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 (проєкту)

перший (бакалаврський)
(освітньо-науковий рівень)

на тему *«Проектування технологічного процесу виготовлення деталі корпус підшипника 002.002.00.02-01»*

Виконав: студент *IV* курсу, групи *ТМ-71*
спеціальності: *131 «Прикладна механіка»*
(шифр і назва спеціальності)

освітньої програми: *«Технології машинобудування»*
(назва освітньої програми)

Едуард БАСКАКОВ
(ім'я та ПРІЗВИЩЕ)

Керівник *Віталій КОЛЕСНИК*
(ім'я та ПРІЗВИЩЕ)

Рецензент *Іван ДЕГТЯРЬОВ*
(ім'я та ПРІЗВИЩЕ)

Суми – 20*21* року

ЗАКЛАД ВИЩОЇ ОСВІТИ УКРАЇНИ
«Сумський державний університет»

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

ЗАТВЕРДЖУЮ
Завідувач кафедри технології машинобудування, верстатів та інструментів

_____ *Віталій ІВАНОВ*

«___» _____ 20*21* року

ЗАВДАННЯ
ДО КВАЛІФІКАЦІЙНОЇ РОБОТИ (ПРОЄКТУ) СТУДЕНТУ

Баскаков Едуард Владиславович
(прізвище, ім'я, по батькові)

1. Тема проєкту (роботи) *Проєктування технологічного процесу виготовлення Корпус підшипника 002.002.00.02-01*

керівник проєкту *Колесник Віталій Олександрович, канд. техн. наук*
(прізвище, ім'я, по батькові, науковий ступінь, вчене звання)

затверджені наказом вищого навчального закладу від « 05 » квітня *2021* року № 152-VI

2. Строк подання студентом роботи (проєкту) « *01* » *червня* *2021* року

3. Вихідні дані до роботи (проєкту)

3.1 Робоче креслення деталі «Корпус підшипника 002.002.00.02-01».

3.2 Річний обсяг випуску деталей – 1500 шт.

3.3 Базовий технологічний процес виготовлення деталі «Корпус підшипника 002.002.00.02-01».

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 Проєктування 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

6. Інша конструкторська та технологічна документація

Комплект документів на технологічний процес виготовлення деталі «Корпус підшипника 002.002.00.02-01»

5. Консультанти розділів роботи (проєкту)

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

6. Дата видачі завдання «___» _____ 20*21* року

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

№ з/п	**Назва етапів дипломного проєкту (роботи)**	**Строк виконання етапів проєкту (роботи)**	**Примітка**
1	*Технологічна частина*	*10.05.2021*	
2	*Охорона праці та безпека у надзвичайних ситуаціях*	*15.05.2021*	
3	*Оформлення пояснювальної записки*	*20.05.2021*	
4	*Оформлення комплекту технологічної документації*	*25.05.2021*	
5	*Оформлення креслень та презентації*	*31.05.2021*	

Студент _____ ***Едуард БАСКАКОВ***
(підпис) (ім'я та ПРІЗВИЩЕ)

Керівник роботи (проєкту) _____ ***Віталій КОЛЕСНИК***
(підпис) (ім'я та ПРІЗВИЩЕ)

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ

Сумський державний університет

Кафедра технології машинобудування, верстатів та інструментів

ЗАТВЕРДЖУЮ

Завідувач кафедри

_____ *Віталій ІВАНОВ*

«____» *червня* 20*21* р.

ПРОЕКТУВАННЯ ТЕХНОЛОГІЧНОГО ПРОЦЕСУ ВИГОТОВЛЕННЯ ДЕТАЛІ КОРПУС ПІДШИПНИКА 002.002.00.02-01

Кваліфікаційна робота (проєкт) бакалавра

Спеціальність – *131 «Прикладна механіка»*

Освітня програма – *«Технології машинобудування»*

Студент *Едуард БАСКАКОВ*

Керівник *Віталій КОЛЕСНИК*

Нормоконтроль *Юлія ДЕНИСЕНКО*

Суми – 20*21*

ЗМІСТ

Вступ……...7

1 Аналіз службового призначення деталі «Корпус підшипника»……8

2 Аналіз технічних вимог на виготовлення деталі «Корпус підшипника»……17

3 Визначення типу виробництва та форми його організації……...19

4 Аналіз технологічності конструкції деталі……...23

5 Вибір способу отримання заготовки та розробка технічних вимог до неї…….26

6 Аналіз існуючого технологічного процесу……...31

6.1 Розрахунки припусків на механічну обробку поверхонь ……..31

6.2 Аналіз і обґрунтування схем базування і закріплення заготовки……..36

6.3 Обґрунтування і вибір моделей металорізальних верстатів……...42

6.4 Обґрунтування вибору верстатних пристроїв, металорізального та вимірювального інструментів……45

6.5 Розрахунок режимів різання……..45

7 Проектування верстатного пристосування……..56

8 Охорона праці та безпека у надзвичайних ситуаціях……72

Висновок……...78

Список використаної літератури……79

Додаткок А- Креслення деталі «Корпус підшипника»

Додаток Б – Креслення заготовки «Корпус підшипника»

Додаток В –Маршрутно технологічний процес деталі «Корпус підшипника»

Додаток Г – Креслення верстатного пристрою для деталі «Корпус підшипника»

РЕФЕРАТ

Пояснювальна записка містить: 81 с., 18 табл., 21 рис., 24 джерел.

Об’єкт розробки: деталь «Корпус підшипника»

Мета роботи: проектування технологічного процесу виготовлення деталі «Корпус підшипника»

Основна увага приділена аналізу службового призначення як машини в цілому, так і окремо деталі, проведено перевірку висунутих до деталі технічних вимог, зроблено вибір методу виготовлення вихідної заготовки, сформовано структуру двох операцій механічної обробки деталі, проведено обґрунтування застосованих інструментів, верстатів, та інших засобів технічного оснащення і устаткування, призначено технічно обґрунтовані режими різання і норми часу, виконано проектування спеціалізованого верстатного пристосування, розглянуто питання охорони праці.

Метою роботи є підвищення ефективності механічної обробки корпусу підшипника за рахунок впровадження сучасного технологічного оснащення, здатного забезпечити якісну обробку заготовки.

Об'єкт дослідження – технологічний процес по виготовленню корпусу підшипника.

