

ЗАТВЕРДЖЕНО
Наказ Міністерства освіти і науки,
молоді та спорту України
29 березня 2012 року № 384

Форма № Н-9.02

**Державний вищий навчальний заклад
«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)

перший (бакалаврський)
(освітній рівень)

на тему *Проектування технологічного процесу виготовлення
вала Н12.178.34.01*

Виконав: студент IV курсу, групи ТМ-51
напряму підготовки (спеціальності)
131 – Інженерна механіка
(Технології машинобудування)
(шифр і назва напряму підготовки, спеціальності)

Остапенко Є.О.

(прізвище та ініціали)

Керівник *Денисенко Ю. О.*
(прізвище та ініціали)

Рецензент _____
(прізвище та ініціали)

ЗАТВЕРДЖЕНО

Наказ Міністерства освіти і науки, молоді та спорту України
29 березня 2012 року № 384

Форма № Н-9.01

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

Інститут, факультет технічних систем та енергоефективних технологій
Кафедра технології машинобудування, верстатів та інструментів
Освітній рівень перший (бакалаврський)
Напрямок підготовки _____
(шифр і назва)
Спеціальність 131- Інженерна механіка (Технології машинобудування)
(шифр і назва)

ЗАТВЕРДЖУЮ

Завідувач кафедри технології
машинобудування, верстатів та
інструментів

_____ Залога В. О.

« ____ » _____ 2020 року

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

Остапенко Євген Олександрович
(прізвище, ім'я, по батькові)

1. Тема проекту (роботи) Проектування технологічного процесу виготовлення вала Н12.178.34.01

керівник проекту Денисенко Юлія Олександрівна, к.т.н. ст. викладач
(прізвище, ім'я, по батькові, науковий ступінь, вчене звання)

затверджені наказом вищого навчального закладу від « 09 » квітня 2020 року № 0523-III

2. Строк подання студентом проекту (роботи) « 24 » травня 2020 року

3. Вихідні дані до проекту (роботи) _____
креслення деталі – вал Н12.178.34.01
річний обсяг випуску деталей – 2000 шт.

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

4.1 Аналіз службового призначення машини, вузла, деталі

4.2 Аналіз технічних вимог на виготовлення деталі

4.3 Визначення типу виробництва та форми його організації

4.4 Аналіз технологічності конструкції деталі

4.5 Вибір способу отримання заготовки, розробка технічних вимог на заготовку

4.6 Аналіз існуючого технологічного процесу виготовлення деталі

4.7 Проектування верстатного пристрою

4.8 Охорона праці та безпека у надзвичайних ситуаціях

5. Консультанти розділів проекту (роботи)

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

6. Дата видачі завдання « ____ » _____ 20__ року

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

№ з/п	Назва етапів дипломного проекту (роботи)	Строк виконання етапів проекту (роботи)	Примітка
1	Технологічна частина	30.04.2020	
2	Охорона праці та безпека у надзвичайних ситуаціях	06.05.2020	
3	Оформлення пояснювальної записки	13.05.2020	
4	Оформлення комплексу технологічної документації	17.05.2020	
5	Оформлення креслень	24.05.2020	

Студент

_____ (підпис)

Є.О. Остапенко

_____ (прізвище та ініціали)

Керівник проекту (роботи)

_____ (підпис)

Ю. О. Денисенко

_____ (прізвище та ініціали)

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
Сумський державний університет
Кафедра «Технологія машинобудування, верстати та інструменти»

ЗАТВЕРДЖУЮ

Завідувач кафедри

_____ В.О. Залога

«_____» _____ 2020 р.

ПРОЕКТУВАННЯ ТЕХНОЛОГІЧНОГО ПРОЦЕСУ ВИГОТОВЛЕННЯ
ВАЛА Н12.178.34.01

Бакалаврська кваліфікаційна робота
Спеціальність – 131 Прикладна механіка
(Технології машинобудування)

Студент

Є.О. Остапенко

Керівник

Ю. О. Денисенко

Нормоконтроль

Ю. О. Денисенко

РЕФЕРАТ

Пояснювальна записка містить 64 с., 8 табл., 11 рис., 16 джерел, 2 додатка. Об'єкт розробки: деталь вал Н12.178.34.01

Мета роботи – аналіз та розробка вдосконалених операцій технологічного процесу механічної обробки деталі «Вал Н12.178.34.01».

У кваліфікаційній роботі бакалавра було проведено аналіз службового призначення машини, вузла і деталі; технічні вимоги до деталі, її технологічність і спосіб отримання заготовки – поковка кована.

В роботі розроблена операційна технологія для виготовлення деталі. На операції розраховані режими різання та проведене нормування часу. Обрані верстатні пристрої, ріжучий і вимірювальний інструмент для обробки деталі за сучасними стандартами та методиками обробки деталей.

Спроектовано верстатний пристрій на чистову операцію 070 – токарна з ЧПК та 115 – токарна .

Також в роботі розглянуті основні питання з охорони праці при оформленні порядки і розслідування нещасних випадків на виробництві.

**ВАЛ, СТАЛЬ, ПРОКАТ, ОПЕРАЦІЯ, ЦИЛІНДРИЧНІ ПОВЕРХНІ,
ТЕХНІЧНЕ НОРМУВАННЯ**

ЗМІСТ

Вступ.....	3
1 Аналіз службового призначення машини, вузла, деталі. Опис конструктивних особливостей деталі та умов її експлуатації.....	4
2 Аналіз технічних вимог на виготовлення деталі	10
3 Визначення типу виробництва, такту випуску та партії запуску	12
4 Вибір способу отримання заготовки та розробка технічних вимог до неї.....	19
5 Аналіз технологічної операції існуючого чи типового технологічного процесу	23
6 Обґрунтування необхідності створення пристрою, вибір системи пристрою	37
7 Охорона праці та безпека у надзвичайних ситуаціях. Порядок оформлення і розслідування нещасних випадків на виробництві.....	56
Висновки	53
Перелік джерел посилання	Ошибка! Закладка не определена.
Додаток А.....	53
Додаток Б.....	53
Додаток В.....	53

					ТМ 13010030–00 ПЗ						
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата	Кваліфікаційна робота бакалавра			Лит.	Лист	Листов	
Разраб.	Остапенко									3	64
Провер.	Ленисенко										
Реценз.											
Н. Контр.											
Утверд.					СумДУ, ТМ-61						

ВСТУП

В сучасній промисловості досягнуто великих успіхів у розвитку машинобудівних верстатів, та технологій обробки матеріалів, за допомогою ІТ-програм, та нового допоміжного оснащення.

На сьогоднішній день основним напрямком механообробки є розвиток верстатів з ЧПК. Даний вид верстатного устаткування являє собою майже автоматичну систему для виготовлення деталей, в даному типі верстатів покладено основу обробки матеріалів. Так як його системи автоматичного керування досягли високої точності, та виконання складних траєкторій, це дозволяє йому виконувати найскладніші види обробки.

На сьогоднішній день українське машинобудування знаходиться в стані повільного розвитку, більшість підприємств працюють на старих потужностях, лише невелика кількість з них намагається модернізувати та покращити промислову потужність. Дана тенденція має такий характер за рахунок того, що більшість підприємців не мають достатнє фінансування.

Проблема може бути вирішена шляхом допомоги держави, та збільшенням високо-кваліфікованих спеціалістів, які зможуть знайти більш економічні шляхи виробництва.

Метою цієї роботи є удосконалення технологічного процесу виготовлення деталі вал Н12.178.34.01, яке базується на застосуванні останніх розробок у галузі машинобудування.

									Лист
									3
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата					

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

Аналіз службового призначення виробу.

Деталь «Вал», що розглядається, входить до складу компресору повітряного поршневого ЦНР 800-230, рисунок 1.1.



Рисунок 1.1 – Зовнішній вигляд компресору повітряного поршневого
ВШ-ЦНР 800-230.

Система розохолодження у насосі використовується для забезпечення теплорегулювання залишкових тепловиділень активної зони реактора і розохолодження I контуру із заданою швидкістю в режимах планового і аварійного розохолодження і відноситься до захисних систем безпеки АЕС.

Конструкція насосів ЦНР 800-230 типова для відцентрових насосів з робочим колесом двостороннього входу. Спиральний корпус насоса має горизонтальну площину роз'єму, яка ділить його на верхню і нижню частини. Розташування патрубків в нижній частині дозволяє здійснювати розбирання насоса без його демонтажу. Радіальними опорами ротора є масляні підшипники ковзання, що мають картерів систему мастила.

Вал кріпиться в корпусі. Відносно вала орієнтується корпус підшипника; маслоподаючі кільця; вкладиш радіального підшипника; ротор; ущільнення

					TM18510229 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		4

торцеве; корпус ущільнення; кришка; колесо робоче; кільце ущільнювача; підшипник осьової.

Вал насосу працює для передачі робочого колеса враження від двигуна насоса. Колеса закріплюють на валу з підтримкою шпонок та установочних гайок.

Підшипники, в яких обертається вал насоса, бувають шариковими та ковзаючі тертям із вкладишами. Шарикові підшипники застосовують, як правило, в горизонтальних насосах. У деяких конструкціях підшипників великих насосів попередньо дивляться пристрої для охолодження і примусовій циркуляції масел. При розташуванні підшипникових опор різняться насоси з виносними опорами, викриваються від перекачуваної рідини, а насоси із внутрішніми опорами, в яких підшипники дотикаються з перекачуваною рідиною.

Сальники служать для ущільнення отворів в корпусі насоса, через які проходить вал. Сальник, розташований з боку нагнітання, повинен запобігати витoku води з насоса, а сальник, розташований з боку всмоктування, – попереджати надходження повітря в насос.

В ході технічного супроводу ремонтів і експлуатації насосного обладнання поставки підприємств України, що здійснюється фахівцями ОКБМ на Балаковській АЕС, запропоновано шляхи покращення конструкції зазначених насосів. На АЕС на цей момент впроваджені нова конструктивна схема фіксації гайок в вузлі кріплення осьових підшипників і захист поверхонь головного роз'єму корпусу анаеробним герметиком.

Подальший комплексний аналіз режимів експлуатації і результатів ревізії деталей насоса ЦНР 800-230 на АЕС привів до виявлення ряду прихованих недоліків цих насосів, таких як мала надійність і довговічність підшипників і підвищена вібрація. Конструкція підшипникових вузлів насоса не призначена для частих пусків-зупинок, які є основним режимом роботи при нормальній експлуатації енергоблоку.

Головною проблемою є можливість виходу підшипників з ладу при аварійному запуску і відмова насоса, що неприпустимо для насосів системи безпеки.

						ТМ18510229 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата			5

Мета глибокої модернізації насоса (рис. 2), запропонованої ОКБМ, полягає в постійній наявності в зоні контакту підшипників змазує рідини.

У пропонованому проекті модернізації насоса опорами ротора є радіальні гідростатичні підшипники ковзання, змащувані перекачується середовищем, що пройшла попередню очистку від механічних домішок в мультигідроциклоні об'язки насоса. Крім вирішення перерахованих вище проблем масляних підшипників за рахунок відмови від легкозаймистих мастильних матеріалів виключається пожежонебезпека насоса.

Вузли, застосовані для модернізації насоса ЦНР 800-230Р по конструкції аналогічні раніше розробленим в ОКБМ і успішно пройшли перевірку як в умовах експлуатації на об'єктах, так і на стендах підприємства.

Модернізація дозволила вирішити ряд проблем:

– забезпечити працездатність як при частій короткочасній роботі під час регламентних пусків, так і при тривалій експлуатації (до 1000 год. В рік) під час ремонту енергоблоку;

– поліпшити вібраційні характеристики насоса, знижений обсяг протікання по його валу.

Збереження гідравлічних характеристик насоса після модернізації гарантується запозиченням деталей гідравлічної частини (корпус і робоче колесо).

Міжвідомча приймання дослідного зразка насоса ЦНР 800-230Р підтвердила надійність і працездатність прийнятих конструктивних рішень.

Перевагою запропонованої модернізація є можливість її проведення на АЕС без демонтажу корпусних деталей, шляхом блочної установки модернізованих вузлів.

Конструктивні рішення глибокої модернізації насосів з блочною заміною вузлів, використані для насосів ЦНР 800-230Р застосовані ОКБМ також для модернізації ряду інших типів насосів.

Використання модернізованих насосів системи безпеки дозволить істотно збільшити міжремонтний напрацювання агрегату і підвищити експлуатаційну надійність системи безпеки енергоблоку.

						ТМ18510229 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата			6

Розробка нових конструкцій насосів на базі вузлів насоса ЦНР 800-230Р.

Використання старих корпусних деталей експлуатуються насосів доцільно для АЕС, що мають не дуже великий термін експлуатації.

Отриманий досвід відпрацювання вузлів, що застосовуються при модернізації експлуатуються насосів систем безпеки, був використаний при створенні насосів ЦНР 800-230/1. Ці насоси можуть виготовлятися ОКБМ для заміни експлуатуються насосів з граничним терміном служби або поставки на новоспоруджувані енергоблоки всього насосного агрегату.

Принциповою відмінністю конструкції цих насосів від модернізованих насосів є нове виконання литого корпусу. Використання сучасних ущільнюючих матеріалів роз'ємів корпусу дозволяє збільшити цикл між проведенням капітальних ремонтів з розкриттям гідравлічної частини.

На відміну від модернізованої конструкції насоса ЦНР 800-230Р, де компоновка диктувалася розмірами старих корпусів, гідростатичні підшипники встановлені безпосередньо у всмоктуючих корпусах, що дозволило скоротити габарити насоса.

Модернізований насос ЦНР 800-230Р / 1 з вертикальними роз'ємами корпусу. З метою використання насосів у системах з підвищеним вмістом домішок конструкція насоса розрахована на установку уніфікованих гідродинамічних підшипників. Матеріалом пари тертя для цього варіанта виконання є графіт СГ-П 0,5.

