);

112 - натиск, м (в номінальному режимі при номінальній частоті обертання, для основного виконання по діаметру робочого колеса);

"А", "б", "в" - індекс обточування робочого колеса ("а" і "б" - зменшені, "в" - спеціальна обточування колеса для паливозаправників), без індексу - колесо основного діаметра;

Е - корпусні деталі з вуглецевої сталі, без позначення - сірий чавун (СЧ25);

т - одинарне торцеве ущільнення з допоміжним, тд – подвійне торцеве ущільнення, без позначення - одинарне торцеве 7АР45В-К;

1, 2, 3 - конструктивне виконання насоса, де 1 - патрубки нижче осі насоса, шліцьовий кінець валу; 2 - патрубки вище осі насоса, шліцьовий кінець валу; 3 - патрубки вище осі насоса, шпонкові кінець валу; без індексу - патрубки нижче осі насоса, шпонкові кінець валу;

Ех - для насосів (агрегатів), призначених для експлуатації в вибухо- і пожежонебезпечних виробництвах;

У2, Т2 або У3.1 - кліматичне виконання і категорія розміщення.

					ТМ 20510134-00-ПЗ	Арк.
						9
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

2 АНАЛІЗ ТЕХНІЧНИХ ВИМОГ НА ВИГОТОВЛЕННЯ ДЕТАЛІ

Деталь являє собою тіло обертання з відношенням $\frac{l}{d} = \frac{1478}{77} = 19,194$, виготовлена зі Сталі 40х ГОСТ 4543-71

Маса деталі – 34 кг.

Матеріал – Сталь 40Х ГОСТ 4543-01.

Найбільш точною поверхнею(ми) деталі є : зовнішні циліндр d60h6, d65h6

Показники технологічності діляться на якісні та кількісні.

До якісних показників відносяться наступні фактори:

- Матеріал деталі;
- Простановка розмірів;
- Жорсткі вимоги до форми та розташування;
- Наявність других базових поверхонь;
- Альтернативні методи одержання заготовки;
- Нетехнологічні конструктивні елементи.

До кількісних показників технологічності відносяться:

- Коефіцієнт точності K_T ;
- Коефіцієнт шорсткості $K_{ш}$;
- Коефіцієнт використання заготовки I_3 .
- Собівартість;
- Коефіцієнт уніфікації.

Технологічною вважається та конструкція, обробка якої можлива з максимальною продуктивністю праці і мінімальною собівартістю.

Проставлення розмірів виконано відповідно до ДСТУ, що забезпечує легке читання креслення, вільне виконання і контроль розмірів в процесі механічної обробки. Для виготовлення даної деталі був обраний матеріал Сталь 40Х ГОСТ 4543-71. Хімічний склад сталі наведений в таблиці 2.1, механічні властивості - в таблиці 2.2, 2.3.

Конструкційну леговану сталь марки 40Х використовують при виробництві деталей підвищеної міцності (осі, вали, вал-шестерні, плунжери, штоки, колінчаті і

					ТМ 20510134-00-ПЗ	Арк.
						10
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

кулачкові вали, кільця, шпинделі, оправлення, рейки, губчаті вінці, болти, пів-осі, втулки та інші).

Таблиця 2.1 - Хімічний склад сталі 40Х, у відсотках

C	Si	Mn	Ni	S	P	Cr	Cu	Fe
0,36 - 0,44	0,17 - 0,37	0,5 - 0,8	до 0,3	до 0,035	до 0,035	0,8 - 1,1	до 0,3	~97

Таблиця 2.2 - Механічні властивості сталі, при T=20 °C

Режим термічної обробки	Загартування	Температура, °C	860
		Середа охолодження	Масло
	Відпустку	Температура, °C	500
		Середа охолодження	Вода або масло
Механічні властивості, не менше	Межа текучості σ_T , Н/мм ²		785
	Тимчасовий опір σ_B Н/мм ²		980
	Відносне подовження δ_5 , %		10
	Відносне звуження, Ψ , %		45
	Ударна в'язкість КСУ, Дж/см ²		59
Розмір перетину заготовок для термічної обробки (діаметр кола або сторона квадрата), мм			25

Механічні властивості:

Межа текучості σ_T , Н/мм² (кгс/мм²), не менше — 785(80);

Тимчасовий опір σ_B Н/мм² (кгс/мм²), не менше — 980(100);

Відносне подовження δ_5 , %, не менше — 10;

Відносне звуження, Ψ , %, не менше - 45;

Ударна в'язкість КСУ, Дж/см² (кгс*м/см²), не менше — 59(6);

Таблиця 2.3 - Технологічні властивості

Зварюваність:	Важко зварювальна
Флокеночутливість :	Чутлива
Схильність до відпускнуої крихкості:	Схильна

					ТМ 20510134-00-ПЗ	Арк.
						11
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

3 ВИЗНАЧЕННЯ ТИПУ ВИРОБНИЦТВА ТА ОРГАНІЗАЦІЙНИХ УМОВ РОБОТИ

Тип виробництва і відповідна йому форма організації робіт визначає характер технологічного процесу і його побудова.

Виходячи з річної програми випуску $N = 13200$ шт. і маси деталі 34 кг визначається тип виробництва, в якому виготовляється деталь - середньосерійному - по [3 с.24, таблиця 3.1].

Середньо-серійне виробництво характеризується обмеженою номенклатурою виробів, що виготовляються або ремонтуються, періодично повторюваними партіями і порівняно великим обсягом випуску і є основним типом сучасного машинобудівного виробництва. Підприємствами цього типу випускається в даний час 75-80% всієї продукції машинобудування України. За технологічним та виробничим характеристикам середнє серійне виробництво займає проміжне місце між одиничним і масовим виробництвом.

У середньо-серійному типі виробництва використовуються універсальні і спеціалізовані, частково спеціальні верстати, які розташовуються в послідовності технологічного процесу для однієї або декількох деталей, що вимагають однакового порядку обробки, в тій же послідовності утворюється і рух деталей. Виробництво йде партіями, причому деталі кожної партії можуть дещо відрізнятися одна від одної розмірами або конструкцією, допускають обробку на одному і тому ж обладнанні. Виробничий процес ведеться таким чином, що після виконання обробки заготовок на одній операції проводиться обробка цієї ж партії на наступній операції.

При середньо-серійному типі виробництва широко використовуються верстати з числовим програмним управлінням, обробні центри, а так само знаходять застосування гнучкі автоматичні системи верстатів з ЧПУ. Переналагодження верстатів, пристосувань і інструментів, а також перебудова виробничого процесу при переході на обробку інших різновидів подібних деталей забезпечуються попередньої технологічної підготовкою.

Середня кваліфікація робітників при середньо-серійному типі виробництва вище, ніж в масовому виробництві, але нижче, ніж в одиничному. Поряд з робітниками високої кваліфікації, які працюють на складних універсальних верстатах, і налагоджують використовуються робітники-оператори невисокої кваліфікації, що працюють на настроєних верстатах.

					ТМ 20510134-00-ПЗ	Арк.
						12
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

4 АНАЛІЗ ТЕХНОЛОГІЧНОСТІ КОНСТРУКЦІЇ ДЕТАЛІ

На цьому валу присутні такі нетехнологічні елементи. Насамперед нетехнологічними конструктивними елементами є: канавки, що зменшують міцність валу на згинання, закриті шпонкові пази, перепад діаметрів що зменшує міцність валу. Присутні також 2 конуси, та ускладненні центрові отвори, для виготовлення потребується спеціальний інструмент, котрий ускладнює виготовлення, що перетікає в підвищення ціни. Не зважаючи на ці неконструктивні елементи, які мають жорсткі допуски та дуже точні розміри з високим квалітетом, деталь типу вал також має різну ступінь гартування, що робить її ще більш нетехнологічною.

Аналіз технологічності по кількісним показникам

Коефіцієнт точності

$$K_T = 1 - \left(\frac{1}{A_{cp}} \right), \quad (4.1)$$

де A_{cp} - середнє арифметичне значення коефіцієнта точності всієї деталі;

$$A_{cp} = \frac{6 * 8 + 9 * 8 + 8 * 2 + 40 * 14}{58} = 12,$$

$$K_T = 1 - \left(\frac{1}{12,033} \right) = 0,916.$$

Коефіцієнт шорсткості:

$$K_{ш} = \frac{1}{B_{cp}} \quad (4.2)$$

де B_{cp} – арифметичне значення шорсткості всіх поверхонь по Ra

$$B_{cp} = \frac{1,6*3+0,4*2+0,8*5+6,3*16+12,5*4+3,2*28}{58} = 4,31.$$

$$K_{ш} = \frac{1}{B_{cp}} = 0,258.$$

					ТМ 20510134-00-ПЗ	Арк.
						13
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Таблиця 4.1 - Характеристика поверхонь

Характер поверхні розмір	Кількість	Точність	Якість	Інші вимоги
Зовнішні:				
d50	1	m6	Ra1.6	↗ 0.02 M
d55	2	d8	Ra0.4	↗ 0.03 M
d60	2	h6	Ra0.8	↗ 0.03 M
d65	1	h6	Ra0.8	
d77	1	IT14	Ra12.5	
d50	1	h6	Ra3.2	
d30	1	h6	Ra3.2	
d50	1	IT14	Ra3.2	
Лінійні:				
11478	1	IT14	Ra12.5	
145	1	IT14	Ra3.2	
1170	1	IT14	Ra3.2	
130	2	IT14	Ra3.2	
180	1	IT14	Ra3.2	
1358	1	IT14	Ra1.6	↗ 0.02 M
1465	1	IT14	Ra3.2	↗ 0.02 M
1485	1	IT14	Ra1.6	↗ 0.02 M
1227	1	IT14	Ra3.2	
11.3	1	IT14	Ra3.2	
Інші:				
Отвори	2 отв. d6.3	IT14	Ra0.8	
Фаски 1x45 ⁰	1	IT14	Ra3.2	
Паз b6	2	IT14	Ra12.5	
Паз b14	1	N9	Ra6.3	
Паз b10	5	N9	Ra6.3	
Паз b5	2	N9	Ra6.3	
Паз b8	1	IT14	Ra3.2	
Канавка d46, 112	1	IT14	Ra3.2	
Канавка d57, 15	1	IT14	Ra3.2	
Галтель:				
R1.6	2	IT14	Ra3.2	
R0.5	2	IT14	Ra3.2	
R1	4	IT14	Ra3.2	
R0.25	6	IT14	Ra3.2	
R0.16	2	IT14	Ra6.3	
Конус 60 ⁰	1	IT14	Ra3.2	
Кут 45 ⁰	4	IT14	Ra3.2	
Різьба M60x2	2	8g	Ra3.2	

A_{заг}=696B_{заг}=250

Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата

TM 20510134-00-ПЗ

Арк.