Предмет дослідження – операції технологічного процесу механічної обробки деталі «Корпус підшипника».

КОРПУС, ПІДШИПНИК, ТЕХНОЛОГІЧНИЙ ПРОЦЕС, ОПЕРАЦІЯ, ЗАГОТОВКА, ВЕРСТАТ, ІНСТРУМЕНТ, РЕЖИМ РІЗАННЯ, НОРМА ЧАСУ

ВСТУП

Машинобудування є важливою частиною промисловості. Її продукція - машини різного призначення які постачаються в усі галузі народного господарства.

В останні роки держава активно почла підтримувати підприємства промисловості, особливо це добре помітно в розвитку переробної промисловості. А так як для розвитку будь-якого підприємства потрібно техніка, вироблена машинобудуванням, значить в першу чергу повинно розвиватися саме воно. Природно, що головною метою машинобудівних підприємств вважається оснащення новітнім обладнанням цеху. В даний час ми знаходимося на порозі нового промислового перевороту, підмогою для цього послужило впровадження хмарних технологій, обробка великої кількості даних і розвиток інтернету. Дана промислова революція вважається вже четвертою, вона зароджувалася останні років десять, а то й двадцять. Передбачається, що структура заводів стане набагато гнучкіше і модульні. Для досягнення даної мети необхідні мініатюрні процесори, пристрої зберігання даних, датчики і перетворювачі. Для поліпшення роботи, скорочення часу на виробництво потрібно вмонтувати необхідні допоміжні засоби в обладнання, а також в самі заготовки, матеріали та інструменти. Так само не зможе обходиться обладнання і без унікального програмного забезпечення.

Використовуючи все це стане можливим налагодити обмін даними і командами між виробами і технологічним обладнанням. При цьому виріб відразу буде оснащено цифровою пам'яттю, якою воно зможе обмінюватися з технологічним середовищем на будь-яких етапах виробництва. Вся ця система і процес буде перетворений в кіберфізіческую систему, що об'єднує реальний і віртуальний світи. В результаті застосування подібних технологій вийде значно полегшити процес оптимізації технологічних процесів і поліпшити управління ними. Частина цієї оптимізованої системи вже існує на заводах, проте для повного досягнення мети буде потрібно ще чимало часу.

1 АНАЛІЗ СЛУЖБОВОГО ПРИЗНАЧЕННЯ МАШИНИ, ВУЗЛА, ДЕТАЛІ. ОПИС КОНСТРУКТИВНИХ ОСОБЛИВОСТЕЙ ДЕТАЛІ

Центрифуга типу ОГШ-502К-12 - осадна горизонтальна безперервної дії з шнековим вивантаженням осаду. Вона призначена для розділення суспензій високої й середньої дисперсності при температурі до 80°С, а також для обезводнення осаду стічних вод.

Таблиця 1.1 – Технічні характеристики центрифуги ОГШ-502К-12

Діаметр ротора внутрішній (найбільший), мм	500
Довжина циліндричної частини ротора, мм	377
Ставлення робочої довжини ротора до внутрішнього максимальномудіаметру	1,86
Частота обертання ротора максимальна, (об/хв)	50 (3000)
Фактор поділу (при максимально допустимій частотіобертання ротора)	2515
Індекс продуктивності, $м^2$	2811
Радіус зливу (змінний), мм	180;187,5; 200
Матеріал ротора	Сталь 12Х18Н10Т
Максимальний момент, (редуктором) кгм	600
Габаритні розміри центрифуги з електродвигуном і віброізолюючим пристроєм, мм не більше:	-
- довжина	2505
- ширина	1965
- висота	1020
Маса центрифуги з електродвигуном і віброізолюючим пристроєм, кг не більше	2800

Центрифуга (рис. 1.1) складається з наступних основних вузлів: ротора,

шнека, редуктора, корінних опор ротора, живильника, підстави і кришки кожуха, механізму блокування, станини з віброізоляцією, муфти приводу.

Центрифуга комплектується спеціальним інструментом і пристосуваннями, необхідними в процесі монтажу, експлуатації та ремонту, а також запасними частинами.

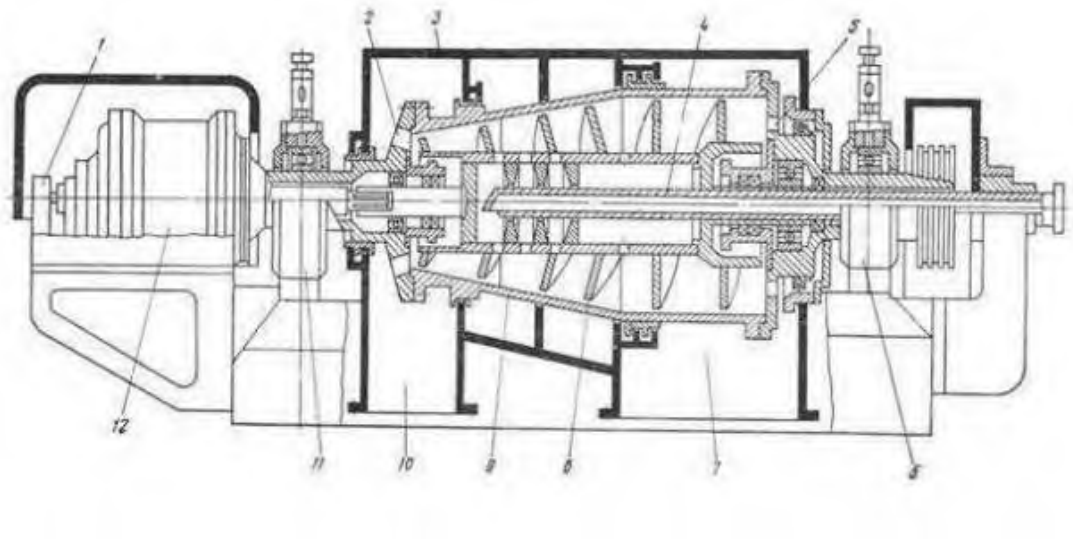

Рисунок 1.1 – Центрифуга типу ОГШ-502К-12

Головним вузлом центрифуги є ротор циліндро-конічної форми, розташований горизонтально. Обертання ротора здійснюється від електродвигуна за допомогою клиноременної передачі.

Всередині ротора співвісно розташований шнек, призначений для транспортування осадженої твердої фази до вивантажувальних вікон ротора.