Незважаючи на деяке ускладнення розбирання насоса і необхідності наявності вільного місця для демонтажу ротора конструкція має ряд переваг перед корпусом насоса, що має горизонтальний роз'єм. Корпусні деталі розраховані на проведення гідравлічних випробувань насоса спільно з системами на АЕС повним гідравлічним тиском, що неможливо для експлуатуються насосів ЦНР 800-230. Повна відповідність приєднувальних розмірів дозволяють адаптувати насос ЦНР 800-230 / 1 без переробки проекту АЕС, що особливо цінно, для добудови енергоблоків.

					ТМ18510229 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		7

Жорсткі вимоги до якості основного металу корпусу та продовження терміну служби насоса до 40 років змушують шукати вихід в застосуванні поковок для виготовлення корпусних деталей.

ОКБМ була опрацьована конструкція насоса ЦНСБ 800-230 з кованими-звареним корпусом, що має ті ж характеристики, що й насоси ЦНР 800-230 / 1.

Незважаючи на великі в порівнянні з прототипами габарити, масу і, відповідно вартість, поставка насосів ЦНСБ 800-230 може бути актуальна при подальшому підвищенні вимог до ресурсних характеристик обладнання та безпеки АЕС.

Впровадження запропонованих ОКБМ рішень, закладених при модернізації існуючих і проектуванні нових насосів АЕС, дозволить істотно поліпшити технічні та експлуатаційні показники насосних агрегатів у порівнянні з аналогами, в тому числі збільшити ресурс зношуються вузлів, міжремонтний період, зменшити тривалість і трудомісткість ремонтних робіт.

Таблиця 1.1 – Характеристики насосу ЦНР 800-230

Насос	Q Подача (м ³ /год)	H Напор (м или кГс/см ²)	P Тиск (кГс/см ²)	N Частота оберт. (об/хв)	N Потужність э/д (кВт)	Маса (кг)	Габарити LxVxH (мм)
ЦНР 800-230	800	230	23406	2980	800	6450	4195x1635x1370

Схема базування деталі у виробі показана на рисунку 1.2. Основними конструкторськими базами виступають дві циліндричні поверхні і правий торець.

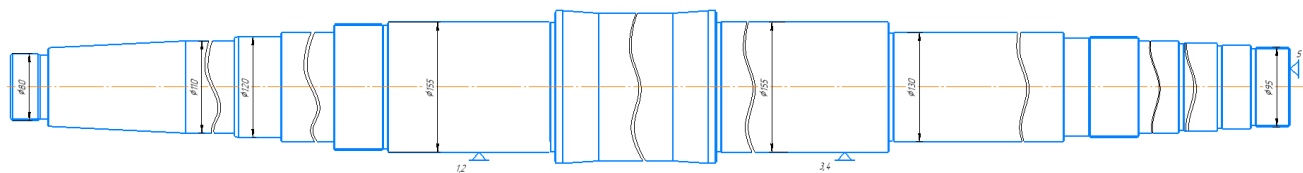


Рисунок 1.2 – Схема базування деталі Вал Н12.178.34.01 у виробі.

									Лист
									8
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата					

Таблиця 2.1 – Матриця зв'язків при базуванні деталі у виробі

<i>База</i>	<i>Зв'язки</i>	<i>Ступені волі</i>	<i>Що забезпечує</i>	<i>Чим забезпечує</i>
<i>ДНБ</i>	<i>1,2,3,4,5</i>	<i>y, z</i>	<i>//, ≡, одноразова обробка цільцевою фрезою</i>	<i>y, z</i>
<i>ОБ</i>	<i>5</i>	<i>x</i>		

Таблиця 2.2 – Таблиця відповідностей

Ось	Переміщення	Обертання
x	-	-
y	-	-
z	-	+

2 АНАЛІЗ ТЕХНІЧНИХ ВИМОГ НА ВИГОТОВЛЕННЯ ДЕТАЛІ

Технічні вимоги (умови) на виготовлення деталі визначаються її службовим призначенням. На основі аналізу робочого креслення можна зробити висновок, що наявних проєкцій і перетинів досить, вони правильно розміщені відповідно до існуючих стандартів, на всіх поверхнях позначені вихідні дані: розміри, їх точність і шорсткість, проставлені потрібні технічні вимоги на виготовлення деталі. Очевидно, що креслення деталі Вал Н12.178.34.01 виконано відповідно до ЕСКД і повністю відповідає стандартам:

- ГОСТ 2.109-73. Основні вимоги до креслень;
- ГОСТ 2.305-68. Зображення видів, перетинів;
- ГОСТ 2.307-68. Нанесення розмірів і граничних відхилень;
- ГОСТ 2.309-73. Шорсткість поверхні. Параметри, характеристики і позначення;
- ГОСТ 24643-81. Допуски форми і розташування поверхонь.

Числові значення. Вимоги по точності розмірів конструктором проставлені у вигляді відхилень. Аналізуючи технологічність конструкції по застосовуваних матеріалів необхідно відзначити, що сталь 45ХГМА є взаємозамінною на сталь 18Х2Н4МА.

Деталь являє собою тіло обертання з відношення $l/d=3570/182$.

Найбільш точною поверхні є зовнішня циліндрична поверхня $d=110h6_{-0,022}$, $d=105h6$, $d=130h6$. Найбільш високу якість мають зовнішні циліндричні поверхні $Ra0,8$: центровий отвір, $d=150$, $d=155$, $d=105$.

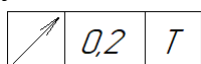
										Лист
										10
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата						

ТМ18510229 ПЗ

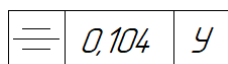
Таблиця 2.1 – Якісні критерії оцінки.

Вид обробки	Поверхня	Метод досягнення точності
Точіння	d182-2шт., d130, d176, d110, d117, всі канавки: I5	Чорнова
	Нарізання різьби M80×4-6g, M150×2-6g, M150×2LH-6g, M95×2LH-6g	Чистова
Фрезерування	Глухий паз: L10, I25N9, I5N9, I32N9, I16N9, I8N9	Напівчистова
Шліфування	d110h6, d120h6, d155h6-2шт., d130h6, d105h6, d100h6	Чистова
Свердлування	Центровий отвір – 2шт.	Чорнова

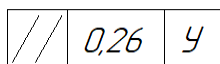
Основні вимоги, що пред'являються конструктором до деталі, полягають в наступному:



Допуск радіального биття валу, відносно поверхні T, дорівнює 0,2 мм.



Допуск симетричності пазу, відносно поверхні Y, дорівнює 0,104 мм.



Допуск паралельності пазу, відносно поверхні Y, дорівнює 0,26 мм. Даний допуск забезпечується сумісністю баз, які є вимірювальною та технологічною.

Дані допуски дозволяють розташувати паз на конусі в правильному положенні, в разі недотриманні указаних показників, при з борці виробу, можуть з'явитися дефекти, які можуть привести в подальшому до передчасної поломки, зазвичай це можуть бути негативні вібрації, які утворилися в результаті недотриманих допусків форм. Негативні вібрації викликає великий зазор чи натяг, при з'єднанні деталей в виробі.

3 ВИЗНАЧЕННЯ ТИПУ ВИРОБНИЦТВА, ТАКТУ ВИПУСКУ ТА ПАРТІЇ ЗАПУСКУ

Тип виробництва характеризується коефіцієнтом закріплення операцій КЗО, який показує відношення всіх різноманітних технологічних операцій, виконуваних на протязі місяця до кількості робочих місць.

Такт випуску та партії для запуску в виробництві розраховується за формулами

$$K_{з.о.} = \sum O / \sum P, \quad (3.1)$$

де $\sum O$ – сумарне число різноманітних операцій;

$\sum P$ – число робітників виконуючих ці операції.

Визначення штучно-калькуляційного Тш-к на всіх операціях. Штучно-калькуляційний час беремо з базового технологічного процесу. Данні заносимо до таблиці 3.1. Розрахункова кількість верстатів по операціям знаходимо за формулою:

$$m_p = \frac{N_{річ} \cdot T_{ш-к}}{60 \cdot F_d \cdot \eta_{з.н.ср.}}, \quad (3.2)$$

де $N_{річ}$ – річна програма випуску деталей;

F_d – дійсний річний фонд часу роботи обладнання, $F_d = 4029$ год;

$\eta_{з.н.ср.}$ – середнє значення нормативного коефіцієнта завантаження обладнання.

Виконаємо розрахунок необхідної кількості обладнання для операції 060:

$$m_p = \frac{2000 \cdot 83,9}{60 \cdot 4029 \cdot 0,8} = 0,86 \text{ шт.}$$

Число робочих місць P знаходимо шляхом округлення до ближнього цілого числа отриманого значення m_p : $P=1$. Результати розрахунків для всіх інших механічних операцій приведені в таблиці 3.1. Фактичний коефіцієнт завантаження обладнання робочого місця знаходиться за формулою:

					ТМ18510229 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		12

$$\eta_{з.ф.} = \frac{m_p}{P}, \quad (3.3)$$

$$\eta_{з.ф.} = \frac{0,86}{1} = 0,86.$$

Кількість операцій виконуваних на робочому місці:

$$O = \frac{\eta_{з.н.ср.}}{\eta_{з.ф.}}, \quad (3.4)$$

$$O = \frac{0,8}{0,86} = 0,93 \approx 1,$$

Результати розрахунків для інших механічних операцій представимо в таблиці 3.1.

Таблиця 3.1 – Результати розрахунків для інших механічних операцій

№ операції	Найменування операції	T _{ш-к} , хв	m _p , шт.	P, шт.	η _{з.ф.}	O
010	Торцепідрізна	31,9	0,32	1	0,32	3
020	Токарна чорнова	81,6	0,84	1	0,84	1
060	Токарна напівчистова	83,9	0,86	1	0,86	1
070	Токарна чистова	47,97	0,49	1	0,49	2
105	Різьбонарізна	7,4	0,07	1	0,07	11
115	Фрезерувальна	60,33	0,62	1	0,62	1
125	Шліфувальна	90,6	0,93	1	0,93	1
Разом:		403,7	-	7	-	21

З таблиці 3.1 знаходимо $\sum P$, $\sum O$, $\sum T_{ш-к}$.

Коефіцієнт закріплення операцій знаходимо по формулі:

$$K_{з.о.} = \frac{\sum O}{\sum P} = \frac{21}{7} = 3, \quad (3.5)$$

Розраховане значення коефіцієнта ($20 < K_{з.о.} < 40$) відповідає дрібносерійному типу виробництва. У відповідності до ГОСТ 3.1108-74 коефіцієнт закріплення операцій складає для дрібносерійного виробництва від 20 до 40 включно. Дрібносерійне виробництво наближається за своїми технологічними особливостями до одиничного виробництва. Цьому типу виробництва властива велика номенклатура виробів, порівняно невеликий обсяг випуску і велика кількість виконуваних на різних робочих місцях операцій. Коефіцієнт закріплення операцій визначається відношенням числа всіх різних

технологічних операцій, що виконуються або підлягають виконанню протягом місяця, до числа робочих місць. Відповідно до ГОСТ 3.1108-74 коефіцієнт закріплення операцій становить для дрібносерійного типу виробництва – понад 20 до 40 включно.

					ТМ18510229 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		14

4 АНАЛІЗ ТЕХНОЛОГІЧНОСТІ КОНСТРУКЦІЇ ДЕТАЛІ

Не технологічними конструктивними елементами є: глухі пази, галтелі, перепади, канавки, конус. Причиною проблем в виготовленні торцевих канавок – надмірне навантаження на інструмент та оброблювану деталь, потрібно чітко визначити сили різання, щоб зменшити навантаження на виріб, для зменшення деформацій та прибрати вірогідність пошкодження оброблюваної поверхні.

До більшості поверхонь проставлена вимога шорсткості Ra 6,3 мкм, так як вони не відповідальні. До баз (основних або допоміжних конструкторських) конструктор пред'явив вимогу Ra 0,8-3,2 мкм за тим же критерієм.

Матеріал деталі:

а) Допускається заміна матеріалу на сталь 18Х2Н4МА Гр. КП 735С ГОСТ 8479-70

Механічні властивості матеріалу:

- межа плинності 0,2 735 МПа (75 кгс / мм);
- тимчасовий опір розриву в 880 МПа (90 кгс / мм);
- відносне подовження S 12%;
- відносне звуження 35%;
- ударна в'язкість КСУ 88 Дж / см (9,0 кгс / см).

Відбір проб для випробувань – по ГОСТ 8479-70.

б) Допускається для сталі 18Х2Н4МА виготовлення з прокату по ГОСТ4543-71.Правила приймання, методи випробувань, відбір проб і значення механічних властивостей як для поковки Гр. КП 735С ГОСТ 8479-70.

в) Поковка зі сталі 45ХГМА по ТУ 26-12-811-90.

г) Матеріал поковки 45ХГМА., 18Х2Н4 додатково випробувати на ударну в'язкість (КСV) при температурі 60 ° С на двох зразках типу 11 ГОСТ 9454-78. Величина ударної в'язкості повинна бути не менше 29 Дж / см (3,0 кгс / см). Відбір зразків по ГОСТ 8479-70.

д) Заготівлю вала піддати контролю ультразвуковим методом в обсязі 100% по ГОСТ 24507-80. Фіксації підлягають дефекти еквівалентної площею понад 5

					ТМ18510229 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		15

мм. Максимальна еквівалентна площа допустимої несплошності 10 мм. Сума еквівалентних площ всіх зафіксованих несплошностей на ділянці довжиною 1000 мм контрольованої заготовки вала не повинна перевищувати 50 мм, при цьому найменша відстань між проекціями центрів допустимих несплошностей на поверхні введення еле має бути не менше 30 мм.