14

5 ВИБІР СПОСОБУ ОДЕРЖАННЯ ЗАГОТОВОКИ ТА РОЗРОБЛЕННЯ ТЕХНІЧНИХ ВИМОГ ДО НЕЇ

Основні способи виробництва заготовок - лиття, обробка тиском, зварювання. Спосіб отримання тієї чи іншої заготовки залежить від службового призначення деталі і вимог, пред'явлених до неї, від її конфігурації і розмірів, виду конструкційного матеріалу, типу виробництва та інших чинників [4 с. 21].

Одну і ту ж деталь можна виготовити з заготовок, отриманих різними способами. Одним з основоположних принципів вибору заготовки є орієнтація на такий спосіб виготовлення, який забезпечить їй максимальне наближення до готової деталі. В цьому випадку істотно скорочується витрата металу, обсяг механічної обробки і виробничий цикл виготовлення деталі. Однак при цьому в заготівельному виробництві збільшуються витрати на технологічне обладнання та оснащення, їх ремонт та обслуговування. Тому при виборі способу отримання заготовки слід проводити техніко-економічний аналіз двох етапів виробництва - заготівельного і механообробного.

Вибір оптимального способу виробництва заготовок здійснюють шляхом зіставлення техніко-економічних показників розглянутих технологічних варіантів. Завдання полягає в тому, щоб визначити, який з порівнюваних варіантів економічно більш доцільний.

Прокат застосовують в тих випадках, коли конфігурація деталі близько відповідає будь-якого виду сортового матеріалу (круглого, шестигранного, квадратного, прямокутного). Широко використовують також гарячекатані безшовні труби різної товщини і діаметра, а також профільний прокат (кутова сталь, швелери, балки).

У базовому технологічному процесі заготовку отримували з круглого прокату, шляхом відрізання прутка з розмірами $\varnothing 80 / 1551$. на стрічко пильному верстаті . Перевага цього способу отримання заготовки - дешевизна і простота. Однак, точність отримання заготовок низька, виходять великі припуски і напуски, і як наслідок, низькі коефіцієнти використання заготовки і матеріалу.

					ТМ 20510134-00-ПЗ	Арк.
						15
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Маса заготовки визначається за формулою:

$$m_3 = v * \rho, \quad (5.1)$$

де ρ – густина ст 40х, $\rho=7820 \text{ кг/м}^3$;
 V – об'єм заготовки, м^3 .

Об'єм заготовки визначається як об'єм геометричного тіла:

$$V = \pi r^2 * h, \quad (5.2)$$

$$V = \pi * 40^2 * 1551 = 0,00779 \text{ м}^3,$$

Тоді маса заготовки дорівнює

$$m_3 = 0,00779 * 7820 = 60,9 \text{ кг},$$

Коефіцієнт використання заготовки визначається за формулою:

$$K_3 = \frac{m_d}{m_3}, \quad (5.3)$$

де m_d – маса деталі $m_d = 34 \text{ кг}$,

$$K_3 = \frac{34}{60,9} = 0,56.$$

Коефіцієнт використання матеріалу визначається за формулою:

$$K_{\text{и.м}} = \frac{m_d}{m_3 + m_{\text{опз}}}, \quad (5.4)$$

де $m_{\text{опз}}$ – маса відходів виробництва заготовки, для поковок штампованих

Пропонований метод отримання заготовки.

Залежно від матеріалу деталі, типу виробництва, розмірів і конфігурації деталі по [6 с.138, таблиця 21], пропонований метод отримання заготовки: поковка штампована на горизонтально-кувальних машинах (ГКМ).

Горизонтально-кувальні машина являє собою механічний кривошипний штампувальний прес, який має роз'ємну матрицю, одна частина якої є рухомий - затискної. Штампування виконується за кілька переходів в окремих струмках, осі яких розташовані одна над іншою. Кожен перехід здійснюється за один робочий хід повзуна. Здійснюються операції: висадка, прошивка, пробивка. За один перехід можна висадити виступає з затискної частини матриці кінець прутка тільки в тому випадку, якщо його довжина не перевищує трьох діаметрів. При більшій довжині

					ТМ 20510134-00-ПЗ	Арк.
						16
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

можливий вигин заготовлі, тому попередньо необхідно провести набір металу. Набір металу здійснюється в порожнині пуансона, якій надають конічну форму. В якості вихідної заготовки використовують прутки круглого або квадратного перетину, трубний прокат. Штамнують поковки: стрижні з потовщеннями і глухими отворами, кільця, трубчасті деталі з наскрізними і глухими отворами. Так як штамп складається з трьох частин. то напуски на поковки і штампувальні ухили малі або відсутні. До недоліків горизонтально-кувальних машин слід віднести їх малу універсальність і високу вартість.

					ТМ 20510134-00-ПЗ	Арк.
						17
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

6 АНАЛІЗ ІСНУЮЧОГО ЧИ ТИПОВОГО ТЕХНОЛОГІЧНОГО ПРОЦЕСУ

Для виготовлення заготовки типу «вал», був розроблений технологічний процес. Так як, деталь вал має велику довжину по відношенню до діаметру, та велику точність кінцевих поверхонь, було вирішено обрати сучасні верстати з ЧПК, які мають високу точність обробки та невелику похибку. Завдяки програмному керуванню під час обробки деталі, виключається людський фактор і досягається висока точність обробки поверхні. Технологічний процес записаний до таблиці (6.1).

Таблиця 6.1 - Опис обраного технологічного процесу

№ операцій	Назва операції	Базування та закріплення деталі	Технологічне оснащення
1	2	3	4
005	Заготівельна	Відрізається вал $\varnothing 85$ мм на стрічко пильному верстаті на довжину 1490 мм.	Верстат стрічко пильний Стрічкова пила
010	Контроль ВТК	Відбувається контроль довжини заготовки за допомогою рулетки	Рулетка
015	Фрезерно-центрувальна	Деталь закріплюється в призмах та прихватах, ведеться обробка торців фрезою діаметром 120мм, та зацентровка отворів В6.3 ГОСТ 14034-74	Верстат 2Г948.02 Призми, прихват Торцева фреза Свердло центрове Патрон свердильний
020	Слюсарна	Зрізаються задирки на торцях	Напилек
025	Токарна з ЧПК	Деталь закріплюється в центрах та за допомогою люнета. На 1 установі деталь точиться на чорно з одного боку. На 2 установі деталь закріплюється за оброблену поверхню та точиться інша сторона.	Верстат ST-45L Центра Люнет Штангенциркуль ГОСТ 166-89 Різець прохідний упорний
030	Токарна з ЧПК	На 1 установі деталь точиться напівчисто, точиться канавки та нарізається різьба, а також точиться конус 60° . На 2 установі деталь закріплюється за оброблену поверхню та проводяться ті ж операції начисто.	Верстат ST-45L Різець прохідний Різець канавковий Різець різьбовий Штангенциркуль Різьбова калібр-скоба 3 -кулачковий патрон
035	Контроль ВТК	Виконується контроль поверхонь	Мікрометр

					ТМ 20510134-00-ПЗ	Арк.
						18
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Продовження таблиці 6.1

1	2	3	4
040	Фрезерна з ЧПК	Деталь закріплюється на призмах. Свердло робить отвір для входу кінцевої фрези яка після зробленого отвору точить закритий паз.	Верстат VF-7/40 Призма Фреза кінцева Свердло Штангенциркуль Калібр пазовий
045	Слюсарна	Зрізання задирок на пазах	Напилок
035	Контроль ВТК	Виконується контроль пазів	Калібр пазовий
055	Термічна	Загартовується при температурі 840-860С°, витримка при цій температурі та охолодження в маслі, виконується високий відпуск при температурі 600С°.	Термопід, кран
060	Центро-шліфувальна	Виконується шліфування центрових отворів В6.3 для досягнення заданої шорсткості і геометрії отворів.	Верстат ZS 201 1 500 Шліфувальна оправка
065	Кругло - шліфувальна	Деталь закріплюється в центрах за допомогою лунета та оброблюються $\varnothing 50m6$, $\varnothing 60h6$, $\varnothing 65h6$, $\varnothing 50h6$, $\varnothing 30h6$.	Верстат 3M162MBФ2 Шліфувальний круг Центра Мікрометр
070	Контроль ВТК	Проводиться контроль раніше оброблених поверхонь	Мікрометр
075	Миюча	Очищення деталі від ЗОР та іншої зайвої речовини	Миюча ванна
080	Полірування	Деталь закріплюється в центрах. Оброблюється два $\varnothing 55v8$	Верстат ST-45L Полірувальна паста, повість
085	Загальний контроль ВТК	Виконується контроль різьби, розмірів отриманих поверхонь. Параметрів шорсткості .	Мікрометр Калібр пазовий Зразки шорсткості

6.1 Розрахунок припусків на механічну обробку

Для визначення припусків табличним способом проводяться такі розрахунки по таблиці [7]:

Клас точності поковки – Т4 (с.28, таблиця 19, додаток 1).

Група сталі – М2 (с.8, таблиця 1).

Ступінь складності – С2 (с.29, додаток 2).

Вихідний індекс - 13 (с.10, таблиця 2).

Коефіцієнт для визначення орієнтовної маси поковки КР =1.3 (с.31, таблиця 20, додаток 3).

					ТМ 20510134-00-ПЗ	Арк.
						19
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Орієнтовна (розрахункова) маса поковки визначається за формулою:

$$m_3^p = m_d * K_p, \quad (6.1)$$

$$m_3 = 34 * 1,3 = 44,2 \text{ кг.}$$

Знаючи вихідний індекс, розміри поверхонь і параметр шорсткості Ra, який необхідно досягти після механічної обробки, визначаються основні припуски на механічну обробку (с.12, таблиця 3), допуски і допустимі відхилення лінійних розмірів (с.17, таблиця 8) та допустимі припуски (с.20, таблиці 9,10,11,12,13).

Основні припуски на розміри (на сторону), мм:

1,5 – діаметр 77мм і шорсткість поверхні Ra = 12,5 мкм;

2,0 – діаметр 65мм і шорсткість поверхні Ra = 0,8 мкм;

2,0 – діаметр 60мм і шорсткість поверхні Ra = 0,8 мкм;

2,6 – довжина 1478мм і шорсткість поверхні Ra = 12,5 мкм.

Додаткові припуски, що враховують:

- зігнутість, відхилення від площинності і прямолінійності – 1,5 мм (с.14, таблиця 5).

Розміри поковки, мм:

Діаметр d1 – $77 + ((1,5+1,5)*2)=83$ мм приймаємо 83 мм;

Діаметр d2 – $65 + ((2,0+1,5)*2)=72$ мм приймаємо 72 мм;

Діаметр d3 – $60 + ((2,0+1,5)*2)=67$ мм приймаємо 67 мм;

Довжина L – $1478 + 2,6*2=1483,2$ мм приймаємо 1484 мм.