Ротор обертає шнек через редуктор. Шнек обертається в ту ж сторону, що і ротор, але з меншою швидкістю. Різниця в швидкості обертання шнека і ротора необхідна для примусового переміщення осаду уздовж внутрішньої поверхні ротора.

Через ліві цапфи ротора і шнека проходить живильна труба, що подає суспензію у внутрішню порожнину шнека, що утворює собою камеру. З камери суспензія через вікна в обичайці шнека надходить в ротор.

Під дією відцентрових сил в суспензії відбувається відділення твердої фази від рідкої. Тверда фаза осідає на стінки ротора і транспортується шнеком у

напрямку до конічної частини ротора. В кінці шляху руху осаду до вивантажувальних вікон, в зоні зневоднення, відбувається віджимання вологи з осаду.

Відцентровими силами тверда фаза викидається через розвантажувальні вікна ротора в приймальний відсік осаду кожуха центрифуги. Освітлена рідка фаза (фугат) рухається до більшого діаметру ротора і через зливні вікна правої цапфи викидається в приймальний відсік кожуха центрифуги.

Процес відділення твердої фази від рідкої, вивантаження осаду і злив фугата відбуваються безперервно.

Ротор в зібраному вигляді складається з циліндроконічного барабану і двох цапф. Цапфи одночасно служать днищами, які закривають торці ротора, а також опорами шнека.

Шнек є одним з основних вузлів центрифуги і призначений для транспортування осадженої твердої фази в процесі її відділення від рідкої фази і для вивантаження осаду з ротора.

Шнек складається з полого циліндро-конічного барабана і приварених до його зовнішньої поверхні витків, захищених від абразивного зносу. Шнек однозаходний, напрямок витків - лівий. Усередині полого барабана уварені конус і перегородка, що утворюють собою камеру. Камера має вікна для подачі суспензії в ротор.

Шнек за допомогою підшипників кочення спирається на цапфи ротора і через шліцьовій вал з'єднується з планетарним редуктором.

Планетарний редуктор призначений для передачі обертання від ротора до шнеку з деяким зменшенням швидкості обертання шнека в порівнянні зі швидкістю обертання ротора.

Ротор центрифуги своїми цапфами спирається на дві опори. Опори представляють собою корпус з підшипником, який фіксується. Опори кріпляться до станини центрифуги шпильками. Положення опори на станині фіксується конічними штифтами. Мастило опор – циркуляційна рідка.

Рисунок 1.2 – ОГШ-502К-12

Кожух центрифуги служить для роздільного відведення осаду, закриває обертові частини центрифуги. Кожух роз'ємний. Складається з підстави кожуха і кришки, яка відкривається на петлях. Ущільнення на виході цапф ротора лабіринтове.

Живильна труба призначена для подачі суспензії в центрифугу, а також води або іншої рідини для її промивання.

Механізм блокування редуктора призначений для відключення електродвигуна і припинення подачі суспензії в центрифугу при перевантаженні редуктора.

Привід центрифуги здійснюється від електродвигуна, через відцентрову колодкову муфту, встановлену на валу електродвигуна і клиноременну передачу. Частота обертання ротора 2400 об/хв.

Зміна числа обертів ротора досягається зміною шківа на відцентровій муфті. Відцентрова колодкова муфта складається з водила із ребрами, між якими розташовані колодки, і шківа, в ступиці якого в окремих корпусах встановлені підшипники закриті кришкою.

Після включення електродвигуна, розміщене на його валу водило захоплює за собою колодки, які в міру розгону центрифуги притискаються відцентровою силою до внутрішньої поверхні ступиці шківа і приводять його в обертальний рух. Відбувається плавний розгін ротора центрифуги.

Порядок роботи центрифуги

Запустити електродвигун приводу центрифуги. Після досягнення ротором

робочої швидкості обертання в центрифугу можна подавати суспензію. Завантаження центрифуги робиться плавно і доводиться до робочої продуктивності впродовж 5÷10 хвилин.

Суспензія має бути досить текучою і однорідною. Попадання сторонніх предметів не допускається. Зміст твердої фази в суспензії не має бути занадто високим.

У разі коливання (особливо збільшення) змісту твердої фази в суспензії, подання її має бути зменшене, оскільки може виникнути перевантаження шнека твердим продуктом і як наслідок, спрацює механізм блокування.

При перевантаженні центрифуги спрацьовує механізм блокування редуктора, який за допомогою важеля натискає на шток кінцевого вимикача, контакти останнього при цьому розмикаються, катушка пускача знеструмлюється і електродвигун відключається від мережі.

Після усунення причин перевантаження і установки важеля механізму блокування вручну в початкове положення кінцевий вимикач готує електричний ланцюг до повторного включення.

В процесі експлуатації центрифуги необхідно стежити за тим, щоб:

1) температура нагріву корінних опор не перевищувала температуру довкілля більше, ніж на 60°С, температура нагріву мастила редуктора не перевищувала температуру довкілля більше, ніж на 50°С;

2) не було витоку мастила з редуктора;

3) не було зависань осаду в приймальному бункері;

4) не було частих спрацьовувань механізму блокування редуктора.

В ході експлуатації необхідно не рідше за один раз в тиждень робити ретельне промивання ротора і кожуха центрифуги.

При погіршенні технологічних параметрів роботи, появи підвищеної вібрації, необхідно перевірити величину зносу витків шнека.

Для цієї операції на обичайці ротора є два отвори, заглушені пробками з конічним різьбленням К 3/8" ГОСТ 6111-52.

Величина зносу витка шнека визначається як різниця розмірів, фактичного після виміру і величини, вказаної у формулярі (тобто величина отримана при виготовленні).

При значному зносі витків шнека, визначеного шляхом виміру, необхідно демонтувати шнек з ротора. Візуальний огляд дасть повнішу картину зносу витків і дозволить визначити необхідність його заміни або ремонту.

Кожного разу, після проведення операції по орієнтовному виміру міри зносу витків, необхідно стежити за тим, щоб контрольні отвори для виміру були щільно закриті пробками. Через 4000 годин роботи мастило з редуктора слід злити і залити новим. Через 400 годин експлуатації необхідно зробити заміну мастила в підшипниках шнека.