е) Надрізи, ризики, гострі переходи на поверхні вала не допускаються.

У підсумку маємо: оформлення креслення відповідає існуючим ГОСТам. Кількість зображених видів і розрізів цілком достатньо, простановка розмірів, допусків форми, шорсткості вірна, хоча допуски розмірів не відповідають стандарту.

Кількісний аналіз технологічності деталі представимо у вигляді таблиці 2.3. Враховуючи те що деталь має велику кількість видів розрізів можемо сказати, що вона має досить складну форму, що обумовлено в більшій мірі з виконанням великої кількості отворів.

Таблиця 2.3 – Кількісна оцінка технологічності

Назва елементів	Кількість	Точність	Якість
1	2	3	4
Зовнішній циліндр			
d110	1	h6	Ra1,6
d120	1	h6	Ra1,6
d130	1	h14	Ra6,3
d155	2	h6	Ra0,8
d182	2	h14	Ra3,2
d176	1	h14	Ra3,2
d130	1	h6	Ra0,8
d117	1	h14	Ra3,2
d110	1	h14	Ra3,2
d105	1	h6	Ra0,8
d100	1	h6	Ra0,8
Різьба метрична M120-2 M150-2, M80-4, M95-2	4	6g	Ra1,6
Фасонна канавка (5×5)	3	h14	Ra6,3
Торець			
3570	2	h12	Ra12,5
145	1	h14	Ra6,3

Продовження таблиці 2.3

1	2	3	4
1268	1	h13	Ra6,3
1350	1	h14	Ra6,3
1692,5	1	h14	Ra6,3
165	1	h14	Ra6,3
1200	1	h12	Ra1,3
1360	1	h14	Ra6,3
1392,5	1	h14	Ra6,3
1266	1	h12	Ra6,3
1176	1	h12	Ra6,3
1150	1	h14	Ra6,3
140	1	h14	Ra6,3
146	1	h14	Ra6,3
Канавки (5)	5	h13	Ra6,3
Циліндрична канавка d154	3	h14	Ra6,3
Паз			
110	1	h14	Ra6,3
125	1	N9	Ra6,3
15	1	N9	Ra6,3
132	1	N9	Ra6,3
116	1	N9	Ra6,3
18	1	N9	Ra6,3
Фаски А	23	h14	Ra6,3
Фаска В	1	h14	Ra1,6
Галтелі R1,6	3	h14	Ra6,3
Галтелі R2	2	h14	Ra6,3

Коефіцієнт точності обробки розраховується як:

$$K_{Tч} = 1 - (1/A_{CP}), \quad (4.1)$$

де A_{CP} – середній квалітет точності.

Розрахунок середнього арифметичного значення квалітету точності деталі:

$$A_{CP} = (n_1 + n_2 + \dots + n_{32}) / \sum_i m_i, \quad (4.2)$$

де n – квалітет точності кожної поверхні;

m – кількість поверхонь.

$$A_{CP} = 4 \times 6 + 7 \times 6 + 5 \times 9 + 51 \times 14 + 5 \times 12 + 6 \times 13 / 78 = 12.3$$

$$K_{Tч} = 1 - 1/12,3 = 0.91 > 0.7$$

Коефіцієнт шорсткості по критерію Ra розраховують за формулою:

					ТМ18510229 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		17

$$K_{ш} = 1 - 1/B_{ср} \quad (4.3)$$

де $B_{ср}$ – середня шорсткість поверхонь.

Розрахунок арифметичного значення шорсткості всіх поверхонь:

$$B_{ср} = (c_1 + c_2 + \dots + c_{32}) / \sum_i m_i \quad (4.4)$$

де c – значення шорсткості кожної поверхні.

$$B_{ср} = 58 \times 6.3 + 7 \times 1.6 + 2 \times 12.5 + 5 \times 0.8 + 5 \times 3.2 + 1.3 / 78 = 5.38$$

$$K_{ш} = 1 / 5.380 = 0.18 < 0.52$$

Так як $K_{ш} > 0,32$, деталь по даному показнику є технологічною.

Згідно з результатами кількісного аналізу можемо зробити висновок що деталь є технологічною.

В цілому аналізуючи технологічність деталі «вал», він має порівняно невеликі габарити та достатньо малі прості поверхні, виконання яких може викликати ускладнення. Проте з урахуванням загального аналізу можемо зробити висновок, що деталь є технологічною хоча має окремі не технологічні характеристики як по точності та к і по якості.

Висновок: при аналізуванні базування деталі, його конструкторських розмірів, виконавчих умов, властивостей матеріалу та іншого, я зробив висновок, що всі пункти задовольняють умови для експлуатації деталі.

5 ВИБІР СПОСОБУ ОТРИМАННЯ ЗАГОТОВКИ ТА РОЗРОБКА ТЕХНІЧНИХ ВИМОГ ДО НЕЇ

Метод отримання заготовки має суттєвий вплив на техніко-економічні показники технологічного процесу виготовлення деталі. Трудомісткість виготовлення і собівартість заготовки повинні бути мінімальними. Заготовка повинна мати форму, що дозволяє вести обробку з мінімальною кількістю установів і ріжучого інструменту. Заготовка не повинна мати тріщин, рихлостей, розшарувань.

На вибір метода отримання заготовки впливають матеріал деталі, його призначення та технічні вимоги до виготовлення, обсяг випуску, конфігурація, форма поверхні та її розміри.

В базовому варіанті заготовку отримували прокатом. В проектованому варіанті, виходячи з конфігурації заданої деталі, технічних вимог креслення (конструктора), габаритів, маси, обсягу випуску, пропонується метод ГKM.

Вид заготовки встановлюється на основі всіх перелічених даних, а також техніко-економічного порівняння декількох варіантів.

Проведемо аналіз економічності заготовки.

Собівартість заготовок з прокату розраховується за формулою:

$$S_{\text{заг}} = M + \sum C_{\text{о.з.}}, \quad (5.1)$$

де M – витрати на матеріал заготовки, грн;

$\sum C_{\text{о.з.}}$ – технологічна собівартість операції правки, калібрування прутків, розрізання їх на штучні заготовки

$$C_{\text{о.з.}} = \frac{C_{\text{п.з.}} \cdot T_{\text{шт}}}{60 \cdot 100}, \quad (5.2)$$

де $C_{\text{п.з.}}=3050$ – приведені затрати на робочому місці, грн./год.;

$T_{\text{шт}}=7,9$ – штучний час виконання заготівельної операції, хв.

$$M = Q \cdot S - (Q - q) \frac{S_{\text{отх}}}{1000} \quad (5.3)$$

де $Q=810$ – маса заготовки (розраховується за габаритами заготовки заводського варіанта – прокат діаметром 192 мм та довжиною 3575 мм та за густиною матеріалу заготовки, $\rho=7800$ кг/м³), кг;

					TM18510229 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		19

$q=435$ – маса готової деталі, кг;

$S_{отх}=0,9$ – ціна 1 тони відходів, грн.;

$S=15,6$ – ціна 1 кг матеріалу заготовки, грн.

$$M = 81015,6 - (810 - 435) \frac{900}{1000} = 12298,5 \text{ грн.}$$

$$C_{о.з.} = \frac{3050 \cdot 7,9}{60 \cdot 100} = 4,01 \text{ грн.}$$

$$S_{заг} = 12298,5 + 4,01 = 12302,5 \text{ грн.}$$

Собівартість заготовок, отриманих ковкою на молотах розраховується за формулою:

$$S_{заг} = \left(\frac{C_i}{1000} \cdot Q \cdot K_m \cdot K_c \cdot K_v \cdot K_M \cdot K_n \right) - (Q - q) \cdot \frac{S_{отх}}{1000}, \quad (5.4)$$

де $C_i = 15600$ – базова вартість однієї тони заготовок, грн/т;

K_m – коефіцієнт, який залежить від класу точності заготовки;

K_c – коефіцієнт, який залежить від групи складності заготовки;

K_v – коефіцієнт, який залежить від маси заготовки;

K_M – коефіцієнт, який залежить від марки матеріалу;

K_n – коефіцієнт, який залежить від обсягу виробництва;

Q – маса заготовки;

q – маса деталі;

$S_{отх}$ – вартість однієї тони відходів, грн.

Для заготовки, отриманої ковкою на молотах:

$C_i = 15600$ грн/т;

$K_m = 1$ [3, с.37];

$K_c = 1,1$ [3, табл.2.12, с.38];

$K_v = 0,98$ [3, табл.2.12, с.38];

$K_M = 1,22$ [3, с.37];

$K_n = 0,95$ [3, табл.2.13, с.38];

$Q = 527$ кг (виходячи з габаритних розмірів, $\rho=7,8$ г/см³);

$q = 435$ кг;

$S_{отх}=900$ грн/т.

Вартість заготовки, отриманої ковкою на молотах: 82,8

										Лист
										20
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата						

$$S_{\text{заг}} = \left(\frac{15600}{1000} \cdot 527 \cdot 1 \cdot 1,5 \cdot 0,98 \cdot 1,22 \cdot 0,95 \right) - (527 - 435) \cdot \frac{900}{1000} = 13923 \text{ грн}$$

Так як вартість заготовки, отриманої ковкою на молотах, менше вартості заготовки, отриманої покатом, то в якості способу отримання заготовки для даної деталі приймаємо ковку.

Економічний ефект розраховують за формулою:

$$E_{\phi} = (S_{2\text{заг}} - S_{1\text{заг}})N, \text{ грн} \quad (5.5)$$

де N – річний обсяг випуску, шт

$$E_{\phi} = (13923 - 12302,5) \cdot 2000 = 3242810 \text{ грн}$$

Для остаточно обраної заготовки, у відповідності зі стандартом ГОСТ 7829-70 «Поковки з вуглецевих і легованих сталей, що отримують ковкою на молотах» призначаємо припуски на всі поверхні і визначаємо розміри заготовки.

Припуски та граничні відхилення для поковок вибираємо у відповідності з рисунком 2 і таблицею 4.1 [4]:

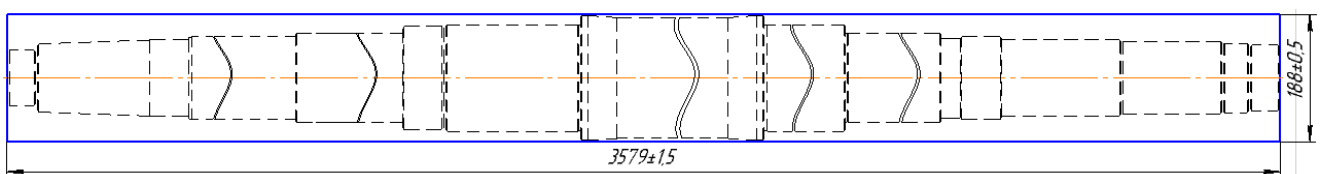
Таблиця 5.1 – Припуски та граничні відхилення для поковок

Розмір деталі	Чистота поверхні	Основний припуск	Додатковий припуск	Загальний припуск	Розрахунковий розмір заготовки	Прийманий розмір заготовки	Фактичний припуск
d182	12,5	2,5	0,5	3	188	188	6,0
L3570	6,3	3,8	0,5	2	3578,6	3579	9,0

Зміщення по поверхні рознімання штампа – 0,3 мм.

Зігнутість і відхилення від площинності і прямолінійності – 0,5 мм.

Вигляд заготовки зображений на рисунку 6.1.



					ТМ18510229 ПЗ		Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата			21

Рисунок 5.1 – Вигляд заготовки, що отримується ковкою на молотах

Технічні вимоги до заготовки:

- Спосіб отримання: вільне кування на молотах;
- НВ 180...200;
- Група складності: II;
- Припуски на розміри за ГОСТ 7829-70

					ТМ18510229 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		22

6 АНАЛІЗ ТЕХНОЛОГІЧНОЇ ОПЕРАЦІЇ ІСНУЮЧОГО ЧИ ТИПОВОГО ТЕХНОЛОГІЧНОГО ПРОЦЕСУ

6.1 Розрахунок припусків на механічну обробку

Для прикладу розрахуємо припуски на операцію 060 для зовнішньої циліндричної поверхні Ø182h14 на 4-х переходах:

- а) Чорнове точіння;
- б) Напівчистове точіння;
- в) Чистове точіння;
- г) Шліфування.

Так як ведеться обробка зовнішньої поверхні обертання, то припуск знаходиться за наступною формулою:

$$2Z_{min} = 2(Rz_{i-1} + h_{i-1} + \sqrt{\rho_{i-1}^2 + \varepsilon_i^2}) \quad (6.1)$$

де Rz_{i-1} – величина мікронерівностей поверхні отриманої на попередній операції (переході), мкм;

h_{i-1} – глибина дефектного шару поверхні отриманої на попередній операції (переході), мкм;

ρ_{i-1} – похибка просторового відхилення форми і взаємного розміщення поверхонь, отримана на операції (переході), мкм;

ε_i – похибка установовки на даній операції (переході), мкм.

Показники, які перераховані вище, є табличними величинами, окрім ρ_{i-1} , яка розраховується за наступною формулою:

$$\rho_{заг} = \sqrt{\rho_{зм}^2 + \rho_{кор}^2} \quad (6.2)$$

де $\rho_{зм}$ – похибка заготовки пов'язана із зміщенням осі;

$$\rho_{зм} = \delta,$$

де δ – допуск на поверхню, $\delta=1,6$ мм.