Результати розрахунків припусків і допусків з граничними відхиленнями розмірів зведені в таблицю 6.1.

Таблиця 6.1 – Розмір припусків та допусків, в міліметрах

Розмір деталі	Ra	Z припуски (мм)			Допуски	Розмір заготовки	
		основні	додаткові	загальні		Розрахунок	Прийнятий
d77	12,5	1,5	1,5	3	$\begin{matrix} +1,6 \\ -0,9 \end{matrix}$	83	83
d65	0,8	2	1,5	3,5	$\begin{matrix} +1,6 \\ -0,9 \end{matrix}$	72	72
d60	0,8	2	1,5	3,5	$\begin{matrix} +1,6 \\ -0,9 \end{matrix}$	67	67
L1478	12,5	2,6	–	2,6	$\begin{matrix} +3,3 \\ -1,7 \end{matrix}$	1483,2	1484

Коефіцієнт використання заготовки визначається за формулою (5.3):

$$K_3 = \frac{34}{60,9} = 0,56.$$

Коефіцієнт використання матеріалу визначається за формулою (5.4) (для штамповок на КГМ $m_{ОПЗ} = 3\% * m_3 = 3\% * 60,9 = 1,827$ кг):

$$K_{вм} = \frac{34}{60,9 + 1,827} = 0,54.$$

6.2 Аналіз та обґрунтування схеми базування та закріплення заготовки

Аналіз конфігурації заготовки показав, що на роль технологічних баз під час реалізації токарної операції перш за все претендують поверхні центрових отворів. Використання центрових отворів при базуванні заготовки на токарній операції дозволить забезпечити виконання принципів постійності та сумісності баз, що сприятиме забезпеченню точності обробки поверхонь заготовки (параметрів точності, заданих в радіальному напрямку).

В якості технологічної операції, для якої буде проводитися аналіз, приймаю операцію 025 «Токарна ЧПК». На даній операції обробляються поверхні, показані на рисунку 6.1.

					ТМ 20510134-00-ПЗ	Арк.
						21
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

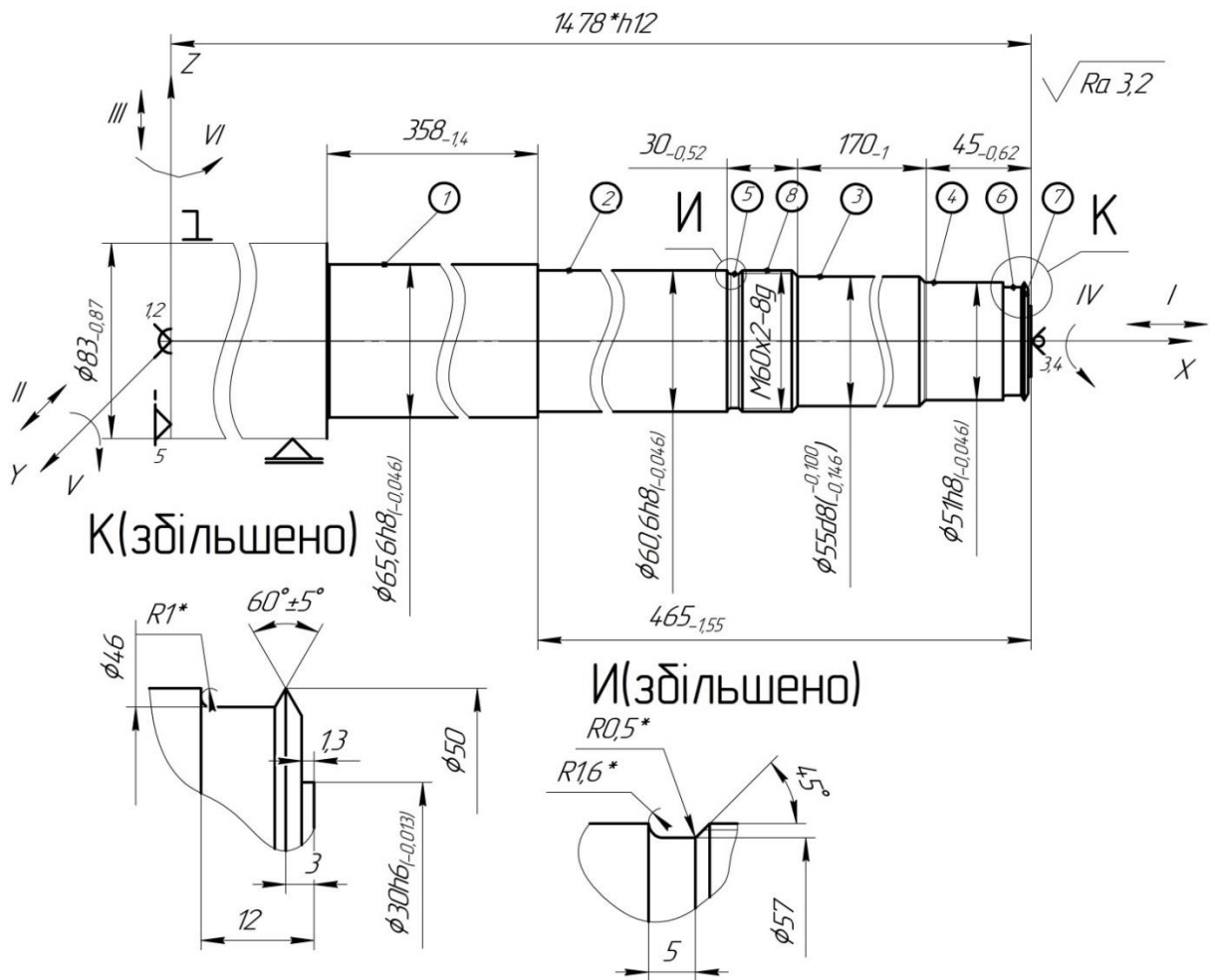


Рисунок 6.1 – Схема базування заготовки.

На роль технологічної бази також можуть претендувати зовнішні торці заготовки. Їх використання в ролі технологічної бази сприятиме забезпеченню точності осевих розмірів оброблюваних поверхонь заготовки.

Виходячи з цього, запропонована схема базування заготовки зображена на рисунку 6.1. Відповідно до запропонованої схеми закріплення передбачається базування заготовки по центровим отворах з упором в лівий торець. Причому базування по лівому центровому отвору передбачає використання плаваючого центра, по правому центровому отвору – обертового центру. Технічна реалізація базування заготовки на плаваючому центрі з упором в торець можлива за умови використання комбінованого патрону.

Відповідно до запропонованої схеми базування (див. рисунок 6.1)

									Арк.
									22
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата					

Деталь базується та закріплюється в трикулачковому патроні з плаваючим центром та за допомогою люнета, котрий не позбавляє деталь жодної ступені свободи але забезпечує виконання жорстких допусків та запобігає вигину деталі. Деталь позбавлена п'яти ступенів вільності, мають місце дві технологічні бази:

- Подвійна направляюча – позбавляє чотирьох ступенів свободи: переміщення поздовж осей Z та Y та обертання навколо осей Z та Y;
- Опорна, торець виступу, позбавляє однієї ступені вільності переміщення поздовж осі X.

Таблиця 6.2 – Таблиця відповідності

Бази	Зв'язки	Ступені свободи
ПНБ	1,2,4,5	II,III,V,VI
ОБ	3	I

Таблиця 6.3 – Матриця зв'язків

	X	Y	Z	Найменування бази
L	0	1	1	Подвійна направляюча база
α	0	1	1	
L	1	0	0	Опорна база
α	0	0	0	

Виконаємо аналіз пропонованої схеми базування заготовки з точки зору забезпечення точності оброблюваної поверхонь

Базування заготовки в центрах позбавляє похибку базування для операційних розмірів, заданих в радіальному напрямку.

Для операційних розмірів, заданих в осьовому напрямку має місце похибка базування : технологічна та вимірювальна бази для осьових розмірів не співпадають.

Технологічна база реалізується по лівому торцю заготовки

Вимірювальна база, наприклад для розмірів $45_{-0,62}$ та $465_{-1,55}$ задані по правому торцю заготовки.

В такому разі технологічна база визначається допуском на розмір який з'єднує лівий та правий торці заготовки.

$E_{645} = E_{6465} = T_{1478} = 3,1$ мм. що перевищує допуск на операційний розмір

$E_{645} = 3,1$ мм $>$ $T_{465} = 1,55$ мм.

					ТМ 20510134-00-ПЗ	Арк.
						23
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

E_6 – похибка базування

Для забезпечення точності розміру 465H114 необхідно підвищити точність розміру 1478 до 12 квалітету точності ($T_{1478h12}=1,25$ мм), щоб похибка базування зменшилася:

$$E_{645} = 1,25 < T_{465} = 1,55 \text{ мм.}$$

6.3 Обґрунтування вибору металорізальних верстатів

На операції 025 Токарна ЧПК був вибраний верстат моделі HAAS ST-45L, згідно заданим вимогам :

1. виконується точіння зовнішніх циліндричних поверхонь на-пів чистовій та чистовій обробці;
2. потужність двигуна дорівнює *29.8 кВт*;
3. Максимальний оброблюваний зовнішній діаметр, мм 648;
4. Максимальна довжина точіння, мм 2032;
5. тип виробництва – середньо-серійний;
6. Кількість позицій в револьвері – 12;

Отже, згідно цим вимогам було доцільно обрати зазначений верстат.

Ця модель дозволяє пришвидшити процес виготовлення деталей, та підвищити точність обробки. Має достатні габарити для обробки найбільших розмірів деталі. Верстат цієї моделі має умови для дотримання високої точності

обробки поверхонь та допусків по всій деталі . Використання автоматизованого обладнання дозволяє зменшити вплив людського фактору на виготовлення деталей та підвищити ефективність використання часу на її виконання.

6.4 Обґрунтування вибору верстатних пристроїв: металорізального та вимірювального інструментів

Вимірювальний інструмент вибирається з урахуванням операційних розмірів, їх точності та трудомісткості вимірювання заготовки а також типу виробництва. Для умов середньо-серійного виробництва та квалітетів точності

					ТМ 20510134-00-ПЗ	Арк.
						24
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

розмірів у межах 6–14 можна використати калібр-скобу– Скоба 8113-0157 ГОСТ 18360-93. Також необхідне використання мікрометра - Мікрометр МК ГОСТ 6507-90 та штангенциркуля ШЦ-I-125-0,1 ГОСТ 166-89.

Контроль шорсткості поверхонь виконується за допомогою зразків шорсткості згідно з ГОСТ 9378-93.

Контроль внутрішньої конусної поверхні та фаски відбувається за допомогою кутоміра ГОСТ 5378-88.