Особливо уважно слід стежити за наявністю достатньої кількості мастила в редукторі. Його рівень має бути на рівні третьої пробки, при поєднанні інших двох, діаметрально протилежних з вертикаллю. Для редуктора повинне застосовуватися мастило МС- 20 ГОСТ 21743-76.

Зупинку центрифуги необхідно робити в наступній послідовності:

1) припинити подання суспензії в ротор;

2) при тривалому обертанні ротора, після повного вивантаження шнеком осаду, зробити промивання ротора шляхом подання в ротор води або іншої промивної рідини впродовж 5÷10 хвилин;

3) вимкнути електродвигун приводу центрифуги;

4) очистити кожух від осаду і при необхідності промити його після зупинки ротора.

Контроль температури опор ротора робиться ртутним термометром, встановленим в гнізді опори.

Якість розділення суспензії, тобто міра очищення рідкої фази від твердих часток і осушення осаду, може регулюватися шляхом зміни частоти обертання ротора і радіусу зливу фугата з ротора.

Чим вище частота обертання ротора, тим вище чинник розділення, а отже, і якість розділення суспензії.

Проте слід зважати на те, що при меншій частоті обертання режим роботи центрифуги менш напружений і термін служби при цьому збільшується. Завжди слід експлуатувати центрифугу на мінімально можливій за умовами розділення частоті обертання.

Робота центрифуги при частоті обертання ротора, що перевищує максимальну вказану у формулярі машини, не допускається.

Залежно від вимог до вологості осаду встановлюється радіус зливу фугата з ротора. Величина порогу зливу фугата регулюється поворотом кільця на цапфі ротора. Більшому радіусу зливу відповідає найбільша довжина зони осушення осаду і, отже, найменша вологість осаду. При меншому радіусі ліворуч, навпаки, осад виходить з більшою вологістю, а фугат з найменшим змістом твердої фази.

Опис службового призначення деталі

Деталь «Корпус підшипника» є базовою деталлю підшипника й призначена для базування різних деталей, що входять у його конструкцію, щодо її поверхонь. До корпуса підшипника деталі пред'являються вимоги підвищеної міцності й високого опору зношування. У відповідність з цим корпусна деталь повинна мати необхідну точність, мати необхідне положення, з'єднуються деталі і вузли, правильність роботи механізмів і відсутність вібрації. Слід додати, корпус має форму фланцю та підходить до підшипників з зовнішнім діаметром 130 мм.

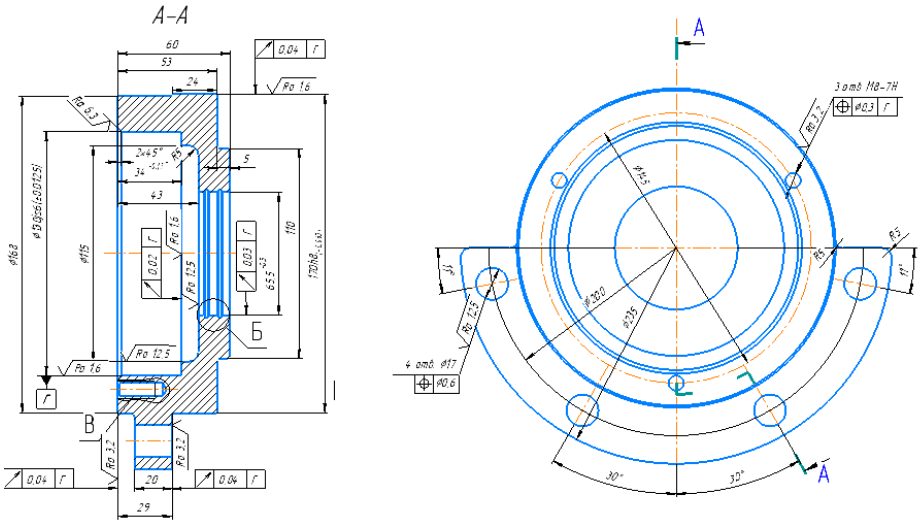

Рисунок 1.3 Деталь «Корпус подшипника»

Корпус підшипника - це деталь тіла обертання. Конструкція деталі являє собою взаємне перетинання циліндричних і конічних поверхонь.

Є отвори діаметром 17 мм, які призначені для установки корпусу. Центрування деталі відбувається по циліндричній поверхні діаметром 130 мм. Саме на даній поверхні відбувається з’єднання з підшипником.

Також є 3 отвори, діаметром 8 мм, які необхідні для з'єднання з корпусом торцевої кришки.

Звідси можна сказати, що корпус виконує головну роль опори при обертанні самого підшипника у складальному вузлі і підходить під будь який тип підшипника діаметром 130 мм.

Максимальні габарити деталі: довжина деталі 60 мм, діаметр 235 мм. . На кресленні присутні всі розрізи і перетини для розуміння конструкції деталі.

Для виготовлення деталі використовується Сталь 45 ГОСТ 1050-74 - сталь конструкційна легована. Хімічний склад: вуглецю 0,45%, хрому до 0,25%, решта залізо і шкідливі домішки (сірка, фосфор). Механічні властивості: межа короткочасної міцності 1100МПа; боковий вівтар плинності 900Мпа; відносне подовження 12%; відносне звуження 40%; ударна в'язкість (KCU): 750кДж / м2; твердість НВ 200..220. Хімічний склад і механічні властивості дозволяють застосовувати отримання заготовки методом гарячого об'ємного штампування. Сталь цього класу обробляється задовільно, допустимо застосовувати підвищені режими різання.

Шорсткість поверхонь деталі відповідає квалитету всіх розмірів. Задовільна простановка розмірів забезпечує настройку верстата за методом автоматичного отримання розмірів.

Деталь піддається загартуванню HRC 42...45. При виготовленні деталі застосовується стандартне технологічне оснащення та ріжучий, вимірювальний інструменти.

Видалення стружки із зони різання забезпечено задовільно. Є хороший доступ до всіх поверхонь вимірювальним інструментом.

2 АНАЛІЗ ТЕХНІЧНИХ ВИМОГ НА ВИГОТОВЛЕННЯ ДЕТАЛІ

Аналіз технологічності деталі зводиться до виявлення й оцінки показників і характеристик, застосування яких веде до зниження витрат, часу і коштів, як на створення заготовки, так і на виготовлення з неї необхідної деталі.