$\rho_{кор}$ – похибка короблення заготовки;

$$\rho_{кор} = \Delta_k \cdot D \quad (6.3)$$

					ТМ18510229 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		23

Δ_k – питома кривизна заготовки, $\Delta_k = 0,1$ [5, с.186]

D – найбільший діаметр заготовки, $D=182$ мм.

$$\rho_{\text{кор}} = 0,1 \cdot 182 = 18,2 \text{ мкм}$$

$$\rho_{\text{заг}} = \sqrt{1,6^2 + 18,2^2} = 18,2 \text{ мкм}$$

$$\rho = \rho_{\text{заг}} \cdot k_y$$

де k_y – коефіцієнт уточнення форми:

однократне та чорнове точіння заготовок з прокату, $k_y = 0,06$; [5, с.190]

напівчистове точіння заготовок з прокат, $k_y = 0,05$; [5, с.190]

чистове точіння заготовок з прокат, $k_y = 0,04$. [5, с.190]

шліфування $k_y = 0,02$ [5, с.190].

Знайдемо для кожного з переходів:

$$\rho_{\text{чор.точ.}} = 18,2 \cdot 0,06 = 2,02 \text{ мкм.}$$

$$\rho_{\text{напівчист.точ.}} = 18,2 \cdot 0,05 = 1,68 \text{ мкм.}$$

$$\rho_{\text{чист.точ.}} = 18,2 \cdot 0,04 = 1,34 \text{ мкм}$$

$$\rho_{\text{шліфуван.}} = 18,2 \cdot 0,02 = 0,67 \text{ мкм}$$

Вхідні дані для розрахунку припусків на ЕОМ приведені в таблиці 6.1

Таблиця 6.1 – Вихідні дані для розрахунку припусків на розмір $\text{Ø}182\text{h}6_{(-0,067)}$ мм

Назва переходу	Квалітет точності	Допуск, мкм	Елементи припуску, мкм			
			Rz_{i-1}	h_{i-1}	ρ_{i-1}	ε_i
Обробка тиском	IT 17	$1600^{(+0,5)}_{(-1,1)}$	250	300	33,6	-
Чорнове точіння	IT 12	$202_{(-0,202)}$	50	50	2,02	600
Напівчистове точіння	IT 10	$168_{(-0,168)}$	25	25	1,68	0
Чистове точіння	IT 9	$134_{(-0,134)}$	10	15	1,34	0
Шліфування	IT 6	$67_{(-0,067)}$	5	5	0,67	0

Дані для розрахунку припусків на ЕОМ для зовнішньої циліндричної поверхні $\varnothing 235h6(-0,029)$ мм, показані в додатку Б пояснювальної записки.

Відповідно до даних додатка Б, побудована схема розташування припусків та допусків, яка показана на рисунку 6.1.

6.2 Призначення та обґрунтування схем базування та закріплення

Похибка базування є результатом неспівпадання технологічної та вимірювальної баз. Тому, при виборі баз необхідно:

- в якості технологічної бази брати поверхню, яка одночасно була б і вимірювальною;
- необхідно дотримуватись принципу постійності баз;
- якщо за умовами обробки не вдається витримати принцип постійності баз, то в якості нової бази приймають оброблену поверхню, яка по можливості є найбільш точною та забезпечує жорсткість встановлення заготовки.

Обираємо операцію 060 – Токарна з ЧПК(напівчистова). На цій операції проводиться точіння поверхонь зі сторони розташування задньої бабки. Обробка проводиться за два установи. Розглянемо докладніше схеми базування та закріплення деталі під час виконання токарної операції.

а) в трикулачковому самоцентруючому патроні з упором в торець (рисунок 6.1);

б) в центрах з упором в торець (рисунок 6.2)

При першій схемі базування виконується в трикулачковому самоцентруючому патроні з упором в торець (рисунок 6.1), оброблюються циліндричні та торцеві поверхні 1-17. Для даної обробки застосовуємо верстат з ЧПК. Завдання зводиться до прив'язки нуля деталі (осі торця деталі) з віссю нуля верстата. На даній схемі базування заготовка позбавляється п'яти ступенів вільності (встановлювальна та подвійна опорна бази). Вільним залишається один зв'язок, обертання навколо осі деталі. Також центр, що знаходиться в трьохкулачковому патроні значно збільшує жорсткість установки валу при

					TM18510229 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		25

обробці. При цій схемі технологічна та вимірювальна бази співпадають, таким чином похибка базування на лінійні розміри зводиться до нуля, $E_{\delta}=0$.

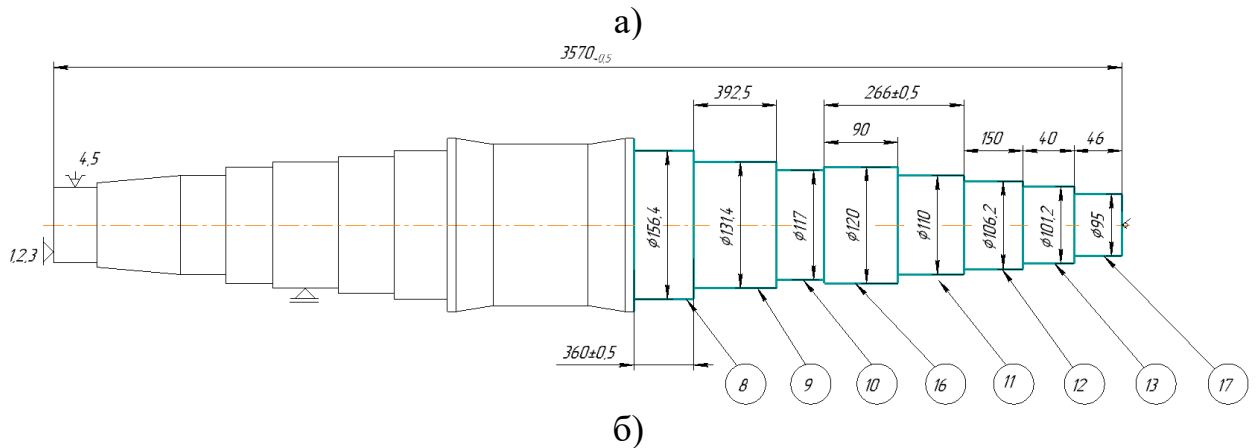
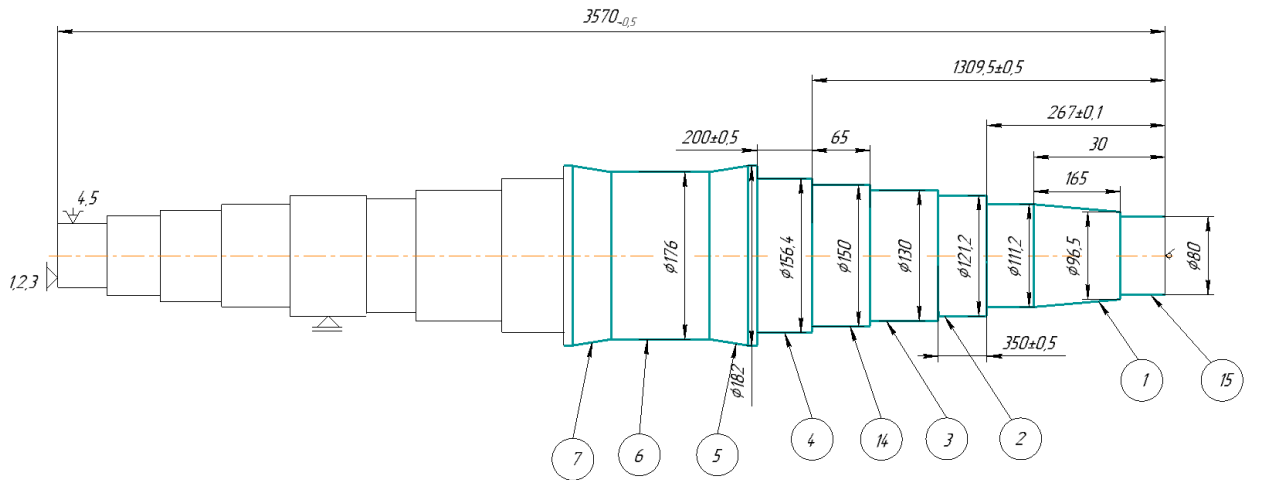


Рисунок 6.1 – Базування деталі в трьохкулачковому патроні з рухомих центром
а) установ А, б) установ Б

Інша схема – базування в центрах з упором в торець (рисунок 6.2)

Особливістю валів є наявність на їх торцях центрових отворів (гнізд), які є технологічними базами. Ці отвори не використовуються при роботі вала в вузлі, але необхідні в процесі виготовлення і контролю. Вал, встановлений в центрах, позбавлений п'яти ступенів свободи, залишається можливість повороту навколо осі (рис. 6.2).

У радіальному напрямку таке базування є чітким, а в осьовому - немає. Лівий торець вала може займати різне положення уздовж осі в залежності від глибини зацентровки. Щоб виключити ймовірність виникнення похибки

					ТМ18510229 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		26

базування при подальшій обробці, за базову точку 5 можна прийняти лівий торець, а передній центр або зробити підпружиненим (плаваючим) уздовж осі, або взагалі відмовитися від базування по передньому центровому отвору. Таким чином, в бази для обробки валів поряд з центровими отворами слід включити один з торців.

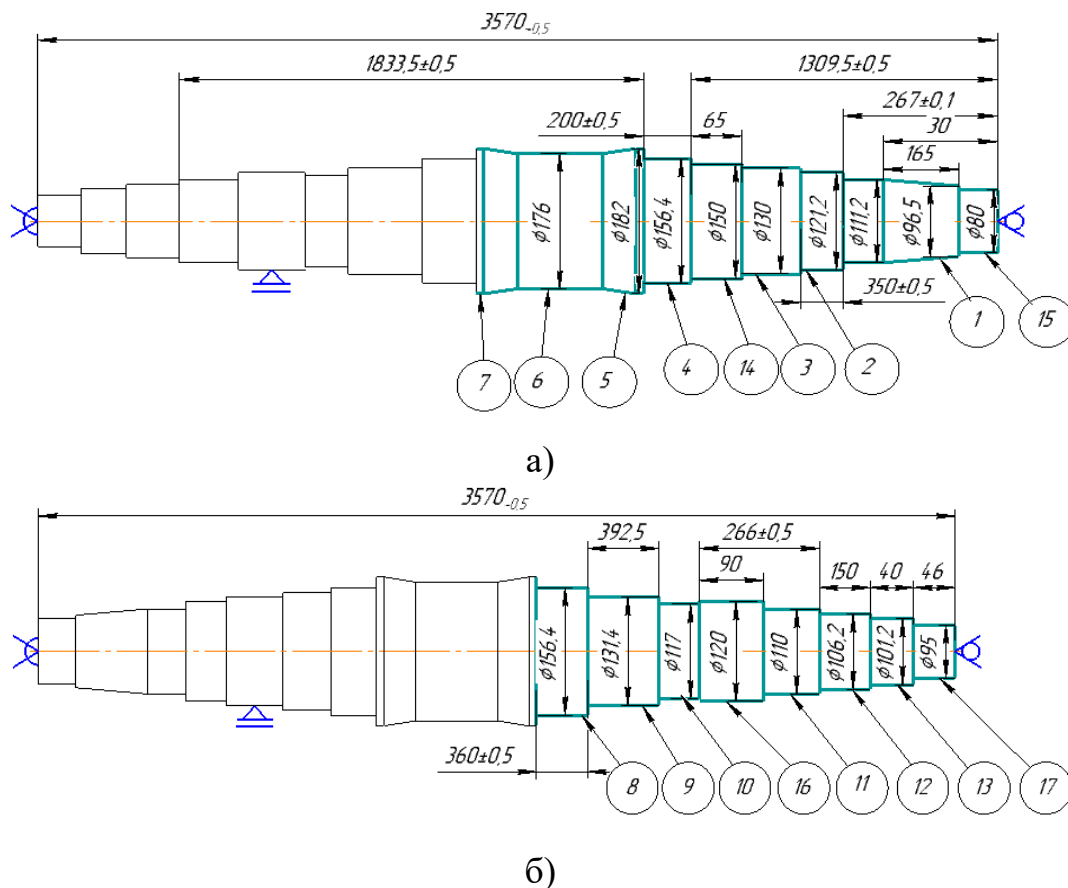


Рисунок 6.2 – Базування деталі в центрах а) установ А, б) установ Б

Таким чином більш простою для виконання буде перша схема базування.

Розглянемо операцію 115 – Токарна з ЧПК (фрезерування шпонкових пазів). На даній операції проводиться фрезерування шпонкових пазів, що вказані на кресленні по всій довжині вала. Обробку можна вести двома методами, в першому за декілька установів, а в другому за один.

а) базування вала в призмах з упором

б) базування вала в трьохкулачковому патроні з рухомим центром.

В першому випадку вал базується в призмах, притискаючи його до упору та затискається прижимним механізмом. Так як стіл не може охопити всю довжину вала, то до спеціального оснащення застосовують регулюючу ніжку з призмою,

																			Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата															27

щоб запобігти провисання валу зі стола, його похибку симетричності. Паралельності циліндричних поверхонь та похибки форми регулюють шляхом піджимання чи розтискання прижимного механізму та регулювання висоти ніжки.

Базовою поверхнею є торець зовнішньої циліндричної поверхні, на якій буде зроблено шпонковий паз, який прижаний в упор для торців.

Похибку базування будемо визначати на діаметральні розміри, а саме на осьові розташування отворів щодо осі заготовки: $\varnothing 80 \pm 0,3$; $\varnothing 110 \pm 0,3$; $\varnothing 120 \pm 0,3$; $\varnothing 155 \pm 0,3$; $\varnothing 130 \pm 0,3$; $\varnothing 105 \pm 0,3$ мм, див рис. 6.3. Похибка базування на розташування шпонкових пазів щодо осі заготовки буде дорівнювати допуску на діаметральні розміри оброблюваних поверхонь, отже $E_6 = 0,087$ мм = 87 мкм. Для виконання конструкторських вимог необхідно, щоб похибка базування була менше допуску на оброблюваний розмір (допуск на виконуваний розміри 0,6 мм або 600 мкм), отже $E_6 < T$, $87 < 600$ мкм, умова виконується.