Ріжучий інструмент для токарних операцій вибирається з урахуванням марки обробляючого матеріалу, швидкості різання , припуску, подачі , технологічних конструкцій. Для отримання необхідної точності поверхні , вибираються різці різної форми.

РІ1:Різець прохідний 2103-0029 ВК6 ГОСТ 18879-73*.Лівий різець типу 2 , перетину державки Н*В=25*25 мм, довжиною 140 мм, з кутом врізання пластини в стержень 10о, з пластиною з твердого сплаву ВК6.

РІ2: Різець токарний РСLNR 2525 М12 Т5К6..З механічним кріпленням підтискним важелем через отвір твердосплавної непереточуваної ромбічної пластинки. Перетин державки Н*В = 25х25 мм, довжиною 150 мм. Матеріал пластинки - твердий сплав марки Т5К10.

РІ3: Різець різьбовий типу 1 , перетину Н*В=20*12 мм, для метричної різьби з шагом Р=2 мм, з пластиною із твердого сплаву марки Т15К6.

РІ4:Різець спеціальний канавковий Т5К10* Виготовляється спеціально для нарізання канавок на даній операції , виготовлений з твердого сплаву марки Т5К10.

6.5 Розрахунок режимів різання

Вибір режиму різання та нормування проводимо для двох типових операції 030 Токарна ЧПК, 065 Кругло-шліфувальна.

					ТМ 20510134-00-ПЗ	Арк.
						25
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

На токарному верстаті HAAS ST-45L виконується напів-чистове, чистове точіння поверхонь вказаних на рисунку. Параметр шорсткості оброблених поверхонь $Ra=3,2$ мкм.

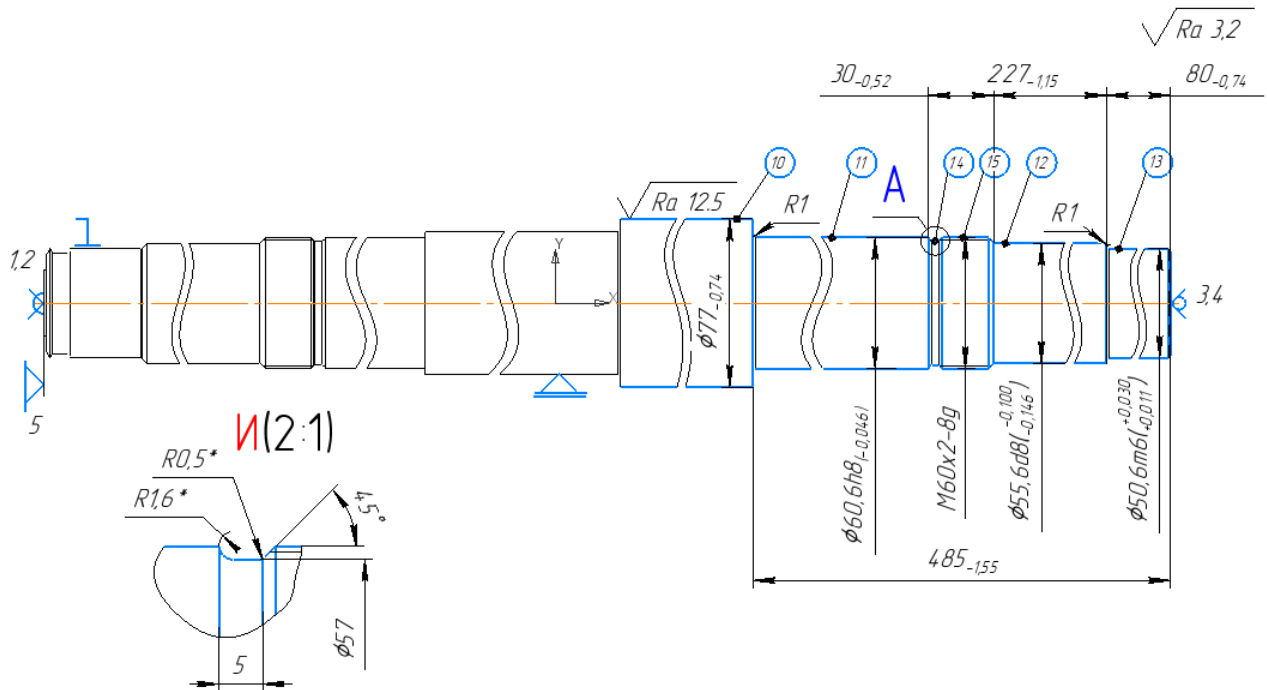


Рисунок 6.3 – Операційний ескіз (операція 030)

Таблиця 6.4 – Вибір режимів різання для токарної обробки (операції 030)

	Напів-чистова					Чистова			
	10	11	12	13	14	11	12	13	15
Глибина різання мм	1,5	2,0	2,0	2,0	1,5	0,6 +0,6	0,6 +0,6	0,6 +0,6	0,25
Подача мм/об	0,43	0,39	0,39	0,39	0,43	0,22	0,22	0,22	2
Прийнята подача мм/об	0,32	0,29	0,29	0,29	0,32	0,25	0,25	0,25	2
Швидкість м/хв	159	171	171	171	159	265	265	265	157
Потужність кВт	5,8	4,9	4,9	4,9	5,8	–	–	–	3,3
Відкоректована швидкість м/хв	189	204	204	204	189	315	315	315	157
Фактичні оберти об/хв	782	1065	1160	1274	105 6	1400	140 0	140 0	833
Хвилинна подача мм/хв	227	309	337	370	338	350	350	350	1666

Подача при точінні назначається по [3 с.36, карта 1].

Вибір подач залежить від :

- стадії обробки;
- виду поверхні;
- оброблюваний матеріал;
- діаметр деталі;

- глибина різання.

Поправочні коефіцієнти для подач вибираємо по [3:с.42 к.5, с.48 к.8].

Напів-чистова стадія точіння:

$K_{su}=1,0$; $K_{sp}=1,0$; $K_{sg}=1,0$; $K_{sh}=1,0$; $K_{sm}=1,25$; $K_{sy}=1,0$; $K_{sn}=0,85$; $K_{sq}=1,0$;
 $K_{sj}=0,7$; $K_{si}=1,0$.

Чистова стадія точіння:

$K_{sm}=1,25$; $K_{sy}=1,0$; $K_{sr}=1,0$; $K_{sk}=1,0$

$K_{sqk}=0,9$.

Розрахунок подачі із врахуванням поправочних коефіцієнтів

Напів-чистова стадія:

$$S_{1.10} = 1,25 \cdot 0,85 \cdot 0,7 \cdot 0,43 = 0,32 \text{ мм/об};$$

$$S_{1.12} = 1,25 \cdot 0,85 \cdot 0,7 \cdot 0,39 = 0,29 \text{ мм/об};$$

$$S_{1.13} = S_{1.12},$$

$$S_{1.14} = S_{1.10}.$$

Чистова стадія:

$$S_{2.11} = 1,25 \cdot 0,9 \cdot 0,22 = 0,25 \text{ мм/об};$$

$$S_{2.12} = S_{2.1},$$

$$S_{2.13} = S_{2.1},$$

$$S_{2.14} = 2 \text{ мм/об}.$$

Визначаємо швидкість головного руху різання для напів-чистої стадії обробки, що допускається різцем по [3 с.82, карта 23].

Поправочні коефіцієнти для швидкості різання вибираємо по [3]:

$K_{vc}=1$; $K_{vo}=1$; $K_{vj}=0,7$; $K_{vm}=1,7$; $K_{vq}=1$; $K_{vt}=1$; $K_{vg}=1$.

Напів-чистова стадія:

$$V_{1.10} = 0,7 \cdot 1,7 \cdot 159 = 189 \text{ м/хв},$$

$$V_{1.11} = 0,7 \cdot 1,7 \cdot 171 = 204 \text{ м/хв},$$

$$V_{1.12} = V_{1.11},$$

$$V_{1.13} = V_{1.11},$$

$$V_{1.14} = V_{1.10},$$

					ТМ 20510134-00-ПЗ	Арк.
						27
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Чистова стадія:

$$V_{2.11} = 0,7 \cdot 1,7 \cdot 265 = 315 \text{ м/хв},$$

$$V_{2.12} = V_{2.11},$$

$$V_{2.13} = V_{2.11}.$$

Поправочні коефіцієнти для швидкості нарізання різьби по [17 с.102]:

$$K_{VH}=1,0; K_{VR}=1,0; K_{Vn}=1,0; K_{VB}=1,0;$$

$$V_{2.15} = 157.$$

Частоту обертання шпинделя для напів-чистої обробки розраховуємо за формулою:

$$n = \frac{1000 \cdot V}{\pi \cdot D}, \quad (6.2)$$

де D – діаметр оброблюваної поверхні, мм,

$$\text{Поверхня 10 } n = \frac{1000 \cdot 189}{\pi \cdot 77} = 781,3 \text{ об/хв};$$

$$\text{Поверхня 11 } n = \frac{1000 \cdot 204}{\pi \cdot 61} = 1064,5 \text{ об/хв},$$

$$\text{Поверхня 12 } n = \frac{1000 \cdot 204}{\pi \cdot 56} = 1159,5 \text{ об/хв},$$

$$\text{Поверхня 13 } n = \frac{1000 \cdot 204}{\pi \cdot 51} = 1273,2 \text{ об/хв},$$

$$\text{Поверхня 14 } n = \frac{1000 \cdot 189}{\pi \cdot 57} = 1055,4 \text{ об/хв},$$

$$\text{Поверхня 15 } n = \frac{1000 \cdot 157}{\pi \cdot 60} = 832,9 \text{ об/хв}.$$

Частоту обертання шпинделя для чистої обробки розраховуємо за формулою (6.2):

$$\text{Поверхня 11 } n = \frac{1000 \cdot 315}{\pi \cdot 61} = 1643,7 \text{ об/хв},$$

$$\text{Поверхня 12 } n = \frac{1000 \cdot 315}{\pi \cdot 56} = 1790,5 \text{ об/хв},$$

$$\text{Поверхня 13 } n = \frac{1000 \cdot 315}{\pi \cdot 51} = 1966,1 \text{ об/хв},$$

Враховуючи те, що на вибраному токарному верстаті HAAS ST-45L максимальна швидкість обертання шпинделя 1400 об/хв, то приймаємо фактичну швидкість швидкість обертання 1400 об/хв.

					ТМ 20510134-00-ПЗ	Арк.
						28
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Коректуємо частоту обертання шпинделя за паспортними даними верстату та встановлюємо дійсне значення частоти обертання поверхонь

Потужність вибираємо по [3 с.76, карта 21].

Максимальна потужність на обробці = 5,8 кВт.