Технологічність деталі залежить від цілого ряду чинників, в число яких входять тип виробництва, оброблюваність матеріалу, а подальша обробка в механічному цеху не повинна супроводжуватися необхідністю зрізати завищені припуски на обробку.

Вимоги, що пред'являються до заготовки:

- проста конфігурація;
- не повинно бути виступаючих частин;
- товщина стінки повинна забезпечувати необхідну міцність;
- поверхні, не піддаються подальшій механічній обробці, повинні мати точність і шорсткість, що задовольняють вимогам робочого креслення деталі.

Матеріалом корпусу є Сталь 45. Марка сталі 45 – одна з найбільш затребуваних і популярних марок конструкційних вуглецевих сталей, відповідає вимогам ГОСТ 1050-2013 і ДСТУ 7809.

Хімічний склад сталі 45 у відповідності з ДСТУ 7809, наведено в таблиці 2.1 та механічні властивості сталі 45 після нормалізації наведені в таблиці 2.2

Таблиця 2.1. Хімічний склад сталі 45

C	*Si*	*Mn*	*P*	*Ni*	*Cr*	*S*	*Cu*	*As*	*Fa*
0.42-0.5	*0.17-0.37*	*0.5-0.8*	*<0.035*	*<0.25*	*<0.25*	*<0.04*	*<0.25*	*<0.08*	*~97*

Матеріал виробу підібраний правильно, а саме Сталь 45, з точки зору його фізико-механічних і експлуатаційних властивостей.

Якщо розглянути конструкцію деталі в її геометричній формі в цілому, то

вона технологічна, оскільки деталь є тілом обертання. Обробка поверхонь деталі проста. Є зручні поверхні для базування і закріплення на верстаті.

Таблиця 2.2. Механічні властивості сталі 45 після нормалізації

Стан поставки	**Межа текучості, Rm(МПа)**	**Межа короткочасної міцності, ReH (МПа)**	**Мінімальне відносне подовження σ,%**	**Відносне звуження, %**
Після нормалізації	355	600	16	40

Матеріал виробу підібраний правильно, а саме Сталь 45, з точки зору його фізико-механічних і експлуатаційних властивостей.

Якщо розглянути конструкцію деталі в її геометричній формі в цілому, то вона технологічна, оскільки деталь є тілом обертання. Обробка поверхонь деталі проста. Є зручні поверхні для базування і закріплення на верстаті.

Базування деталі можна здійснити практично на усіх поверхнях, тобто ця деталь технологічно доцільна для базування. В якості пристострою для закріплення заготовки використовується трьохкулачковий патрон, що самоцентрується.

Технічні вимоги до деталі містять всю необхідну інформацію, що стосується службового призначення деталі і відомості відносяться безпосередньо до креслення. Це дозволяє зробити висновок, що технічні вимоги до деталі були ґрунтовно опрацьовані конструктором і відповідають вимогам, що пред'являються до деталі.

Отже, аналіз креслення показує, що корпус має оброблювані поверхні, що дозволяють здійснювати вільне підведення і відведення ріжучих інструментів при виконанні операцій. При обробці даної деталі на більшості операцій застосовується стандартний інструмент і універсальне оснащення.

Виходячи з вище сказаного, можна сказати, що деталь досить технологічна у виготовленні.

3 ВИЗНАЧЕННЯ ТИПУ ВИРОБНИЦТВА ТА ФОРМИ ЙОГО ОРГАНІЗАЦІЇ

Тип виробництва і відповідна йому форма організації робіт визначає характер технологічного процесу і його побудова. Виходячи з річної програми випуску N=6000 шт. і маси деталі 6,15 кг визначається тип виробництва.

Тип виробництва по ГОСТ 3.1108-74 характеризується коефіцієнтом закріплення операцій К, який показує відношення всіх різних технологічних операцій, що виконуються або підлягають виконанню підрозділом протягом місяця, до числа робочих. Для визначення типу виробництва зазвичай користуються співвідношеннями і рекомендаціями, що дозволяють встановити його в залежності від габаритних розмірів, маси, річного випуску.

Тип виробництва характеризується коефіцієнтом закріплення операцій $К_{ЗО}$, який показує відношення всіх різноманітних технологічних операцій, виконуваних на протязі місяця до кількості робочих місць.

$$K = \frac{\sum O}{\sum P}, \tag{3.1}$$

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

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

Визначення штучно-калькуляційного $Т_{ш-к}$ на всіх операціях. Штучнокалькуляційний час беремо з базового технологічного процесу. Данні заносимо до таблиці 3.1. Розрахункова кількість верстатів по операціям знаходимо за формулою:

$$K = \frac{N_{річ} \cdot T_{ш-к}}{60 \cdot F_{Д} \cdot \eta_{знср.}}, \quad (3.2)$$

де Nріч – річна програма випуску деталей;

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

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

Виконаємо розрахунок необхідної кількості обладнання для операції 015:

$$K = \frac{6000 \cdot 3{,}48}{60 \cdot 4029 \cdot 0{,}8} = 0{,}108 шт.$$

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

$$\eta_{зф.} = \frac{m_P}{P}, \quad (3.3)$$

$$\eta_{зф.} = \frac{0{,}108}{1} = 0{,}108.$$

Кількість операцій виконуваних на робочому місці:

$$O = \frac{\eta_{знср}}{\eta_{зф}}, \quad (3.4)$$

$$O = \frac{0,8}{0.108} = 7,4$$

Результати розрахунків для інших механічних операцій представимо в таблиці 3.1

Таблиця 3.1 Нормування операцій

№ операції	Найменування операції	$T_{ш-к}$, хв	$m_{р,\ шт}$	Р, шт.	$\eta_{з.ф}$	О
025	Токарна чистова	5,71	0,117	1	0,117	6,8
035	Токарна чистова	2,15	0,067	1	0,067	11,94
050	Свердлильна	3,26	0,287	1	0,287	2,79
060	Фрезерна	6,87	0,213	1	0,213	3,755

Таким чином коефіцієнт закріплення операції дорівнює:

$$К_{зо} = \frac{32.68}{5} = 6.4$$

Відповідно до ГОСТ 3.1108-74 коефіцієнт закріплення операцій становить: для дрібносерійного виробництва - понад 20 до 40 включно; для великосерійного - понад 1 до 10 включно.

Коефіцієнт закріплення операцій, в нашому випадку, відповідає великосерійному виробництву. Саме для умов такого виробництва в подальшому будемо проектувати технологічний процес.