Даний метод задовольняє наші потреби за технологічними і конструкторськими умовами, але є малоефективним порівнюючи його з сучасними методами обробки даної операції. Дана методика потребує високої кваліфікації робітника, враховуючи великі габарити деталі та її поверхні. Також велику кількість часу займає час на установку деталі, виходячи з її габаритів і кількості установ. Велика кількість установ може призвести до безліч похибок, таких як: похибка паралельності, симетричності, форми. Тому даний метод рекомендується в випадку коли немає альтернатив виконання операції, та вільних допусків.

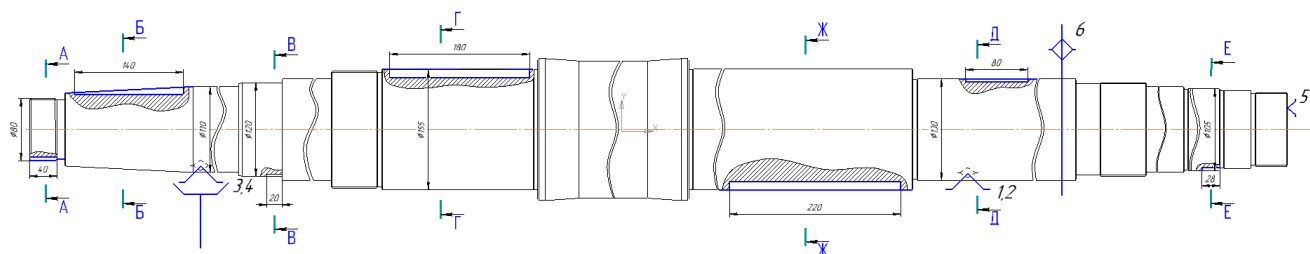


Рисунок 6.3 – Базування деталі в трьохкулачковому патроні з рухомим центром

					TM18510229 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		28

Розглянемо другий метод обробки шпонкових пазів. В даному випадку вал базується трьохкулачковому патроні з упором та рухомим центром. Обробка ведеться за один установ, за рахунок повороту патрона на потрібний кут, для обробки та доступністю переміщення інструмента на всю довжину деталі, рисунок 6.4.

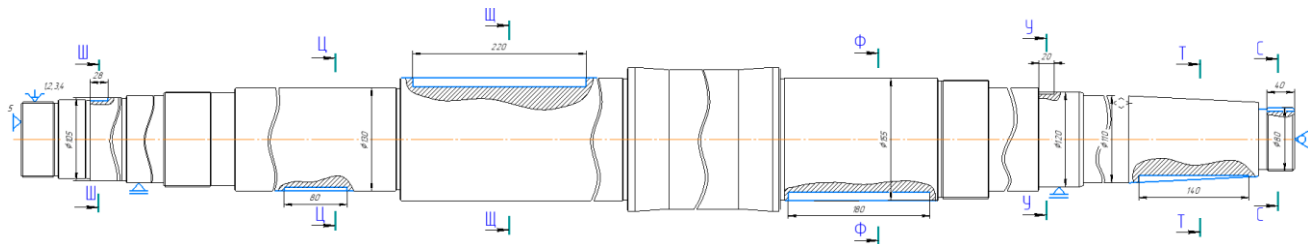


Рисунок 6.4 – Альтернативна схема базування по операції 115

Базовою поверхнею є крайній лівий торець $\varnothing 95 \pm 0,3$ зовнішньої циліндричної поверхні, який прижятий в упором. Похибка базування на розташування шпонкових пазів щодо осі заготовки буде аналогічною з першим варіантом, отже $E_b = 0,087 \text{ мм} = 87 \text{ мкм}$.

Дане базування повністю задовільняє конструкторські та технологічні умови, для виконання операції. Також за рахунок того, що обробка ведеться за один установ, це значно зменшує час на обробку, це значить, що даний спосіб є більш економічним, похибки що можуть виникати при установі теж зменшуються, так як їх кількість зменшена до одного, а верстатне пристосування зводить до мінімуму похибку установу (за умов, що пристосування в відрегульованому стані). В додаток до цього, можна зазначити те, що даний метод потребує менших потреб кваліфікації для робітника, а отже зменшує фінансову вартість на обробку.

Отже для виконання даної операції, обираємо базування другого варіанту, див рис.6.4.

6.3 Обґрунтування та вибір моделей металорізальних верстатів

Вибір верстатів рекомендується виконувати згідно з та існуючих сучасних каталогів-довідників металорізальних верстатів, дотримуючись таких вимог [1]:

					Лист
					29
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата	

враховувати технологічні методи оброблення поверхонь, що вміщені у цю операцію; потужність двигунів; габарити робочого простору; тип виробництва; встановлену кількість інструментів.

Для операції 060 – Токарна з ЧПК обираємо багатоцільовий верстат з ЧПК DOOSAN PUMA 700XL. Даний тип верстату обираємо по декільком факторам, його габарити, потужність двигуна та жорсткість дозволяють оброблювати такий тип деталей. Також верстат має широку номенклатуру вибору інструменту, так як він являється багатоцільовим, він виконує токарну, свердлильну та фрезерну обробку, в майбутньому це дозволить виконати на цьому верстаті фрезерну операцію, таким чином, завдяки багатофункціональності верстата, ми скорочуємо шлях обробки деталі, що значно зменшує час на підготовку до наступної операції. Також система ЧПК FANUC дозволяє точно і без особливих складнощів виконати обробку деталі.

Таблиця 6.2 – Основні характеристики верстата DOOSAN PUMA 700XL

Найбільший діаметр виробу над станиною, мм	900
Найбільший хід супортів, мм	
поздовжній	950
поперечний	210
Кількість керованих/одночасно керованих координат	2/2
Дискретність завдання переміщення, мм	
в поздовжній осі	0,01
в поперечній осі	0,005
Межі частот обертання шпинделя, об/хв	1500
Межі швидкостей робочих подач, мм/хв:	
поздовжніх	2800
поперечних	550
Кількість позицій інструментальної головки	6,8,12
Потужність електродвигуна головного руху, кВт	21
Габаритні розміри верстата, мм	7210x2260x2650
Маса, кг	12000

6.4 Обґрунтування вибору верстатних пристроїв, металорізального та вимірювального інструментів

Для забезпечення необхідного результату для обробки деталі необхідно обрати необхідні для даної операції верстатні пристрої, металорізальні та верстатні інструменти. При правильному виборі вище сказаного оснащення, можна досягти максимальної ефективності при обробці, також збільшити стійкість ріжучого інструмента, та економічно вигідно використовувати його.

Для операції 060 – Токарна з ЧПК, застосовуємо наступні вимірювальні, ріжучі інструменти та верстатні пристрої:

Верстатні пристрої: патрон 3-ьох кулачковий токарний діаметром D=200 мм (Патрон 7108-0021 ГОСТ 2571-71), люнет, та обертову задню бабку.

Ріжучий інструмент: різець PCLNR2525-M12 T15K6.

Вимірювальний інструмент: штангенциркуль ШЦ-II-250-0,1 ГОСТ 166-89.

Для операції 115 – Токарна з ЧПК, застосовуємо наступні вимірювальні, ріжучі інструменти та верстатні пристрої:

Верстатні пристрої: патрон 3-ьох кулачковий токарний діаметром D=200 мм (Патрон 7108-0021 ГОСТ 2571-71), люнет, та обертову задню бабку.

Ріжучий інструмент: різець PCLNR2525-M12 T15K6.

Вимірювальний інструмент: штангенциркуль ШЦ-II-250-0,1 ГОСТ 166-89.

6.5 Розрахунки режимів різання

Проведемо розрахунок режимів різання для операції 060 – Токарна з ЧПК. Рекомендації для напівчистої наведені в таблиці 11, с. 271 [6]: для матеріалу, що оброблюється – сталь 45, матеріалу ріжучої частини T5K10.

Розраховуємо глибину різання:

$$t = \frac{d_1 - d_2}{2 \cdot i} = \frac{188 - 182}{2 \cdot 2} = 1,5 \text{ мм} \quad (6.4)$$

					ТМ18510229 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		31

Подачу та глибину різання визначаємо за табличними даними [3, с.39], [4, с.41], [6, с.46], [7, с.47]. Вибір подачі залежить від характеру поверхні, зовнішня чи внутрішня обробка, матеріалу та глибин різання.

Визначаємо подачу за [6, табл. 1, с. 268]:

$$S = S_T \cdot K_S = 0,14 \cdot 1 = 0,14 \text{ мм/об.} \quad (6.5)$$

Визначаємо швидкість різання за наступною формулою:

$$V = \frac{C_v}{T^{m \cdot t^x \cdot S^y}} \cdot K_v \quad (6.6)$$

де $T = 40$ хв; $C_v = 340$; $m = 0,2$; $y = 0,45$; $x = 0,15$ [6, табл. 1, с. 269];

K_v – загальний поправочний коефіцієнт на швидкість різання враховуючий фактичне зусилля різання. Розраховується за формулою:

$$K_v = K_{mv} \cdot K_{nv} \cdot K_{uv} \quad (6.7)$$

де K_{nv} – коефіцієнт, враховуючий стан поверхні заготовки, $K_{nv}=1$ [6, табл. 5, с. 263];

K_{uv} – коефіцієнт, враховуючий матеріал інструмента, $K_{uv}=1,4$ [6, табл.6, с. 263]

K_{mv} – коефіцієнт, враховуючий вплив матеріалу заготовки.

Розраховується за формулою:

$$K_{mv} = K_r \left(\frac{750}{G_b} \right)^{n_v}, \quad (6.8)$$

де $n_v = 1$;

$K_r = 1$ [6, табл. 2, с. 262].

$$K_{mv} = 1 \cdot \left(\frac{750}{950} \right) = 0,8,$$

За формулою 7.2:

$$K_v = 0,8 \cdot 1 \cdot 1,4 = 1,12$$

За формулою 7.1:

$$V = \frac{340}{58,4^{0,2} \cdot 1,5^{0,15} \cdot 0,3^{0,45}} \cdot 1,12 = 273 \text{ м/хв.}$$

Швидкість знаходимо за табличними даними [11] с.80, [11] с.81. Швидкість різання залежить від матеріалу деталі та інструменту, стану поверхні, глибин різання та подачі.

					ТМ18510229 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		32

Частота обертання шпинделя розраховується за формулою:

$$n = \frac{1000v}{\pi D} \text{ (об/хв)} \quad (6.9)$$

де $D_з$ – діаметр заготовки, мм;

V – швидкість різання, м/хв.

$$n = \frac{1000 \times 187}{\pi \times 110} = 540 \text{ (об/хв)};$$

Розрахунок хвилинної подачі на пів-чистову стадію:

Хвилинна подача вираховується за формулою:

$$S_{хв} = S_o \times n \quad (6.10)$$

$$S_{хв} = 0,14 \cdot 540 = 75,6;$$

Режими різання для інших переходів визначаємо за нормативами табличним методом та зводимо в таблицю 6.3 [6, табл. 22, с.273];

Таблиця 6.3 – Результати розрахунків режимів обробки на операції 060

Номер і текст переходу	Параметри режимів обробки						Вид режиму
	t, мм	S, мм/об	n, об/хв	V, м/хв	i	переходу T_o , хв	
1	1,7	0,14	540	187	1	2,94	аналітичний
2	1,7	0,14	500	187	1	5	табличний
3	2	0,13	460	187	1	10,5	табличний
4	2	0,13	380	187	1	4,04	табличний
5	1,5	0,18	240	138	1	0,6	табличний
6	2	0,13	340	187	1	15,8	табличний
7	1,5	0,18	240	138	1	0,6	табличний
8	2	0,13	380	187	1	7,28	табличний
9	2	0,14	460	187	1	6,56	табличний
10	1,7	0,14	510	187	1	0,42	табличний
11	1,7	0,14	540	187	1	2,32	табличний
12	1,7	0,14	570	187	1	1,87	табличний
13	1,7	0,14	600	187	1	0,47	табличний
14	1,7	0,14	740	187	1	0,43	табличний
15	2	0,13	400	187	1	1,25	табличний
16	2	0,13	500	187	1	0,92	табличний
17	1,7	0,14	630	187	1	0,51	табличний

Операція 115

Обладнання – верстат DOOSAN PUMA 700XL

Інструмент: шпоночна фреза Ø8 T15K10, z=4.

Деталь базується та закріплюється в патрон токарний самоцентруючий 3-кулачковий. Дана схема базування забезпечує опорну та подвійну направляючу бази. Фрезерувати пази: 10N9 мм, 25N9 мм, 5N9 мм, 32N9 мм, 16N9 мм, 8N9 мм. Фрезерувати пази по розмірам в скобах, попередньо під фрезерування в валопроводі з урахуванням припуску 0,8(-0,2)мм під шліфовкою. Фрезерувати паз 25N9 (січна Б-Б) кінцево з урахуванням припуску 0,8(-0,2)мм під шліфовку.

Розрахуємо кількість швидкість різання:

$$v_c = \frac{n \times D_c \times \pi}{1000}$$

де v_c – швидкість різання, м/хв;

D_c – діаметр фрези, мм;

n – кількість обертів, об/хв.