Перевіряється, чи достатня потужність приводу верстата по залежності:

$$N_{\text{різ}} \leq N_{\text{шп.}} \quad (6.3)$$

За паспортними даними верстата мод. HAAS ST-45L: максимальна потужність на шпинделі верстата 29,8 кВт – для головного шпинделя .

Так як умова (6.3) виконується ($5,8 < 29,8$), то обробка можлива.

Таблиця 6.5 Час автоматичної роботи верстата по програмі для P11.

Ділянка траєкторії	X	Z	L	S _{XB}	T _o	T _{MB}
0-1	148	100	178,6	2000	–	0,09
1-2	1	1	1,4	370	0,004	–
2-3	0	79	79	370	0,64	–
3-4	5	0	5	337	0,015	–
4-5	0	227	227	337	1,34	–
5-6	5	2,5	5,6	309	0,018	–
6-7	0	175,5	175,5	309	0,57	–
7-8	0	5	5	309	0,016	–
8-9	14	0	14	2000	–	0,007
9-10	0	175	175	251	1,4	–
10-11	4	0	4	2000	–	0,002
11-12	0	170	170	2000	–	0,085
12-13	18	0	18	227	0,08	–
13-0	137	585	600,8	2000	–	0,3

$$\Sigma T_o = 4,083$$

$$\Sigma T_{MB} = 0,484$$

$$T_{\text{ца}} = T_o + T_{MB}, \quad (6.4)$$

$$T_{\text{ца}} = 4,083 + 0,484 = 4,567.$$

Хвилинну подачу для напів-чистої стадії визначаємо за формулою:

$$S_{XB} = S_o \cdot n, \quad (6.5)$$

$$S_{XB1-2} = 0,29 \cdot 1274 = 370 \text{ мм/хв},$$

$$S_{XB2-3} = 0,29 \cdot 1274 = 370 \text{ мм/хв},$$

$$S_{XB3-4} = 0,29 \cdot 1160 = 337 \text{ мм/хв},$$

									Арк.
									29
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	ТМ 20510134-00-ПЗ				

$$S_{XB4-5} = 0,29 \cdot 1160 = 337 \text{ мм/хв},$$

$$S_{XB5-6} = 0,29 \cdot 1065 = 309 \text{ мм/хв},$$

$$S_{XB6-7} = 0,29 \cdot 1065 = 309 \text{ мм/хв},$$

$$S_{XB7-8} = 0,29 \cdot 1065 = 309 \text{ мм/хв},$$

$$S_{XB9-10} = 0,32 \cdot 782 = 251 \text{ мм/хв},$$

$$S_{XB12-13} = 0,29 \cdot 782 = 227 \text{ мм/хв},$$

$$S_{XB14} = 32 \cdot 1056 = 338 \text{ мм/хв}.$$

Хвилинну подачу для чистової стадії визначаємо за формулою (6.5) :

$$S_{XB11} = 0,25 \cdot 1400 = 350 \text{ мм/хв},$$

$$S_{XB12} = 0,25 \cdot 1400 = 350 \text{ мм/хв},$$

$$S_{XB13} = 0,25 \cdot 1400 = 350 \text{ мм/хв},$$

$$S_{XB15} = 2 \cdot 833 = 1666 \text{ мм/хв}.$$

Основний час визначається за формулою:

$$T_0 = \frac{L}{S_{XB}} \cdot i. \quad (6.6)$$

де L - вдовжина робочого ходу різця,

i - К-сть проходів.

$$T_{01} = \frac{178,6}{2000} = 0,09 \text{ хв},$$

$$T_{02} = \frac{1,4}{370} = 0,004 \text{ хв},$$

$$T_{03} = \frac{79}{370} \cdot 3 = 0,64 \text{ хв},$$

$$T_{04} = \frac{5}{337} = 0,015 \text{ хв},$$

$$T_{05} = \frac{227}{337} \cdot 2 = 1,34 \text{ хв},$$

$$T_{06} = \frac{5,6}{309} = 0,018 \text{ хв},$$

$$T_{07} = \frac{175,5}{309} = 0,57 \text{ хв},$$

					ТМ 20510134-00-ПЗ	Арк.
						30
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

$$T_{08} = \frac{5}{309} = 0,016 \text{ хв,}$$

$$T_{09} = \frac{14}{2000} = 0,007 \text{ хв,}$$

$$T_{010} = \frac{175}{251} \cdot 2 = 1,4 \text{ хв,}$$

$$T_{011} = \frac{4}{2000} = 0,002 \text{ хв,}$$

$$T_{012} = \frac{170}{2000} = 0,085 \text{ хв,}$$

$$T_{013} = \frac{18}{227} = 0,08 \text{ хв}$$

$$T_{014} = \frac{600,8}{2000} = 0,3 \text{ хв.}$$

Таблиця 6.6 – Вибір режимів різання для шліфування на операції «065 кругло-шліфувальна»

Оброблювана поверхня	Режими різання					Норми часу			
	Глибина різання t , мм	Число проходів i	Повздовжня одача S_m , мм/об	Частота обертання заготовки, об / хв	Швидкість обертання V_d , м / хв	Основний час T_0 , хв	Допоміжний час T_B , хв	Штучний час $T_{шт}$, хв	Підготовчо-заклучний час $T_{ПЗ}$, хв
$\phi 50m6,180$	0,3	1	25	180	30	1,35	7,66	22,66	11
$\phi 60h6,1148$	0,3	1	25	180	30	2,2			
$\phi 65h6,1358$	0,3	1	20	200	35	7,1			
$\phi 60h6,1220$	0,3	1	25	180	30	3,5			
$\phi 50h6,133$	0,3	1	25	180	30	0,85			

Розрахунок режимів різання вибираються по [3 л.1, к.3 ст.40]

1. $n_d = 175 - 290$ об/хв; приймаємо 180

2. $v_d = 28 - 46$ об/хв;

					ТМ 20510134-00-ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		31

3. $s_d=0,5-0,75$ приймаємо 0,5

4. $s_o=25$ мм/об;

5. $s_{tx} = 0.0048$ мм/хід.

Поправочні коефіцієнт на s_{tx} :

$K_1=1,0$ – на припуск та точність обробки;

$K_2=0,9$ – на оброблюваний матеріал та діаметр шліфувального круга.

Приймаємо $0,0048*0,9=0,00432$ мм/хід.

Перевірочні розрахунки виконуються по [3 к.5 ст.44]

$N=3,2$ кВт;

$K_1=1,0$ – твердість та ширина круга;

$K_2=1,0$ – діаметр шліфування;

$N_{уд}= 0,13$ кВт/мм.

6.6 Технічне нормування операцій

1. Тип виробництва – серійне.

2. Марка матеріалу та твердість – Ст 40Х, загартована, НВ 235...277

3. Припуск на сторону 2П – 0.3 мм

4. Маса деталі – 34 кг.

5. Характеристика верстату:

а) Модель - круглошліфувальний 3М162МВФ2.

б) Число обертів шпинделя – 50...500.

в) Потужність – 18,5 кВт.

6. Шліфувальний круг 250x40x32 25А 40 СМ2 6 КЗ

7. Спосіб закріплення в центрах.

8. Вимірювальний інструмент – калібр-скоба.

Основний час вибирають по [3 к.7, ст.48]

$T_o(\varnothing 50m6, l80)= 1,35$ хв;

$T_o(\varnothing 60h6, l148)= 2,2$ хв;

$T_o(\varnothing 65h6, l358)= 7,1$ хв;

					ТМ 20510134-00-ПЗ	Арк.
						32
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

$T_o(\varnothing 60h6, l220) = 3,5$ хв;

$T_o(\varnothing 50h6, l33) = 1,35$ хв;

$\Sigma T_o = 15$ хв.

Поправочні коефіцієнти вибирають по [3 к.7 ст.49]

K_1 - оброблюваного матеріалу та діаметр шл. круга;

K_2 - чистоти поверхні .

$K_1 = 1,0$; $K_2 = 1,0$.

Так як коефіцієнти = 1,0 то основний час дорівнює вибраним значенням.

Допоміжний час визначається по [3 к.15 л.2, ст.63.]

$T_{д.вст.}$ встановлення та зняття деталі – 3,4 хв;

Час зв'язаний з обробкою поверхні $T_{д.об}$ к.16 ст.64.

$T_{д.об} = 2,2$ хв;

Час на обслуговування робочого місця, з відпочинком та нужди визначається за формулою:

$$T_{обс} + T_{отд} = (T_o + T_d) \frac{5+5}{100}, \quad (6.7)$$

Тоді за формулою 1.14 визначаємо час на обслуговування робочого місця, з відпочинком та нужди :

$$T_{обс} + T_{отд} = (15 + 3,4 + 2,2) \frac{5+5}{100} = 2,06 \text{ хв},$$

Тоді загальний допоміжний визначаємо за формулою:

$$T_{дз} = T_{д.вст} + T_{д.об} + T_{обс} + T_{отд}, \quad (6.8)$$

$$T_{дз} = 3,4 + 2,2 + 2,06 = 7,66 \text{ хв},$$

Підготовче – заключний час = 11 хв, визначається по к. 18 ст. 68

Штучний час $T_{шт}$ визначається за формулою:

$$T_{шт} = T_o + T_{дз}, \quad (6.9)$$

$$T_{шт} = 15 + 7,66 = 22,66 \text{ хв}.$$

					ТМ 20510134-00-ПЗ	Арк.
						33
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

7 ПРОЕКТУВАННЯ ВЕРСТАТНОГО ПРИСТРОЮ

Згідно з завданням необхідно спроектувати спеціальний верстатний пристрій для базування та закріплення валу на операції 025 токарній з ЧПК.

На операції токарній з ЧПК виконується обточування зовнішніх циліндричних поверхонь заготовки, та виконується нарізання різьби.

Точність зовнішньої циліндричної поверхні $\varnothing 66h8$, мм відповідає 8 квалітету точності з шорсткістю поверхні 1,6 мм за критерієм Ra.

Точність зовнішньої циліндричної поверхні $\varnothing 61h8$, мм відповідає 8 квалітету точності з шорсткістю поверхні 1,6 мм

Точність зовнішньої циліндричної поверхні $\varnothing 55d8$ мм відповідає 8 квалітету точності з шорсткістю поверхні 1,6 мм за критерієм Ra.

Точність зовнішньої циліндричної поверхні $\varnothing 51h8$ мм відповідає 8 квалітету точності з шорсткістю поверхні 3,2 мм за критерієм Ra.

Точність різьби M60x2-8g відповідає 8 квалітету точності

Точіння фаски $1 \times 45^\circ$ здійснюється за 12 квалітетом точності.