У відповідність із завданням проекту вироби «Корпус підшипника» тип виробництва - великосерійний. Великосерійне виробництво характеризується виготовленням обмеженої номенклатури продукції партіями (серіями), що

повторюються через певні проміжки часу. Його основною особливістю є необхідність спеціалізації робочих місць для виконання декількох подібних технологічних операцій, застосування поряд з універсальним, спеціального обладнання та засобів технологічного оснащення, робочих середньої кваліфікації, ефективне використання обладнання і виробничих площ, зниження, в порівнянні з одиничним виробництвом, витрат на заробітну плату.

Великосерійний тип виробництва має найбільшу гнучкість і здатність пристосовуватися до періодично мінливих вимог споживача, що значно підвищує його рентабельність. При великосерійному виробництві вироби виготовляються партіями або серіями, що складаються з однойменних і однотипних за конструкцією і однакових за розмірами деталей, що запускаються у виробництво одночасно.

Цехи, як правило, мають у своєму складі предметно-замкнуті ділянки, обладнання на яких розставляються по ходу типового технологічного процесу, що робить доцільним обробку деталей паралельно на декількох верстатах, що виконують наступні один за одним операції. В результаті виникають порівняно прості зв'язки між робочими місцями і передумови для організації прямоточного переміщення деталей в процесі їх виготовлення.

Таким чином, в умовах великосерійного типу виробництва стає можливою паралельно-послідовна організація виробничого процесу. Це його відмітна особливість. З усього вище сказаного випливає, що на ділянках великосерійного виробництва протягом року випускаються вироби декількох найменувань з типовим технологічним процесом. Як деталі представника, може бути обрана представлена в завданні деталь «Корпус підшипника». Річна програма випуску деталей - Nгод = 6000 шт / рік.

4. АНАЛІЗ ТЕХНОЛОГІЧНОСТІ КОНСТРУКЦІЇ ДЕТАЛІ

Аналіз технологічності заданої деталі.

Технологічність конструкції деталі - це така вимога до деталі, яка включає в себе можливість обробки з найбільшою продуктивністю праці та найменшою собівартістю.

До яісних критеріїв оцінки входять:

1. Матеріал заготовки.
2. Базування та закріплення деталі під час обробки.
3. Простановка розмірів.
4. Наявність жорстких вимог допусків форм і роташування.
5. Взаємозамінність деталі.
6. Нетехнологічні конструкційні елементи.

а) складність контуру деталі;

б) глухі, малого діметру, розташовані під кутом отвори;

в) різноманітність розмірів різьбових отворів;

г) перепади діаметрів в обидві сторони;

д) різні розміри фасок, канавок на одній деталі.

Деталь являє собою складну фігуру, масою 6,15 кг, що не потребує додаткових технічних засобів її переміщення та встановлення у верстат.

Матеріал деталі: Сталь 45 ДСТУ 7809

Призначення: використовується в якосі базування підшипника і фіксації.

Види поставки – Сортовий прокат, в тому числі і фасонний, калібрувальний пруток, шліфувальний пруток, лист товстий, поковки та ковані заготовки.

Згідно маркування сталей і сплавів, основними замінниками сталі 45 є сталі 40Х, 50Г2, 50. На практиці металопрокат з сталлю 45 в деяких випадках змінюється на ст35, 45Х, 40ХН, 40ХС.

Найбільш точною є поверхні внутрішнього Ø 130js6, Ra 1.6, за якою проходить з’єднання з підшипником та зовнішнього Ø170H8 Ra 1.6.

Простановка розмірів виконана відповідно до вимог стандартів, що забезпечує легке читання креслення, вільне виконання та контроль розмірів в процесі механічної обробки.

Основні вимоги, що пред'являються конструктором до деталі, полагають в наступному.

Таблиця 4.1 – Значення квалітетів точності і шорсткості поверхонь деталі

Найменування поверхонь	Кількість	Точність, IT	Шорсткість, *Ra* (мкм)
Ø170	1	8	1,6
Ø130	1	6	1,6
Ø115	1	14	12,5
Ø168	1	14	12,5
Ø8	3	7	12,5
Ø17	4	14	12,5
Ø200	1	14	12,5
Ø235	1	14	12,5
Ø145	1	14	12,5
20	1	14	3,2
29	1	14	3,2
34	1	14	1,6
60	1	14	12,5
53	1	14	12,5
43	1	14	12,5

Допуски радіального биття поверхонь ⌀128, ⌀130js6, ⌀170h8 відносно вісі обертання дорівнює 0,02 мм, 0,03 мм та 0,04 мм досягається на Токарній

чистовій операції завдяки суміщенню вимірювальної та подвійної направляючої бази.

З аналізу деталі на технологічність можна зробити висновок, що для заданого типу виробництва вона технологічна, хоча має деякі нетехнологічні елементи, але їх можна отримати за допомогою спеціального устаткування, пристосувань і різального інструменту.

5 ВИБІР СПОСОБУ ОДЕРЖАННЯ ЗАГОТОВКИ ТА РОЗРОБЛЕННЯ ТЕХНІЧНИХ ВИМОГ ДО НЕЇ

Трудомісткість і собівартість виготовлення деталі в значній мірі залежить від методу і способу отримання заготовки. При виборі заготовки необхідно враховувати конфігурацію, розміри і вага деталі. Матеріал заготовки повинен відповідати певному набору вимог.

Слід також враховувати точність і якість заготовки. Вибрати заготовку - це, значить, встановити спосіб її отримання, розрахувати розміри, призначити припуски на обробку кожної поверхні і вказати допуски на неточність виготовлення. Існують наступні способи отримання заготовок: з прокату, методом пластичної деформації, литтям і зварюванням.