Кількість обертів обираємо за інструментальним каталогом з таблиць і отримуємо для фрези Ø8 кількість обертів $n=3500$ об/хв.

$$v_c = \frac{3500 \times 8 \times \pi}{1000} = 87,92 \text{ м/хв.}$$

Розрахуємо подачу фрезерування:

$$f = f_z \times z \times n$$

де f – подача, мм/хв;

f_z – подача на зуб, мм/зуб;

z – кількість зубів фрези.

$$f = 0,12 \times 4 \times 3500 = 1680 \approx 1700 \text{ мм/хв.}$$

					ТМ18510229 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		34

Таблиця 6.5 – Результати розрахунків режимів обробки на операції 115

Номер і текст переходу	Параметри режимів обробки						Вид режиму
	t, мм	S, м/хв	n, об/хв	V, м/хв	i	переходу T _o , хв	
1	0,2	17	3500	87,92	45	7,41	аналітичний
2	0,2	19	4000	100,48	23	0,89	табличний
4	0,2	19	4000	100,48	20	0,58	табличний
8	0,2	12	6000	75,36	15	0,5	табличний
9	0,2	19	3000	150,72	55	10,42	табличний
12	0,2	19	3000	150,72	55	12,73	табличний
13	0,2	19	3000	150,72	20	0,84	табличний

6.5 Технічне нормування операцій

Операція 060 – Токарна з ЧПК

Визначаємо машинний час за формулою:

Розрахунок головного часу обробки деталі вираховується за формулою:

$$T_o = \frac{l_{px}}{S_{xv}} \times i \text{ (хв)}, \quad (6.11)$$

де l_{px} - довжина поверхні

S_{xv} - хвилинна подача

i - кількість проходів

$$T_o = \frac{223}{75,6} \cdot 1 = 2,94$$

Сумарна кількість хвилин головного на обробку для на пів-чистої стадії:

$$T_0 = T_1 + T_2 + T_3 + \dots + T_{15} + T_{16} + T_{17} = 2,94 + 5 + 10,5 + 4,04 + 0,6 + 15,8 + 0,6 + 7,28 + 6,56 + 0,42 + 2,32 + 1,87 + 0,47 = 58,4 \text{ (хв)}.$$

При дрібносерійному виробництві технічне нормування операції полягає у визначенні штучно-калькуляційного часу за формулою:

$$T_{ш-к} = \frac{T_{п.з}}{n} + T_o + T_d + T_{обсл} + T_{відп}, \quad (6.12)$$

де $T_{п.з}$ - підготовчо-заклучний час, хв;

T_o - основний (технологічний) час, хв;

T_d - допоміжний час, хв;

$T_{обсл}$ - час обслуговування робочого місця, хв;

$T_{\text{відп.}}$ – час, необхідний на особисті потреби робітника, хв;

n – кількість деталей у партії.

Підготовчо-заключний час визначається за формулою:

$$T_{\text{п.з.}} = T_{\text{п.з.1}} + T_{\text{п.з.2}} \quad (6.13)$$

де $T_{\text{п.з.1}}$ – час на налагодження верстата і установку пристроїв,

$$T_{\text{п.з.1}} = 20 \text{ хв [9, дод. 6.3, с. 21]}$$

$T_{\text{п.з.2}}$ – час на отримання і здачу інструмента, $T_{\text{п.з.3}} = 5,3 \text{ хв.}$

Тоді:

$$T_{\text{п.з.}} = 20 + 5,3 = 25,3 \text{ хв.}$$

Основний час $T_o = 58,4 \text{ хв. див. п. 7.5.}$

Допоміжний час T_{δ} визначаємо за формулою:

$$T_{\delta} = T_{\text{ус}} + T_{\text{к}} + T_{\text{вим}} \quad (6.12)$$

де $T_{\text{ус}}$ – час на установку та зняття деталі, $T_{\text{ус}} = 5,2 \text{ хв, [5, 197];}$

$T_{\text{к}}$ – час на прийоми керування, $T_{\text{к}} = 2,2 \text{ хв [5, 202];}$

$T_{\text{вим}}$ – час на вимірювання деталі, $T_{\text{вим}} = 3,5 \text{ хв [5, 209]}$

Тоді:

$$T_{\delta} = 5,2 + 2,2 + 3,5 = 10,14 \text{ хв.}$$

Визначаємо оперативний час:

$$T_{\text{он}} = T_o + T_{\delta} = 58,4 + 10,14 = 68,54 \text{ хв.}$$

Визначаємо $T_{\text{обсл}}$ за формулою:

$$T_{\text{обсл.}} = T_{\text{он}} \cdot 3,5\% = 68,54 \cdot 0,035 = 2,39 \text{ хв.}$$

Визначаємо $T_{\text{відп}}$ за формулою:

$$T_{\text{відп}} = T_{\text{он}} \cdot 5\% = 68,54 \cdot 0,05 = 3,42 \text{ хв.}$$

Визначаємо штучний час:

$$T_{\text{шт}} = T_{\text{он}} + T_{\text{в.}} \quad (6.13)$$

Тоді,

$$T_{\text{шт}} = 68,54 + 2,39 + 3,42 = 74,35 \text{ хв.}$$

За формулою 18.21 штучно-калькуляційний час:

$$T_{\text{ш-к}} = \frac{25,3}{2000} + 58,4 + 10,14 + 2,39 + 3,42 = 73,36 \text{ хв.}$$

					ТМ18510229 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		36

Операція 115 – Токарна з ЧПК

Розрахунок головного часу обробки деталі вираховується за формулою:

$$T_o = \frac{l_{px}}{S_{xв}} \times i \text{ (хв)},$$

де l_{px} – довжина поверхні

$S_{xв}$ – хвилинна подача

i – кількість проходів

$$T_o = \frac{240}{1700} \cdot 45 = 7,41 \text{ хв.}$$

При дрібносерійному виробництві технічне нормування операції полягає у визначенні штучно-калькуляційного часу за формулою:

$$T_{ш-к} = \frac{T_{п.з}}{n} + T_o + T_d + T_{обсл} + T_{відп}, \quad (6.12)$$

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

T_o – основний (технологічний) час, хв;

T_d – допоміжний час, хв;

$T_{обсл.}$ – час обслуговування робочого місця, хв;

$T_{відп.}$ – час, необхідний на особисті потреби робітника, хв;

n – кількість деталей у партії.

Підготовчо-заключний час визначається за формулою:

$$T_{п.з.} = T_{п.з.1} + T_{п.з.2} \quad (6.13)$$

де $T_{п.з.1}$ – час на налагодження верстата і установку пристроїв,

$T_{п.з.1} = 20$ хв [9, дод. 6.3, с. 21]

$T_{п.з.2}$ – час на отримання і здачу інструмента, $T_{п.з.2} = 5,3$ хв.

Тоді:

$$T_{п.з.} = 20 + 5,3 = 25,3 \text{ хв.}$$

Основний час $T_o = 58,4$ хв. див. п. 7.5.

Допоміжний час T_d визначаємо за формулою:

$$T_d = T_{yc} + T_k + T_{вим} \quad (6.12)$$

де T_{yc} – час на установку та зняття деталі, $T_{yc} = 5,2$ хв, [5, 197];

T_k – час на прийоми керування, $T_k = 2,2$ хв [5, 202];

					ТМ18510229 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		37

$T_{\text{вим}}$ – час на вимірювання деталі, $T_{\text{вим}} = 3,5$ хв [5, 209]

Тоді:

$$T_{\delta} = 5,2 + 2,2 + 3,5 = 10,14 \text{ хв.}$$

Визначаємо оперативний час:

$$T_{\text{оп}} = T_o + T_{\delta} = 33,37 + 10,14 = 43,51 \text{ хв.}$$

Визначаємо $T_{\text{обсл}}$ за формулою:

$$T_{\text{обсл}} = T_{\text{оп}} \cdot 3,5\% = 43,51 \cdot 0,035 = 1,52 \text{ хв.}$$

Визначаємо $T_{\text{відп}}$ за формулою:

$$T_{\text{відп}} = T_{\text{оп}} \cdot 5\% = 43,51 \cdot 0,05 = 2,17 \text{ хв.}$$

Визначаємо штучний час:

$$T_{\text{шт}} = T_{\text{оп}} + T_{\text{в}} \tag{6.13}$$

Тоді,

$$T_{\text{шт}} = 43,51 + 1,52 + 2,17 = 47,2 \text{ хв.}$$

За формулою 18.21 штучно-калькуляційний час:

$$T_{\text{ш-к}} = \frac{25,3}{2000} + 33,37 + 10,14 + 1,52 + 2,17 = 47,21 \text{ хв.}$$

Результати розрахунків зводимо в таблицю 6.5.

Таблиця 6.5 – Норми часу на обробку

№ операції	T_o	$T_{\text{п.з}}$	$T_{\text{д}}$	$T_{\text{вим}}$	$T_{\text{оп}}$	$T_{\text{обсл}}$	$T_{\text{шт}}$	$T_{\text{ш-к}}$
030	58,4	25,3	10,14	3,5	68,54	1,52	74,35	73,36
055	33,37	25,3	10,14	3,5	43,51	1,52	47,21	47,21

7 ОБҐРУНТУВАННЯ НЕОБХІДНОСТІ СТВОРЕННЯ ПРИСТРОЮ, ВИБІР СИСТЕМИ ПРИСТРОЮ

До пристроїв для верстатів з ЧПУ пред'являється ряд специфічних вимог, обумовлених особливістю цих верстатів, не дотримання яких значно знижує ефективність використання верстатів з ЧПУ.

Пристосування повинні мати підвищену розмірну точність. Похибки базування і закріплення, що виникають при установці заготовок в пристрої, повинні бути зведені до мінімуму. Для можливості використання повної потужності верстата на чорнових проходах і при обробці важкооброблюваних матеріалів (титанові сплави, нержавіючі, жароміцні сталі та інші) пристрої повинні мати підвищену жорсткість конструкції.

Відносне переміщення заготовки та інструменту на верстатах з ЧПУ здійснюється в системі заданих координат. Отже, заготовка повинна мати повне базування в пристрої, а пристрій мати повне базування щодо нульової точки верстата. Верстати з ЧПУ забезпечують можливість обробки заготовки з одного боку за один установ. Для цієї мети пристрій повинний забезпечити можливість підходу інструмента до всіх оброблюваних поверхонь.

Пристосування розрізняють залежно від типу виробництва. У масовому і багатосерійному виробництвах в основному застосовують спеціальні пристосування призначені для виконання певних операцій для заданих заготівель на конкретному верстаті. В умовах серійного виробництва застосовують агрегатні пристосування, що складаються з базової частини і змінних насадок. У дрібносерійному виробництві широко поширені універсальні і універсально-збірні пристосування.

Метою проектування є досягнення максимальної точності деталі, з мінімальною втратою часу та коштів, також дане проектування має спростити процес обробки деталі.

					ТМ18510229 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		39

7.1 Аналіз вихідний даних

Обробка деталі “Вал” виконується на токарній операції з ЧПК, на багатоцільовому верстаті DOOSAN 700-XL PUMA. Система ЧПК Fanuc. На цій операції, за два установа точаться поверхні d155, d130, d105, d100 та l355, l387.5, l145, l35. Дана деталь виготовляється за програмою випуску на рік N=250 шт., враховуючи масу деталі m=435 кг – відповідає середньосерійному типу виробництва. Матеріал деталі Сталь 45ХГМА.

Обладнання – багатоцільовий верстат DOOSAN 700-XL PUMA, система ЧПК Fanuc. Ця модель станка має програмовану інструментальну револьверну головку. Станок призначений для обробки зовнішніх поверхонь на токарних і фрезерних операціях, для тіл обертання ступінчастого і криволінійного профілю, а також для нарізання різьби. Обробку можна вести за один або декілька проходів в замкнутому напівавтоматичному циклі одночасно за двома координатами.

Верстат оснащений системою ЧПУ FANUC (типу CNC), кількість керуючих осей - 2 + 1шпинд (2D), тип – замкнений (імпульсний ДОС). Виготовляється два види шпиндельної бабки (на вибір замовника): а) з ручним перемиканням передач (КС); б) з частотним регулюванням (варіатором). Револьверна головка оснащена муфтою для швидкого та плавного індексування інструмента. Робочий простір закривається захисним кожухами. Верстат має зручний доступ до пульта ЧПУ, пульт можна перемістити. Верстат зроблено з довжиною обробки 750 і 6000мм. В базовій комплектації верстат оснащений автоматичною системою змазок направляючих і ШВП, місцевим освітленням, електромагнітним гальмом, 6-позиційною револьверною головкою (можлива поставка 12-позиційного), 3-х кулачковим патроном, набором ключів та інструмента.

					ТМ18510229 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		40

Таблиця 7.1 – Технічна характеристика верстата мод. DOOSAN 700-XL PUMA

Характеристика	Величини
Максимальний діаметр встановлюваного виробу, мм	360
Ширина направляючих, мм	300
Максимальний обробляючий розмір, мм	750
Діаметр заготовки над супортом, мм	180
Поперечні переміщення, мм	205
Поздовжні переміщення, мм	620
Конус шпинделя	A2-6/D6
Характеристика	Величини
Діаметр патрона, мм	200
Конус отвору шпинделя	M6
Діаметр отвору шпинделя, мм	52
Діапазон швидкості шпинделя, об/хв	20-2800
Частотно-регулюючий привід, об/хв	75-950
Ступені швидкості шпинделя	2 діапазона
Потужність частотно-регульованого е/д, кВт	21
Сервомотора, кВт	21
Швидкі переміщення осі X/Z, м/хв	4/5
Точність позиціонування револьверної головки, мм	0,008
Час зміни інструменту – верт. 4х позиції. револьверна головка, з	2,1
Час зміни інструменту – горизонт. 6х позиції. револьверна головка, з	2,1
Конус пінолі, мм	M4
Висунення пінолі задньої бабки, мм	130
Діаметр пінолі, мм	60
Маса, кг	12000
Габаритні розміри, мм	7120x2260x2650

Ріжучий інструмент

Різець токарний з механічним кріпленням, під тиском важелем через отвір твердосплавної непереточуваної ромбічної пластини з ріжучою кромкою 12,7 мм і кутом в плані 95°, задній кут пластини 0°, правий перетин Н×В=20×20 мм, довжиною 125 мм. Різець PCLNR 2020-K12 T15K6.