Нарізання різьби здійснюється за 8 квалітетом

Канавка проточується спеціальним канавковим різцем

Задані жорсткі вимоги щодо точності форми та взаємного розташування оброблюваних поверхонь

Використання верстатних пристосувань з механічним приводом сприяє:

- 1) Підвищенню продуктивності обробки;
- 2) Підвищенню точності оброблення;
- 3) Розширенню технічних можливостей обладнання;
- 4) Підвищення безпеки праці;
- 5) Використання робочих нижчої кваліфікації;
- 6) Введення багатOVERСТАТНОГО обслуговування та вивільнення працівників;
- 7) Полегшення умов праці;

					ТМ 20510134-00-ПЗ	Арк.
						34
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

З'ясування кількісних та якісних даних про заготовку, що надходить на операцію. Аналіз точності поверхонь, які можуть бути базовими

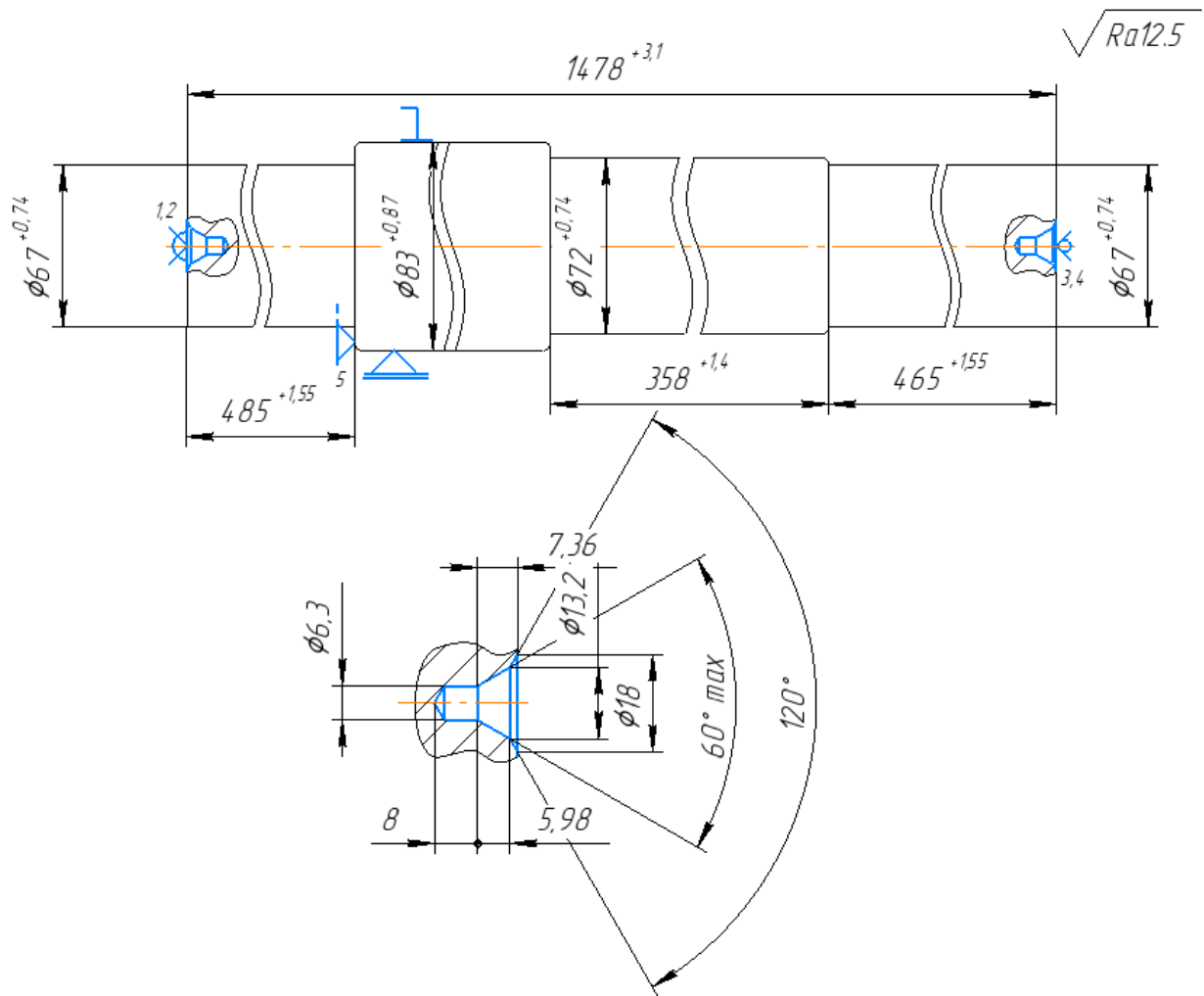


Рисунок 7.1 – Ескіз заготовки

Проаналізувавши технологічний процес деталі було виявлено, що на момент реалізації токарної операції ЧПК на 1 установі заготовка представлена сукупністю поверхонь, які мають просту форму (плоскі торцеві поверхні, циліндричні зовнішні поверхні, центрові отвори), див. рисунок 7.1. Усі зазначені поверхні на цей час мають однакову якість, що визначено технологічним процесом отримання вихідної заготовки: поковка штампована на горизонтально-кувальних машинах (ГКМ). Отже, перш за все на роль технологічної бази претендують поверхні центрових отворів $\phi 6,3$, з підтримкою люнета на діаметрі $\phi 83$, з упором в торець $L485$.

										Арк.
										35
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата						

ТМ 20510134-00-ПЗ

Точність розмірів

Знаходимо допуски на вище зазначені розміри за Н14 квалітетом:

$$T_{\varnothing 83} = 870 \text{ мкм},$$

$$T_{485} = 1550 \text{ мк.};$$

Такі допуски виникають через те, що деталь приходить на дану операцію після штамповки на ГKM без механічної обробки циліндричних поверхонь

Точність форми

Похибка форми поверхні $\varnothing 83$ характеризується відхиленням від круглості та циліндричності. Оскільки допуск циліндричності та круглості не зазначено в технічних вимогах і на кресленні деталі, то він може бути встановлений у відсотковій залежності від допуску на розмір:

$$T_{\varnothing 83} = 0,3 \cdot 870 = 261 \text{ мкм.}$$

Беремо найближче стандартне значення допуску циліндричності та круглості.

$$T_{\varnothing 83} = 250 \text{ мкм, що відповідає 13 ступеню точності [1, с. 110].}$$

Похибка форми торця L485 характеризується відхиленням від площинності.

Оскільки допуск площинності не зазначений, отже він входить до складу допуску на номінальний розмір.

Розраховуємо значення допуску площинності:

$$T_{485} = 0,6 \cdot 1550 = 930 \text{ мкм},$$

Беремо найближче стандартне значення допуску площинності:

$$T_{485} = 800 \text{ мкм, що відповідає 14 ступеню точності [1, с. 107].}$$

Точність розташування

Розглянемо можливі похибки радіального биття зовнішньої циліндричної поверхні $\varnothing 83$ мм а також торця заготовки L485.

$$T_{\varnothing 83} = 0,6 \cdot 870 = 522 \text{ мкм},$$

У відповідності до стандартного ряду підбираємо найближче значення:

$$T_{\varnothing 83} = 500 \text{ мкм, дане значення відповідає 13 ступеню точності.}$$

Для торця L485:

					ТМ 20510134-00-ПЗ	Арк.
						36
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

$$T_{L485} = 0,6 \cdot 1550 = 930 \text{ мкм.}$$

У відповідності до стандартного ряду підбираємо найближче значення:

$$T_{L485} = 800 \text{ мкм, що відповідає 12 ступеню точності.}$$

Шорсткість поверхонь заготовки, що отримана в наслідок штамповки на КГМ має такі значення:

Для $\varnothing 83$ вона становить $Ra = 12,5$ мкм.

Для торця L4854 вона становить $Ra = 12,5$ мкм.

Аналіз поверхонь які можуть бути базовими

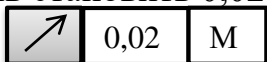
Деталь є дуже важкою для закріплення на станках. Для закріплення деталі такої форми потрібно встановити допоміжну точку опори – люнет.

Базування проводиться по центральним отворах з обох сторін Деталь являється не технологічною по відношенню до закріплення, її поверхні мають дуже точні допуски по відношенню до деталі та мають нетехнологічні конструктивні елементи. Деталь можна встановлювати тільки по горизонталі відносно її осі.

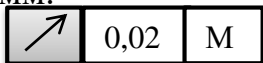
Наявність жорстких умов, щодо допусків форми та взаємне розташування

До деяких поверхонь конструктором надані жорсткі вимоги по допускам розташування

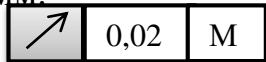
Допуск радіального биття зовнішньої циліндричної поверхні $d55$ відносно осі центрів становить $0,02$ мм.



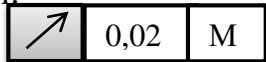
Допуск торцевого биття зовнішньої торця $l458$ відносно осі центрів становить $0,02$ мм.



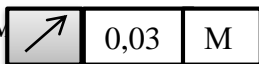
Допуск торцевого биття зовнішньої торця $l358$ відносно осі центрів становить $0,02$ мм.



Допуск торцевого биття зовнішньої торця $l465$ відносно осі центрів становить $0,02$ мм.

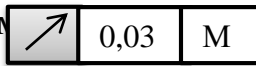


Допуск радіального биття зовнішньої циліндричної поверхні $d65$ відносно осі центрів становить $0,03$ мм



					ТМ 20510134-00-ПЗ	Арк.
						37
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Допуск радіального биття зовнішньої циліндричної поверхні d_{60} відносно осі центрів становить $0,03$ мм



Аналіз конфігурації заготовки показав, що на роль технологічних баз під час реалізації токарної операції перш за все претендують поверхні центрових отворів. Використання центрових отворів при базуванні заготовки на токарній операції дозволить забезпечити виконання принципів постійності та сумісності баз, що сприятиме забезпеченню точності обробки поверхонь заготовки (параметрів точності, заданих в радіальному напрямку).

В якості технологічної операції, для якої буде проводитися аналіз, приймаю операцію 025 «Токарна ЧПК». На даній операції обробляються поверхні, показані на рисунку 7.2.