Так як матеріал деталі - сталь 45, то відлити або зварити ми її не зможемо. Таким чином, метод отримання заготовки будемо використовувати, як вказано в заводському технологічному процесі - метод пластичної деформації, а саме - штампування в закритих штампах на горячештамповочних автоматах [2]. Виконуємо ескіз заготовки, одержаної методом штампування, див. рисунок 5.1

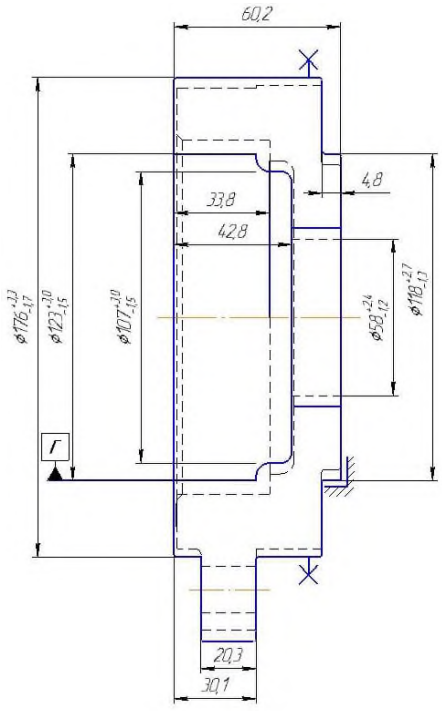

Рисунок 5.1 - Ескіз деталі методом штампування

Визначаємо клас точності поковки. З огляду на що поковки отримуємо на горячештамповочних автоматі визначаємо клас точності - Т3 [15].

Визначаємо групу сталі 45 ГОСТ 4543-78.

Середня масова частка вуглецю в сталі 45 становить 0,45%.

Група стали М2 [15].

Визначаємо ступінь складності.

$$C = \frac{\mathrm{M}_{\text{п.р.}}}{\mathrm{M}_{\text{фиг.}}} \tag{5.1}$$

де, $M_{фіг}$ - маса фігури, в яку вписано поковки, кг.

$$M_{фиг} = \frac{V_{фиг} \cdot \rho}{1000}(кг) \tag{5.2}$$

де, ρ - щільність стали 45, г / см3, ρ = 7,8 г / см3

V - об'єм фігури в яку вписано поковки, см3.

$$V_{фиг} = \frac{\pi \cdot D_{фиг}^{\ 2}}{4} \cdot L_{фиг}(см^3) \tag{5.3}$$

де, $D_{фіг}$ - діаметр фігури, см;

$L_{фіг}$ - довжина фігури, см.

Підставляючи дані, знаходимо:

$$D_{фіг} = d_{дет} * 1,05 = 235 * 1,05 = 246,75 \text{ (мм)}.$$

$$L_{фіг} = L_{дет} * 1,05 = 60 * 1,05 = 630 \text{ (мм)}.$$

$$V_{фиг} = \frac{3{,}14 * 2467{,}5^2}{4} * 6{,}3 = 3011095 \ (\text{мм}^3).$$

$$M_{фиг} = \frac{7{,}8 * 3011095}{1000} = 23{,}49 (кг).$$

$$C = \frac{9{,}15}{23{,}49} = 0{,}38$$

Так, як отримане значення С = 0,38, то приймаємо ступінь складності С2 [15].

Визначаємо конфігурацію поверхні роз'єднання штампа.

Приймаємо поверхню роз'єму штампа П - плоска.

Визначаємо вихідний індекс.

Для Мп.р. = 9,15 кг, М2, С2, Т3, вихідний індекс - 15 [15].

Визначення коефіцієнта використання матеріалу:

$$K_{и.м.} = \frac{M_д}{M_{пок}}; \qquad (5.4)$$

$$M_{пок} = \frac{V_{пок} \cdot \rho}{1000}; \qquad (5.5)$$

$$V_{пок} = V_4 - V_1 - V_2 - V_3 + V_5$$

$$V_1 = \frac{\pi \cdot D_1^2}{4} \cdot L_1 = \frac{\pi \cdot 123^2}{4} \cdot 3{,}38 = 40142 (мм^3)$$

$$V_2 = \frac{\pi \cdot D_2^2}{4} \cdot L_2 = \frac{\pi \cdot 107^2}{4} \cdot 4.28 = 38466 (мм^3)$$

$$V_3 = \frac{\pi \cdot D_3^2}{4} \cdot L_3 = \frac{\pi \cdot 5{,}8^2}{4} \cdot 6{,}02 = 15897 (мм^3)$$

$$V_4 = \frac{\pi \cdot D_4^2}{4} \cdot L_4 = \frac{\pi \cdot 17{,}6^2}{4} \cdot 6{,}02 = 146400 (мм^3)$$

$$V_5 = \frac{\pi \cdot D_5^{\,2}}{4} \cdot L_5 = \frac{\pi \cdot 24{,}7^2}{4} \cdot 2.02 = 975000(мм^3)$$

$$V_{пок} = 146400 + 975000 - 40142 - 38466 - 15897 = 1026895(мм^3)$$

$$Мпок = \frac{1026895 * 7{,}8}{1000} = 8(кг)$$

Отже, маса заготовки отриманої методом поковки становить: Мпок=8 кг.

Визначаємо коефіцієнт використання матеріалу:

$$К_{в.м.} = \frac{6{,}15}{8} = 0{,}751 \cdot 100 = 75\%$$

Отже, при умові виконання заготовки деталі «Корпус підшипника», одержаної, методом поковки, ми будемо використовувати орієнтовно 75% матеріалу.

Виконуємо розрахунок вартості заготовки за формулою:

$$S_{з.д.} = M_з \cdot S_з \cdot (1 + a_{тз}/100) - (M_з - M_д) \cdot S_{від} \qquad (5.6)$$

де $M_з$ =8 кг – розрахункова маса спроектованої заготовки;

$M_д$ =6,15 кг – маса заданої деталі;

$S_з$ = 40 грн – нормативна вартість заготовки за 1 кг;

$a_{тз}$ = 7% – накладні витрати на транспортування;

Sвід = 3,5 грн – вартість за один кілограм відходів металообробки.

$$S_{з.д.} = 8 \cdot 40 \cdot (1 + 7/100) - (8 - 6{,}15) \cdot 3{,}5 = 335{,}9 \text{ грн}$$

Розрахунок заготовки з прокату

Для порівняння визначимо вартість заготовки, отриманої з сортового прокату. Як заготовка приймаємо прокат гарячекатаний круглий звичайно точності 175 мм по ГОСТ 2590–71. Довжину прутка приймемо рівною 65 мм.

За розрахунками програми КОМПАС 3D, визначили масу заготовки, яка становить 12,2 кг.

Вартість заготовки, як і в попередньому випадку, визначаємо за формулою (5.6). Вартість заготовки приймаємо: $S_з$=29,0 грн за 1 кг, а сама заготовка коштуватиме 355 грн.