						ТМ18510229 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата			41

Різець спеціальний канавковий, для точіння канавки з напайною частинкою з твердого сплаву Т15К6.

Різець токарний різьбовий типу 1, перетином $H \times B = 25 \times 16$ мм, для метричної різьби з кроком $S = 2$ мм, з пластинкою з твердого сплаву марки Т15К6. Різець 2660-0005 з ГОСТ 18885-73*.

Вимірювальний інструмент

Штангенциркуль ШЦ-I-125-0,1 ГОСТ 166-89*

Штангенциркуль ШЦ-II-250-0,1-2 ГОСТ 166-89*

7.2 Визначення кількісних і якісних результатів виконання операції

Виконаємо аналіз точності оброблюваних на операції поверхонь, а саме циліндричної поверхні, що регламентується розмірами $\emptyset 130$, $\emptyset 105$, $\emptyset 110$ та на три лінійних розміри $l_1 = 3570_{-0,5}$ мм, $l_2 = 1823,5 \pm 0,5$ мм та $l_3 = 266$.

Таблиця 7.3 – Матриця відповідностей

№ точки	Міра свободи	База
1,2,3,4	I, II, V, IV	ДНБ
5	III	ОБ

Таблиця 7.4 – Матриця зв'язків

База	X	Y	Z	Міри волі
ДНБ	0	1	1	↻
	0	1	1	↔
ОБ	0	0	0	↻
	1	0	0	↔

7.2.1 Точність розмірів

Беремо найближче найменше стандартне значення допуску на 3 діаметральних розміри на $d130h6 = -0,025$ мкм, $d110$ на даний розмір надаємо квалітет $h14$ і його найменше стандартне значення точності дорівнює $-0,87$ мкм, $d105h7 = -0,022$ мкм і на три лінійних розміри $l_1 = 3570$.

0,5 мм, $l_2=1823,5 \pm 0,5$ мм та $l_3=266 \pm 0,5$ мм. Відхилення на кут фаски відповідають $\pm IT16/2$, тож обмежуються граничними відхиленнями $45^\circ \pm 1^\circ$.

Визначаємо параметри точності для поверхонь: зовнішній циліндр $d130h7$, $d110$ та $d105h7$ характеризується відхиленням від круглості і циліндричністю та нормується за ГОСТ24643-1*. Оскільки розглянуті поверхні на кресленні не містить допуск форми, то визначимо допуски циліндричності та круглості, виходячи з рівняння геометричної точності А (нормальна точність) та з розрахунку 30% від допуску на діаметральний розмір:

$$T_{d130h6} = 0,3 \times T_{d130h6} = 0,3 \times 25 = 7,5 \text{ мкм.}$$

7.2.2 Точність форми

Беремо найближче стандартне значення допуску циліндричності та круглості де $T_{d130h6} = 8$ мкм, що відповідає 6 ступеню точності. Похибка форми торця обмежена діаметральним розміром $d155h6$, характеризується відхиленням від площинності. Оскільки на кресленні допуск форми не заданий, то для рівня геометричної точності А, не зазначений допуск площинності беремо орієнтовно у межах 30% на розмір 46 мм.

$$T = 0,3 \times T_{46} = 0,3 \times 430 = 129 \text{ мкм.} \quad (7.1)$$

Згідно таблиці допусків форми, беремо найближче стандартне значення допуску площинності $T = 129$ мкм, що відповідає ступеню точності 0,25 мм -14 ступінь точності.

7.2.3 Точність розташування

Кресленням деталі регламентується радіальним биттям (сумарний допуск розташування та форми) зовнішньої циліндричної поверхні. Торцеве биття розміром $d95$ не вказане на кресленні, тому визначаємо з розрахунку 30% від допуску на розмір 46 мм.

$$T = 0,3 \times T_{46} = 0,3 \times 430 = 129 \text{ мкм.} \quad (7.2)$$

Згідно таблиць розташування допусків поверхонь, беремо найближче стандартне значення торцевого биття $T = 129$ мкм – 13 ступінь точності.

					ТМ18510229 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		43

7.2.4 Ступінь шорсткості

Шорстіксть оброблюваних поверхонь вказано на кресленні та має значення 0,8 мкм на поверхні d130h6 і d105h6 та 3,2 мкм на d110, за критерієм Ra (середнє фрефмитичне відхилення форми), що відповідає сьомому і п'ятому класу точності.

7.3 Визначення умов, в яких буде виготовлятися та експлуатуватися проєктований пристрій

Річна програма випуску задана в 2000 деталей. Така програма з урахуванням трудомісткості відповідає дрібносерійному типу виробництва. Можна стверджувати, що пристрій будуть використовувати з досить великою інтенсивністю. В цілому, за період виготовлення деталі “Вал” (1 рік) пристрій повинен здійснити 2000 робочих циклів.

Заготовка буде оброблюватися на верстаті із ЧПК моделі 2P135Ф2.

Основні параметри верстата:

- частота обертання шпинделя – 2000 об/хв;
- подача – 1,6 мм/об;
- максимальна осьова сила різання: $P = 9000 \text{ Н}$;
- потужність електродвигуна – 2,8 кВт;
- ККД верстата $\eta = 0,8$.

7.3 Складання переліку функцій, які реалізуються

0 Переміщення і попередня орієнтація заготовки;

1 Базування заготовки;

2 Закріплення заготовки;

3 Базування пристрою на верстаті;

4 Закріплення пристрою на верстаті;

5 Підведення і відведення енергоносія;

6 Утворення вихідної сили для закріплення;

						ТМ18510229 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата			44

Згідно правила вибору чистових баз обираємо як базові поверхні заготовки центрові отвори. Таким чином ми маємо змогу задовольнити принципи сумісності та постійності баз.

Згідно рисунку 6.1 схеми базування заготовки маємо такі бази:

- на лівому центровому отворі – подвійна опорна база яка позбавляє заготовку 2-х степенів вільності (поступальне переміщення вздовж осі Y та Z).
- на правому центровому отворі – подвійна опорна база яка позбавляє заготовку 2-х степенів вільності (обертання навколо осей Y та Z).
- на лівому центровому отворі – опорна база яка позбавляє заготовку 1-го ступеня вільності (постійне переміщення вздовж осі X).

Виконаємо аналіз схеми базування заготовки з точки зору забезпечення точності, операції розмірів: $\emptyset 130h7$, $\emptyset 105h7$, $\emptyset 110$, 13570 ± 0.5 .

Діаметральні розміри $\emptyset 130h7$, $\emptyset 105h7$, $\emptyset 110$ забезпечуються автоматично у зв'язку з тим що, заготовка базується в центрах, технологічна та вимірювальна бази співпадають тож похибка базування $E_6 = 0$.

Для лінійного розміру 3570 ± 0.5 мм, технологічна та вимірювальна бази не співпадають, тож $E_6 \neq 0$.

$E_{63570} = T_{3570} = 0.5 \text{ мм} = T_{3570} = 0.5 \text{ мм}$, що є не прийнятним

Для нівелювання похибки базування заготовки у даному випадку передбачаємо осьове налагодження положення інструменту по правому торцю заготовки.

7.6 Аналіз схеми закріплення заготовки.

7.6.1 Аналіз структури полів збурюючих сил та структури полів зрівноважувальних сил

Для передачі обертання заготовці передбачається використання комбінованого трикулачкового самоцентрувального токарного патрону.

При цьому кулачки стискаючи зовнішню циліндричну поверхню $\emptyset 113 \text{ мм}$ з урахуванням цього розглянемо схему закріплення заготовки, див. рис. 7.2.

					TM18510229 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		46

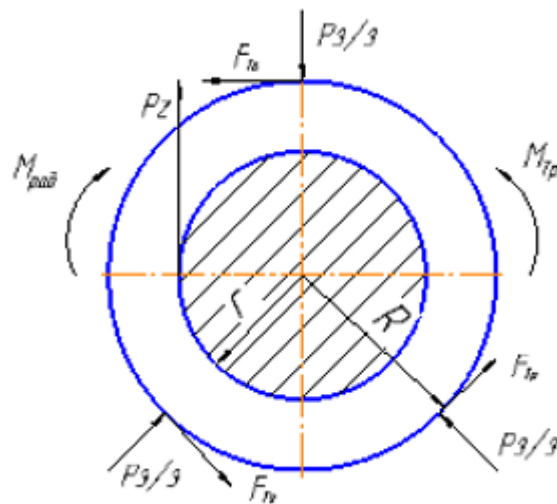
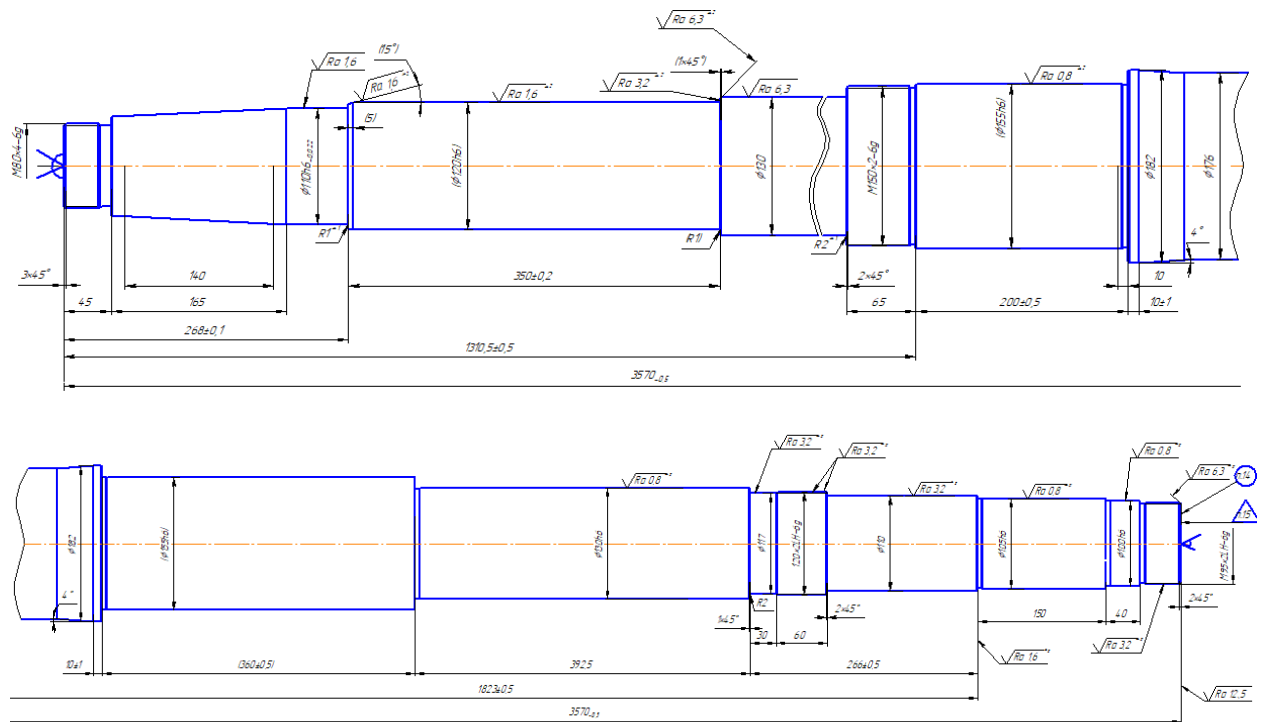


Рисунок 7.2 – схема закріплення заготовки

Відповідно запропонованої схеми закріплення заготовки силу закріплення можна розрахувати за формулою:

$$P_3 = 2MK / (Dz \cdot f) \quad (7.3)$$

де K - коефіцієнт запасу;

$M_{кр}$ - крутний момент, діючий на заготовку при фрезеруванні, Н·м;

D - діаметр заготовки, м;

f_1, f_2 - коефіцієнти тертя відповідно в місцях контакту заготовки з опорами і затискними елементами, по [11] с.85, таблиця 10 при

контакті обробленої заготовки з опорами і затискними елементами пристосування $f_1 = f_2 = 0,20$.

$n=3$ – кріплення

Коефіцієнт запасу K вводять в формули при обчисленні сили P_z для забезпечення надійного закріплення заготовки, по [11] с.85:

$$K = K_0 \cdot K_1 \cdot K_2 \cdot K_3 \cdot K_4 \cdot K_5 \cdot K_6, \quad (7.4)$$

- де
- K_0 - коефіцієнт гарантованого зазору, $K_0 = 1,5$;
 - K_1 - коефіцієнт, враховуючий збільшення сил різання через випадкові нерівності на оброблюваних поверхнях, при чистовій обробці, $K_1 = 1,0$;
 - K_2 - коефіцієнт, що характеризує збільшення сил різання внаслідок затуплення ріжучого інструменту, за [11] с. 84, таблиця 9, $K_2 = 1,6$;
 - K_3 - коефіцієнт, враховуючий збільшення сил різання при переривчастому точінні і торцевому фрезеруванні, $K_3=1,2$
 - K_4 - коефіцієнт, що характеризує сталість сили закріплення, при використанні пневмоциліндрів подвійної дії, $K_4=1,3$;
 - K_5 - коефіцієнт, що характеризує ергономіку ручних затискних механізмів, $K_5 = 1,0$;
 - K_6 - коефіцієнт враховують тільки при наявності моментів, які прагнуть повернути заготівлю, $K_6 = 1,5$.