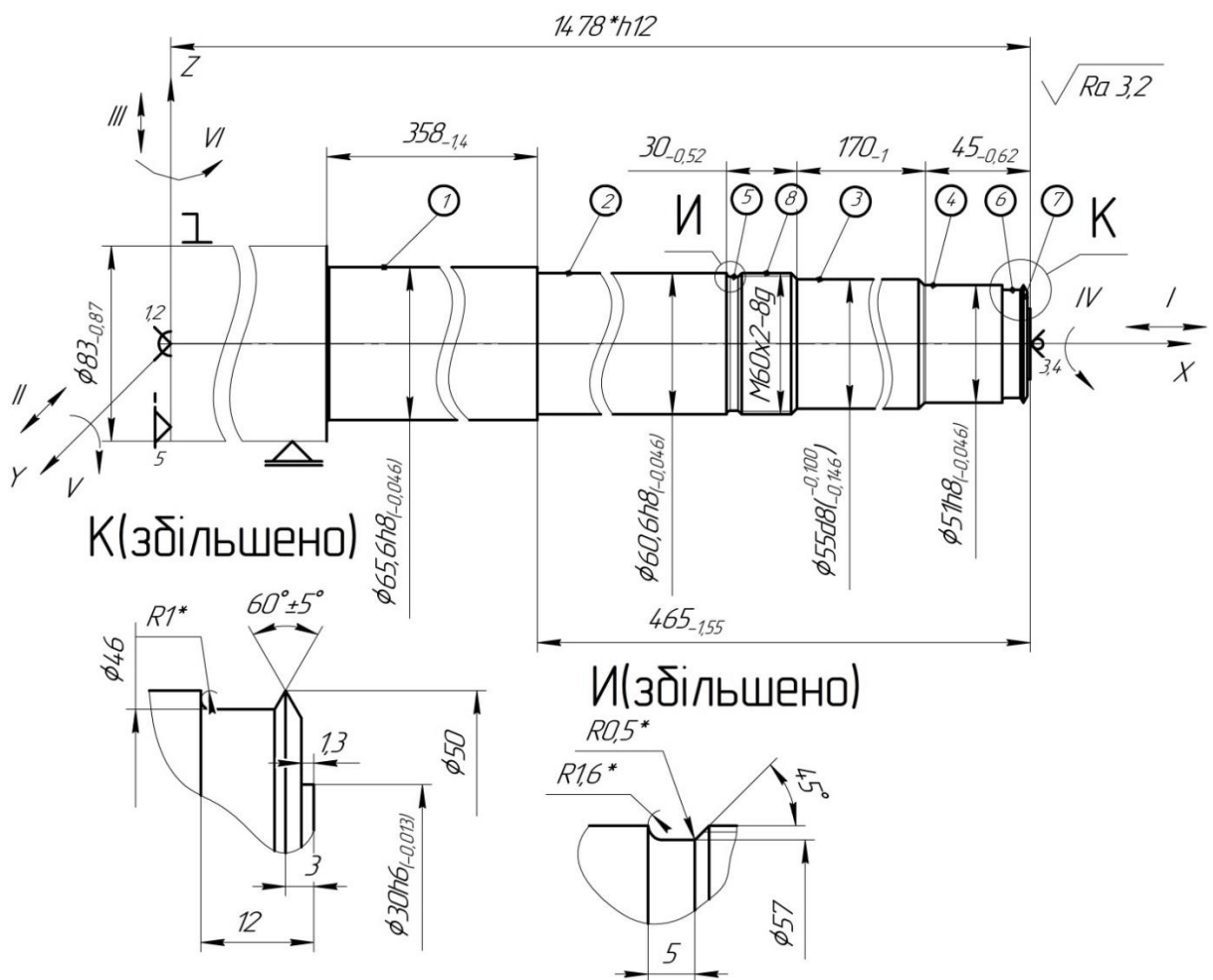


Рисунок 7.2 – Схема базування заготовки

									Арк.
									38
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата					

ТМ 20510134-00-ПЗ

На роль технологічної бази також можуть претендувати зовнішні торці заготовки. Їх використання в ролі технологічної бази сприятиме забезпеченню точності осьових розмірів оброблюваних поверхонь заготовки.

Виходячи з цього, пропонована схема базування заготовки зображена на рисунку 7.2. Відповідно до пропонованої схеми закріплення передбачається базування заготовки по центровим отворах з упором в лівий торець. Причому базування по лівому центровому отвору передбачає використання плаваючого центра, по правому центровому отвору – обертового центру. Технічна реалізація базування заготовки на плаваючому центрі з упором в торець можлива за умови використання комбінованого патрону.

Відповідно до пропонованої схеми базування (див. рисунок 7.2)

Деталь базується та закріплюється в трикулачковому патроні з плаваючим центром та за допомогою люнета, котрий не позбавляє деталь жодної ступені свободи але забезпечує виконання жорстких допусків та запобігає вигину деталі. Деталь позбавлена п'яти ступенів вільності, мають місце дві технологічні бази:

- Подвійна направляюча – позбавляє чотирьох ступенів свободи: переміщення поздовж осей Z та Y та обертання навколо осей Z та Y ;
- Опорна, торець виступу, позбавляє однієї ступені вільності переміщення поздовж осі X .

Таблиця 7.1 – Таблиця відповідності

Бази	Зв'язки	Ступені свободи
ПНБ	1,2,4,5	<i>II, III, V, VI</i>
ОБ	3	<i>I</i>

Таблиця 7.2 – Матриця зв'язків

	X	Y	Z	Найменування бази
L	0	1	1	Подвійна направляюча база
α	0	1	1	
L	1	0	0	Опорна база
α	0	0	0	

Виконаємо аналіз пропонованої схеми базування заготовки з точки зору забезпечення точності оброблюваної поверхонь

Базування заготовки в центрах позбавляє похибку базування для операційних розмірів, заданих в радіальному напрямку.

Для операційних розмірів, заданих в осьовому напрямку має місце похибка базування : технологічна та вимірювальна бази для осьових розмірів не співпадають.

Технологічна база реалізується по лівому торцю заготовки

Вимірювальна база, наприклад для розмірів $45_{-0,62}$ та $465_{-1,55}$ задані по правому торцю заготовки.

В такому разі технологічна база визначається допуском на розмір який з'єднує лівий та правий торці заготовки.

$E_{645} = E_{6465} = T_{1478} = 3,1$ мм. що перевищує допуск на операційний розмір

$$E_{645} = 3,1 \text{ мм} > T_{465} = 1,55 \text{ мм},$$

E_6 – похибка базування

Для забезпечення точності розміру $465H114$ необхідно підвищити точність розміру 1478 до 12 квалітету точності ($T_{1478h12}=1,25$ мм), щоб похибка базування зменшилася:

$$E_{645} = 1,25 < T_{465} = 1,55 \text{ мм}.$$

Для розрахунку сили закріплення заготовки розглянемо схему на рисунок 7.3. Відповідно до обраної схеми базування заготовки передбачено, що заготовка закріплена у самоцентруючому трикулачковому токарному патроні.

					ТМ 20510134-00-ПЗ	Арк.
						40
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

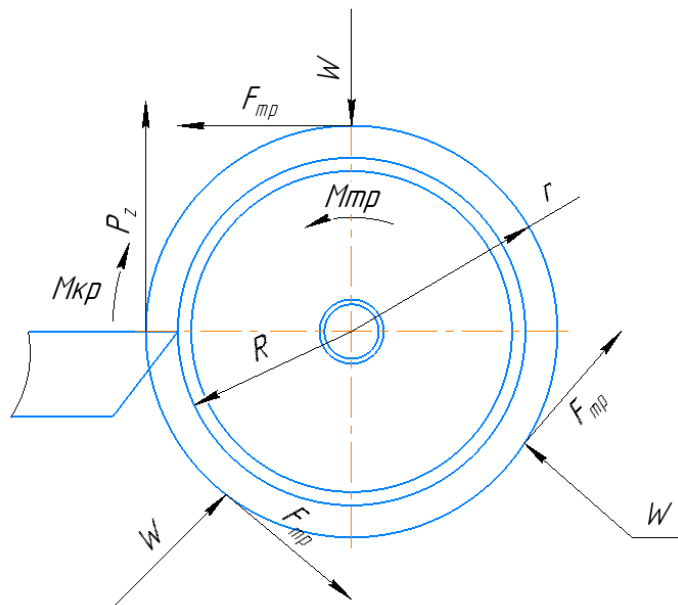


Рисунок 7.3 – Схема розрахунку сили закріплення заготовки

Таким чином, під час розрахунку сили закріплення заготовки слід враховувати, що з боку процесу різання на заготовку діятиме тангенціальна складова сили різання (точіння) P_z , яка утворює момент різання $M_{кр}$, який сприяє повороту заготовки за годинниковою стрілкою (див. рисунок 7.3).

З іншого боку, з боку кулачків токарного патрону, на заготовку діятиме сила закріплення W , яка утворює момент тертя $M_{тр}$, що спричиняє опір моменту різання $M_{кр}$, та діє проти годинникової стрілки (див. рисунок 7.3).

Таким чином із закріпленням заготовки, для її надійної фіксації, має виконуватись умова: $M_{тр} > M_{кр}$, або з урахуванням коефіцієнта запасу $k_{зап}$, який враховує умови закріплення:

$$M_{тр} = M_{кр} \cdot k_{зап}, \quad (7.1)$$

де $M_{тр}$ - момент тертя ;

$$M_{тр} = F_{тр} \cdot r, \quad (7.2)$$

де $F_{тр}$ - сила тертя;

$$F_{тр} = W \cdot f, \quad (7.3)$$

									Арк.
									41
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата					

де W - сила закріплення;

f - коефіцієнт тертя в місцях контакту заготовки з кулачками, при контакті обробленої заготовки з опорами і затискними елементами пристосування. $f = 0,16$. [1 с.85, т.10];

r - радіус закріплення заготовки, $r = 41,5$ мм;

$M_{кр}$ - момент різання;

$$M_{кр} = W \cdot R, \quad (7.4)$$

де W - сила закріплення; R - радіус поверхні різання $R = 32,5$ мм;

$k_{зап}$ - коефіцієнт запасу, вибираємо за [1 с.84, т.9]

$$k_{зап} = k_0 \cdot k_1 \cdot k_2 \cdot k_3 \cdot k_4 \cdot k_5 \cdot k_6, \quad (7.5)$$

де k_0 - коефіцієнт гарантованого запасу,

k_1 - коефіцієнт, що враховує збільшення сил різання через випадкових нерівностей на оброблюваних поверхнях, при чистовій обробці,

k_2 - коефіцієнт, що характеризує збільшення сил різання внаслідок затуплення різального інструменту,

k_3 - коефіцієнт, що враховує збільшення сил різання при переривчастому точінні і торцевому фрезеруванні,

k_4 - коефіцієнт, що характеризує сталість сили закріплення, при використанні пневмоциліндрів подвійної дії,

k_5 - коефіцієнт, що характеризує ергономіку ручних затискних механізмів,

k_6 - коефіцієнт враховують тільки при наявності моментів, що прагнуть повернути заготовку,

$k_0 = 1,5; k_1 = 1,0; k_2 = 1,0; k_3 = 1,0; k_4 = 1,0; k_5 = 1,0; k_6 = 1,0;$

тоді за формулою (7.5):

$$k_{зап} = 1,5 * 1,0 * 1,0 * 1,0 * 1,0 * 1,0 * 1,0 = 1,5,$$

					ТМ 20510134-00-ПЗ	Арк.
						42
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Оскільки розрахункове значення $k_{зап} = 1,5$ виявилось меншим за 2,5 то приймаємо значення $k_{зап} = 2,5$.

$$F_{тр} \cdot r = P_z \cdot R \cdot k_{зап}, \quad (7.6)$$

$$W \cdot f \cdot r = P_z \cdot R \cdot k_{зап}, \text{ де } P_z \text{ – сила різання}; \quad (7.7)$$

$$P_z = 10 \cdot C_p \cdot t^x \cdot S^y \cdot V^n \cdot K_p, \quad (7.8)$$

де ($C_p=300$; $t=2$; $S=0,39$; $V=204$; $x=1$; $y=0,75$; $n=-0,15$)- коефіцієнт та показники степені тоді за формулою (1.24) :

$$P_z = 10 \cdot 300 \cdot 2^1 \cdot 0,39^{0,75} \cdot 204^{-0,15} = 1333,5 \text{ Н.}$$

Сила закріплення знаходиться за формулою (7.7):

$$W = \frac{P_z \cdot R \cdot k_{зап}}{f \cdot r}, W = \frac{1333,5 \cdot 32,5 \cdot 2,5}{0,16 \cdot 41,5} = 16317,3 \text{ Н.}$$

Розглянемо приклад розрахунку проектного токарного патрону, який використовується для базування та закріплення деталі вал на токарній операції 025 з ЧПК. Визначимо розрахункові параметри, які в найбільшій мірі впливають на досягнення заданих допусків оброблюваної деталі.