Тоді $K = 1,5 * 1,0 * 1,6 * 1,2 * 1,0 * 1,5 = 4,32$

$$P_{z y x} = 10 C_p t^x s^y v^n K_p \quad (7.5)$$

- де C_p - коефіцієнт, по [11] с.291, таблиця 41; $C_p = 300$
- x, y, n, z - показники ступеня, по [11] с.275, таблиця 41 $x = 1$; $y = 0,75$; $n = -0,15$;
- t - глибина різання, $t=0,9$ мм;
- S - подача, $S=0,08$ мм;

					ТМ18510229 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		48

V – швидкість різання $V=370$ мм/хВ

n - частота обертання шпинделя, $n = 800$ об/хв;

K_p - поправочний коефіцієнт, що враховує якість оброблюваного матеріалу, визначається за формулою.

Підставивши вибрані і розраховані значення у формулу, визначаємо головну складову сили різання:

$$P_z = 10 \cdot 300 \cdot 0,9^1 \cdot 0,08^{0,75} \cdot 125,6^{-0,15} \cdot 4,32 = 2841,2 \text{ Н}$$

Щоб визначити момент різання застосовуємо формулу:

$$M_{рез} = P_z \cdot r \quad (7.6)$$

де P_z – сила різання;

r – менший радіус заготовки.

Підставивши вибрані і розраховані значення у формулу, визначаємо момент різання:

$$M_{рез} = 2814,2 \cdot 85 = 239207 \text{ Н}\cdot\text{м}$$

Підставивши розраховане значення моменту різання в формулу, визначаємо силу закріплення:

$$P_3 = 2 \cdot 239207 \cdot 4,3 / (130 \cdot 0,2) = 79122,3 \text{ Н}$$

7.6.2 Обґрунтування вибору механізованого приводу та сила затиску

При даному способі кріплення обираємо пневмокамеру двох сторонньої дії, тому що виконується переміщення кулачків патрону при затисканні та розтисканні оброблюючої деталі. Передавальні відношення сил i_c залежать від кута α клина та схеми механізму. Клино-плунжерні силові механізми дозволяють забезпечити значні зусилля при відносно не великих зусиллях силових приводів що дозволяє зменшити габарити верстатних оснащення. Силу на приводі розраховуємо за формулою:

$$Q = P_3 / i_c$$

Знаходимо значення i_c , оскільки $\alpha = 15^\circ$ і схему механізму обираємо з одностороннім плунжером без ролика див. на кресленні, то $i_c = 15^\circ = 1.9$

Підставивши вихідні дані ми отримуємо таке рівняння:

					ТМ18510229 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		49

$$Q=79122,3 / 1.9=41643 \text{ Н}$$

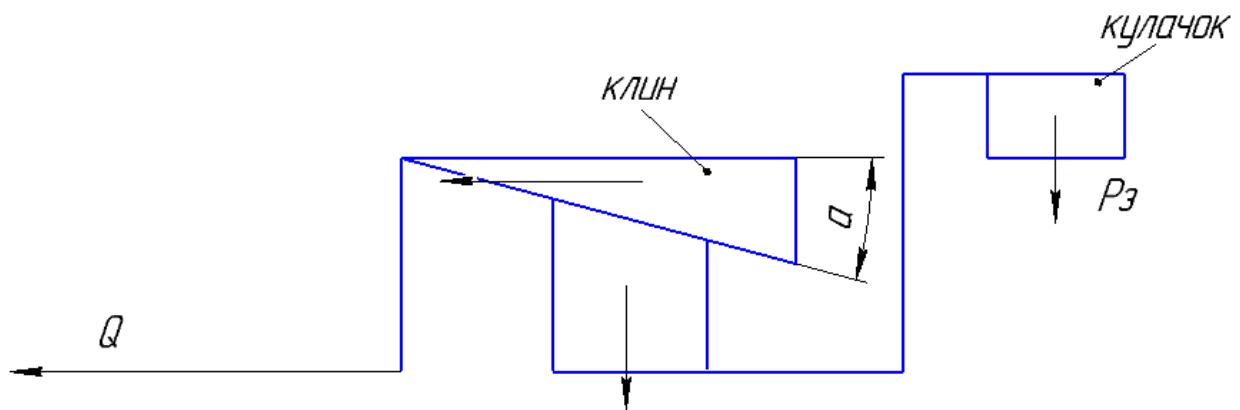


Рисунок 7.3 – схема сил затиску

Дана сила перевищує необхідну силу затиску заготовки, отже пристосування забезпечує фіксоване положення деталі при обробці.

Дійсна сила на штоці для циліндру двосторонньої дії при подачі повітря в штокову порожнину розраховується за формулою:

$$P_D = \frac{\pi}{4} \cdot D_{\Pi}^2 \cdot p \cdot \eta \quad (7.7)$$

де D – діаметр пневмоциліндру, мм

p - розрахунковий тиск, $p=0,4$ МПа

η - коефіцієнт корисної дії, $\eta=0,9$

Діаметр пневмоциліндру, котрий забезпечує необхідну силу затиску заготовки, розраховується за формулою:

$$D_{\Pi} = \sqrt{\frac{4 \cdot P_z}{\pi \cdot p \cdot \eta}} \quad (7.8)$$

$$D_{\Pi} = \sqrt{\frac{4 \cdot 79122}{\pi \cdot 0,4 \cdot 0,9}} = 530 \text{ мм.}$$

7.6 Розрахунки верстатного пристрою на точність.

Розрахунок точності пристрою ґрунтується на твердженні про те, що будь-яке відхилення в положенні заготовки, пов'язане із пристроєм, як у момент установки, так і в період обробки, визначає сумарну похибку пристрою. При цьому сума можливих похибок, що виникають при обробці заготовки, не повинна

										Лист
										50
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата						

перевищувати значення допуску, що установлений на розмір заготовки і що витримується при виконанні даної операції. З інформаційної точки зору розрахунки допусків на виготовлення елементів пристрою являють собою перетворення інформації про точність обробки поверхонь заготовки на даній операції в точності вимоги до пристрою.

Розрахункову похибку пристрою знаходимо за формулою (7.9). Більшість складових, що входять у дану формулу, являють собою поля розсіювання випадкових величин, тому їх підсумовуємо у загальному випадку за правилом геометричного додавання.

$$\Sigma_{\text{пр}} = T \cdot K \sqrt{(K_{T1} \cdot \epsilon_6)^2 + \epsilon_3^2 + \epsilon_y^2 + \epsilon_{\text{зн}}^2 + \epsilon_n^2 + (K_{T2} \cdot \omega)^2 + \epsilon_{\text{поз}}^2} \quad (7.9)$$

Розглянемо більш докладно складові, що входять у дану формулу.

$T = 40$ мкм – найбільш жорсткий допуск розташування або розміру (з тих, які одержують на даній операції, а саме допуск на радіальне відхилення);

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

$K_{T1} = 0,80$ – коефіцієнт, що враховує деяке зменшення граничного значення похибки базування;

$\epsilon_6 = 48$ мкм – похибка базування,

$\epsilon_3 = 10$ мкм – похибка закріплення (табл. 3.3) [4];

$\epsilon_y = 20$ мкм – похибка установки пристрою на верстаті [4, с. 21];

$\epsilon_{\Pi} = 0$ – похибка перекоосу інструмента (відсутні постійні або змінні напрямні втулки);

$\epsilon_{\text{зн}} = 0$ – похибка зношування (див. п 3.2, при рівномірному зношуванні робочої поверхні оправки) [4]

$K_{T2} = 0,6$ – коефіцієнт що враховує можливість появи похибки обробки (див. п 3.2) [2]

$\omega = 8$ мкм – значення допуску для 7 квалітету середньої економічної точності нарізання різі для розміру 8 мм (див. табл. 3.7) [3]

					TM18510229 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		51

$\varepsilon_{\text{поз}}=25$ мкм – похибка позиціювання(відповідно до паспорта верстата).

Тоді розрахункове значення похибки пристрою буде дорівнювати:

$$\Sigma \text{пр} = 0,04 - 1,2 \sqrt{(0,8 \cdot 0,048)^2 + 0,01^2 + 0,02^2 + 0^2 + 0^2 + (0,6 \cdot 0,08)^2 + 5^2} = 0,02$$

З урахуванням стандартного ряду беремо допуск паралельності [3, с. 106] $T = 200$ мкм.

Вказуємо на складальному кресленні пристрою як технічну вимогу, що допуск перпендикулярності осі заготовки до столу верстата не більше 0,02 мм.

7.7 Опис та принцип дії пристрою

Пристрій в зборі повинен задовольняти технічним вимогам креслення загального виду й забезпечувати практичну обробку заготовки по заданим розмірам.

Всі деталі й вузли пристрою піддати візуальному контролю, а виявлені

Експлуатація пристрою:

- 1) Установити на передню бабку верстата й підключити до пневмомережі.
- 2) Підготувати базові поверхні до установлення заготовки.
- 3) Установити заготовку в патрон.
- 4) Натисканням педалі зафіксувати деталь
- 5) Після обробки зробити розтиск деталі повторнім нажаттям педалі
- 6) Пристрій зберігати на дерев'яній підставці

					ТМ18510229 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		52

ВИСНОВКИ

При виконанні кваліфікаційної роботи, було досліджено технологічний процес обробки для однієї з операцій виготовлення деталі “Вал Н12.178.34.01”.

При вивченні базового технологічного процесу було покращено способи обробки деталі, удосконаливши дещо технологічний процес, та технологічне оснащення. Спосіб отримання заготовки запропоновано залишити за базовим технологічним процесом, так як він є найбільш економічно і технологічно вигідним. Було обрано нове сучасне обладнання та інструмент для обробки деталі, вище вказані моделі верстатів дозволяють ефективніше і більш точно виконувати обробку деталі. Обґрунтовані схеми базування для токарної і фрезерної операції. Так як запропонований верстат здатен вести як токарну так і фрезерну обробку, то це дозволило виконувати фрезерну з ЧПК операцію на одному верстаті, що і токарну, а отже базування є ідентичним токарному. Всі режими різання, верстатне оснащення, вимірювальний та ріжучий інструмент, задовільняють умовам якості отримання деталі.

Крім того, в роботі запропоновано верстатний пристрій для операції, який дозволяє підвищити продуктивність праці.

					ТМ18510229 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		53

ПЕРЕЛІК ДЖЕРЕЛ ПОСИЛАННЯ

1. **Панов, А. А.** Обработка металлов резанием: справочник / А. А. Панов, В. В. Аникин, Н. Г. Бойм и др.; под ред. А. А. Панова. – М. : Машиностроение, 1988. – 736 с.
2. **Егоров, М. Е.** Технология машиностроения : учебник [Текст] / М. Е. Егоров, В. И. Дементьев, В. Л. Дмитриев ; Под ред. М.Е. Егорова. — 2-е изд., доп. — М. : Высшая школа, 1976. — 534 с.
3. **Корсаков, В. С.** Основы конструирования приспособлений: учебник для вузов / В. С. Корсаков. – 2-е изд., перераб. и доп. – М. : Машиностроение, 1983. – 277 с.
4. **Косилова, А. Г.** Справочник технолога-машиностроителя: в 2-х т. Т.1 [Текст] / А.Г. Косиловой, Р.К. Мещерякова. — 4-е изд., перераб. и доп. — М.: Машиностроение, 1986. — 656 с.
5. **Косилова, А. Г.** Справочник технолога-машиностроителя: в 2-х т. Т.2 [Текст] / А.Г. Косиловой, Р.К. Мещерякова. — 4-е изд., перераб. и доп. —М.: Машиностроение, 1986. — 496 с.
6. **Руденко, П. А.** Проектирование технологических процессов в машиностроении : учебник для вузов / П. А. Руденко. – Киев: Вища школа, 1985. – 255 с.
7. ДСТУ ГОСТ 26645-85. Отливки из металлов и сплавов. Допуски размеров, массы и припуски на механическую обработку. – К.: ДЕРЖСПОЖИВСТАНДАРТ УКРАЇНИ, 2003. – 55 с.
8. **Горбачевич, А. Ф.** Курсовое проектирование по технологии машиностроения: учеб. пос. [Текст] / А. Ф. Горбачевич, В. А. Шкред. — 4-е изд., перераб. и доп. — Минск : Высшая школа, 1983. — 256 с.
9. Методические указания к практическим работам «Автоматизированное проектирование карты операционных эскизов в интегрированной системе «Компас» по курсу «САПР технологических процессов» / сост. Е. П. Квасов, А. Н. Онищенко. – Сумы : СумГУ, 1997. – 25 с.

					ТМ18510229 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		54

10. Методические указания к практической работе «Автоматизированное проектирование карты наладки в интегрированной системе «Компас» по курсу «САПР технологических процессов» / сост. Е. П. Квасов, А. Н. Онищенко. – Сумы : СумГУ, 1999. – 21 с.

11. Общемашиностроительные нормативы режимов резания для технического нормирования работ на металлорежущих станках. – Ч. 1. Токарные, карусельные, токарно-револьверные, алмазно-расточные, сверлильные, долбежные и фрезерные станки. – М. : Машиностроение, 1974. – 416 с.

12. Общемашиностроительные нормативы режимов резания для технического нормирования работ на металлорежущих станках. – Ч. 3. Протяжные, шлифовальные и доводочные станки. – 3-е изд. – М. : НИИ труда, 1978. – 360 с.

13. Методичні вказівки до виконання розрахунково-графічної роботи з дисципліни «Технологія машинобудування» / укладач О. У. Захаркін. – Суми : Вид-во СумДУ, 2009. – 41 с.

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

15. Методичні вказівки до оформлення документації при виконанні розрахунково-графічних і курсових робіт, курсових і дипломних проектів з технології машинобудування: у 2 ч. – Ч. 2. Приклади оформлення технологічної документації / укладачі: В. Г. Євтухов, В. О. Іванов. – Суми : Сумський державний університет, 2011. – 59 с.

16. ГОСТ 3.1702-79 ЕСТД. Правила записи операций и переходов. Обработка резанием. – М.: Издательство стандартов, 1982. – 32 с.

					ТМ18510229 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		55