У нашому випадку до розрахункових параметрів слід віднести точність взаємного розташування основних і допоміжних конструкторських баз пристрою, а саме радіальне биття робочої поверхні кулачка патрону відносно посадкової циліндричної поверхні патрону, яким останній встановлюється на шпиндель верстата.

Ці параметри є однорідними з похибками, що обумовлені на кресленні деталі як найбільш жорсткі допуски на взаємне розміщення поверхонь, тобто радіальне биття оброблюваної поверхні $\varnothing 65h6$

Визначимо допустиму похибку виготовлення верстатного пристрою за формулою:

$$E_{пр} = T_{\lambda \varnothing 65,6} - K_T \sqrt{\begin{matrix} (K_{T_1} \cdot \varepsilon_{\lambda \varnothing 65,6})^2 + \varepsilon_{z \varnothing 65,6}^2 + \varepsilon_{y \varnothing 65,6}^2 \\ + \varepsilon_{n \varnothing 65,6}^2 + \varepsilon_{i \varnothing 65,6}^2 + (K_{T_2} \cdot \omega_{\varnothing 65,6})^2 + \varepsilon_{noz \varnothing 65,6}^2 \end{matrix}},$$

$$\text{де } T_{\lambda \varnothing 65,6} = 0,3 \cdot T_{\varnothing 65,6} = 0,3 \cdot 0,046 = 0,0138 \text{ мм};$$

										Арк.
										43
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата						

$\varepsilon_{\text{ноз}}$ - похибка позиціювання верстатного пристрою на шпинделі верстату. Так як ця похибка не впливає на похибку радіального биття;

K_T - коефіцієнт враховуючий можливе відхилення розсіювання значень складових величин рівняння від нормального закону розподілення.;

K_{T_1} - коефіцієнт враховуючий зменшення граничних значень похибки базування при роботі на налаштованих верстатах.;

ε_6 - похибка базування, не впливає на формування похибки радіального биття;

ε_3 - похибка закріплення, не впливає на формування похибки перпендикулярності, тому що сили закріплення розподіляються симетрично.

ε_y - похибка встановлення, не впливає на формування похибки радіального биття.

ε_n - похибка встановлення та перекіс інструменту на верстаті.

$\varepsilon_{\text{зн}}$ - похибка яка утворюється під час зношення робочих частин пристрою, так як зношення рівномірне, тому воно не впливає на похибку радіального биття.

K_{T_2} - коефіцієнт враховуючий ймовірність появи похибки обробки.

ω - середня економічна точність обробки.

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

$K_{T_1} = 0,85$ мм –коефіцієнт, що враховує деяке зменшення граничного значення похибки базування;

$\varepsilon_{\lambda \phi 65,6} = 0$ мкм - за рахунок використання самоцентруючого патрону;

$\varepsilon_3^2 \phi 65,6 = 0$ - похибка закріплення, не впливає на формування похибки перпендикулярності, тому що сили закріплення розподіляються симетрично;

$\varepsilon_y^2 \phi 65,6 = 0$ мкм – за рахунок використання конічної посадкової поверхні шпинделя;

$\varepsilon_n^2 \phi 65,6 = 0$ мкм – направляючі елементи відсутні;

$\varepsilon_1^2 \phi 65,6 = 0$ мкм – з урахуванням рівномірного зношення базових поверхонь пристрою;

$K_{T_2} = 0,6$ мкм - коефіцієнт, що враховує ймовірність появи похибки обробки;

					ТМ 20510134-00-ПЗ	Арк.
						44
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

$\omega_{\phi 65,6} = 5$ мкм - середня економічна точність обробки для напівчитсового точіння для 8 квалітету ;

$\varepsilon_{\text{поз } \phi 65,6}^2 = 0$ - похибка позиціонування (заготовка не повертається).;

$$E_{\text{пр}} = 13,8 - 1,2\sqrt{(0,6 * 5)^2} = 10,2 \text{ мкм або } 0,01 \text{ мм.}$$

Для закріплення заготовки типу вал діаметром 83 мм, для обробки на токарній операції з ЧПК було спроектовано верстатний пристрій патрон поводковий самоцентруючий з плаваючим центром оскільки обробка валів з установою у звичайних центрах з використанням хомутика та поводкової планшайби має ряд недоліків: 1) вимагаються затрати часу на зажим та зняття хомутика; 2) хомутик не дозволяє проводити наскрізну обробку ; 3) при різній глибині зацентрування заготовки при установі зміщуються в осьовому напрямку, що не дозволяє вести обробку ступінчатих деталей за опорами чи копиру. Прямий поводковий втоплений центр складається з корпусу (3), пробки, установчої гайки (11) , корпусу центра , пружини (28), центра (17) та гвинта (7). Він призначений для центрування та обертання оброблюваної деталі при обробці на токарних верстатах. Конструкція передбачає піджим деталі обертовим центром задньої бабки із зусиллям не більше за 200 кгс.

На відміну від звичайних поводкових пристроїв з пальцем та хомутиком вибраний патрон складається з фланця (2) що кріпиться болтами (24) до фланця шпинделя. Корпус (1) патрона з'єднується з фланцем (2) за допомогою гвинтів (21). Корпус (1) може переміщуватися відносно фланця (2) за напрямком його пазів, що забезпечує рівномірність затиску заготовки кулачками (16) Ексцентрикові кулачки (16) вільно встановлені на пальцях (22) та мають насічку у профілі., котрими вони в момент начала різання захоплюють оброблювану деталь та приводять її до обертання. Ексцентрикові кулачки закріплюються нерухомими пальцями (22). Тому вони надійно працюють при будь-якому перерізу стружки, а для забезпечення рівномірного затиску всіма кулачками застосовують плаваючу систему кулачків

					ТМ 20510134-00-ПЗ	Арк.
						45
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

ВИСНОВКИ

Для виконання дипломного проекту був заданий базовий технологічний процес . Після його аналізу було виявлено, що методи обробки деталі використовувалися на застарілих аналогових верстатах , котрі на сучасному виробництві завдають незручності. Для поліпшення умов оброблення деталі та вимог до експлуатації було вирішено замінити базовий технологічний процес на більш сучасний. Для цього було обрано сучасні технологічні верстати з ЧПК, моделі «НААС». Запровадження верстатів з ЧПК, дозволяє покращити якість кінцевої продукції. Модернізація технологічного процесу має низьку переваг:

- Покращення умов праці робітників;
- Зменшення впливу людського фактору під час виготовлення продукції;
- Дозволяє отримати підвищену точність і зменшити відсоток на брак , завдяки високій точності верстатів , що автоматично підвищує якість виготовлення деталей ;
- Автоматизується та оптимізується виготовлення, що підвищує обсяг виробництва і т.д.

					ТМ 20510134-00-ПЗ	Арк.
						46
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

ПЕРЕЛІК ДЖЕРЕЛ ПОСИЛАНЬ

- 1 **Гжиров, Р.И.** Краткий справочник конструктора: / Р.И. Гжиров. -Л.: Машиностроение, Ленингр. отд-ние, 1983. – 464 с.
- 2 **Приходько, В.П.** Проектування оснащення верстатів, роботів і машин: Навч. посіб. / Литвин О.В. . – Київ: НТУУ «КПІ ім. Ігоря Сікорського», 2018. – 212 с.
- 3 Справочник технолога –машиностроителя. / Под ред. А.Г. Косиловой и Р.К. Мещерякова. М.: Машиностроения, 1986.Т2.
- 4 Методичні вказівки до практичних занять з курсу “Технологічна оснастка”/Укладач П.В. Кушніров. – Суми: Вид-во Сум ДУ, 2009. – Ч.1. – 52с.
- 5 Технологічна оснастка [Електронний ресурс] : навч. посіб. / П.В. Кушніров, А.В. Євтухов, І.М. Дегтярьов. – Суми : СумДУ, 2020. – 140 с.
- 6 **Гевко, Б. М.** Технологічна оснастка: контрольні пристрої. / М.Г. Дичковський , А.В. Матвійчук; – Київ: Кондор, 2009. – 220 с.
- 7 **Чумаков, Г.С.** “Методические указания к выполнению контрольной работы по проектированию станочных приспособлений для студентов специальностей: 7.090202, 7.090203, 7.090204 всех форм обучения” – Сумы изд-во СумГУ, 1997 – 36с.
- 8 **Сторож, Б.Д.** Точність верстатних пристроїв машинобудівного виробництва: Навчальний посібник. / Р.Т. Карпик, А.І. Гордєєв. – Івано-Франківськ; Хмельницький: ХНУ, 2004. – 230 с.
- 9 **Пашкевич, М.Ф.** Технологическая оснастка: Учебник для студентов машиностроительных специальностей вузов. / Ж.А. Мрочек, Л.М. Кожуро, В.М. Пашкевич. – Минск: Адукацыя і выхаванне, 2002. – 320 с.
- 10 **Боровик, А. І.** Технологічна оснастка механоскладального виробництва. – Київ: Кондор, 2007 – 726 с.
- 11 Design of Jigs, Fixtures and Press Tools / Dr. G. K. Vijayaragavan. – Anna University. – Suchitra Publications. – 2013.

					ТМ 20510134-00-ПЗ	Арк.
						47
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		