Розрахункові дані свідчать, що економічно більш доцільним є використання поковки штампованої.

6 АНАЛІЗ ІСНУЮЧОГО ТЕХНОЛОГІЧНОГО ПРОЦЕСУ

6.1 Розрахунок припусків на механічну обробку

Величина припуска впливає на собівартість виготовлення деталі. При збільшеному припуску підвищуються витрати праці, витрата матеріалу і інші виробничі витрати, а при зменшеному доводиться підвищувати точність заготовки, що також збільшує собівартість виготовлення деталі.

Для отримання деталей більш високої якості необхідно при кожному технологічному переході механічної обробки заготовки передбачати виробничі похибки, що характеризують відхилення розмірів, геометричні відхилення форми поверхні, мікронерівності, відхилення розташування поверхонь Усі ці відхилення повинні знаходитися в межах поля допуску на розмір поверхні заготовки.

Згідно завдання робиться розрахунок припусків аналітичним методом для внутрішньої поверхні тіла обертання Ø130js6. Маршрут обробки цієї поверхні вибирається по [7] с. 8, таблиця 4 і зводиться в таблицю 6.1.

Таблиця 6.1.1 – Маршрут обробки поверхні Ø130js6

Найменування операції (переходу	Токарна чистова Точити канавку, начисто точити	Параметр шорсткості Ra,мкм
Заготівельна	Т4	50
Точіння чорнове	h12	50-6,3
Точіння чистове	js6	1,6

Величина мінімального припуску при обробці зовнішніх і внутрішніх поверхонь (двосторонній припуск) визначається по формулі:

$$2Z_{\min i} = 2 \cdot (R_{Z-1} + h_{i-1} + \sqrt{\rho_{i-1}^2 + \varepsilon_{yi}^2}), \qquad (6.1.1)$$

де Rz_{i-1} – висота мікронерівностей профілю на попередньому переході (операції), мкм;

h_{i-1} - глибина дефектного поверхневого шару на попередньому переході (операції) (зневуглецьований або вибілений шар) мкм;

ρ_{i-1} - сумарні значення просторових відхилень форми на попередньому переході (операції) мкм;

- похибка установки заготівлі на виконуваному переході (операції), мкм.

Висота мікронерівностей Rz і глибина дефектного шару h вибираються по таблицях [7]:

- для заготовки (7, с. 186, таблиця 12): Rz =200 мкм; h =250 мкм;

- для точіння чорнового (7, с. 188, таблиця 25): Rz =50 мкм; h =50 мкм.

Сумарне значення просторових відхилень форми заготовки при обробці в патроні отворів визначається по формулі:

$$\rho_{заг} = \sqrt{\rho_{см}^2 + \rho_{екс}^2} \qquad (6.1.2)$$

де $\rho_{см}$ - похибки поковки, що припускається, по зміщенню осей фігур, по [9] с. 169, таблиця 6: $\rho_{см}$ =1300 мкм;

$\rho_{екс}$ похибки поковки, що припускається, по ексцентричності отворів, по [9] с.169, таблиця 6: ρекс =1000 мкм.

$$\rho_{заг} = \sqrt{1300^2 + 1000^2} = 1640 мкм$$

Величина залишкового сумарного значення просторових відхилень форми заготовки після виконання переходу (операції) визначається по формулі:

$$\rho_1 = \sqrt{\rho_{заг}^2 + \kappa_У} \qquad (6.1.3)$$

де Ку – коефіцієнт уточнення.

Коефіцієнт уточнення вибирається по [7] с. 190, таблиця 29:

для точіння чорнового: Ку=0,05.

Тоді сумарні значення просторових відхилень форми по переходах рівні:

Необхідне положення заготовки в робочій зоні верстата досягається в процесі її установки. Процес установки включає базування і закріплення. Відхилення в положенні заготовки, що виникає при базуванні, називається похибкою базування $\varepsilon_б$, а при закріпленні - похибкою закріплення $\varepsilon_з$.

Погрішність установки $\varepsilon_у$ визначається по формулі:

$$\varepsilon_У = \sqrt{\varepsilon_б^{\,2} + \varepsilon_З^{\,2}} \qquad (6.1.4)$$

При укрупнених розрахунках точності обробки похибка $\varepsilon_у$ що відповідає формулі (6.1.3), можна визначити по таблицях [14 с.138, таблиця 5]:

- для точіння чорнового: εу =150 мкм;

- для точіння чистового: =120 мкм.

Елементи припуску заносяться в таблицю 6.

Підставивши вибрані (R_z, $\varepsilon_у$ h) і розраховані (ρ) значення у формулу (6.1.1) визначаються мінімальні припуски на відповідних переходах:

$$2Z_{\min чорн} = 2 \cdot (200 + 250 + \sqrt{1640^2 + 150^2}) = 4194 мкм \quad ;$$

$$2Z_{\min чист} = 2 \cdot (50 + 50 + \sqrt{82^2 + 120^2}) = 490 мкм \quad .$$

Допуск заготовки визначений в п. 4 і рівний =4,0 мм (es=2,7 мкм; ei= -1,3 мкм).

Допуски по переходах визначаються по [9]:

- для точіння чорнового: 0,46 мм (es = 0 мм, ei = -0,46 мм);

- для точіння чистового: 0,115 мм (es = 0.0125 мм; ei = - 0.0125мм).

Розміри поверхні після напівчистового точіння визначаються по формулах:

$$d_{min чист} = d_{ном.чист} + ei_{чист} \qquad (6.1.5)$$

$$d_{minчист}=130-0,0125=\ 129,9875 \text{ мм},$$

$$d_{minчис=}\ d_{ном.чист}+es_{чист} \qquad (6.1.6)$$

$$d_{maxчист}=130+0,0125=130,0125 \text{ мм}.$$

Номінальний і максимальний припуски на напівчистове точіння визначаються по формулах:

$$2Z_{ном\ чист}=2Z_{minчист}+\delta_{чорн} \qquad (6.1.7)$$

$$2Z_{ном\ чист}=0,490+0,460=0,950 \text{ мм},$$

$$2Z_{ном\ чист}=2Z_{max.чист}+\delta_{чист} \qquad (6.1.8)$$

$$2Z_{max\ чист}=0,950+0,025=0,975 \text{ мм}.$$

Розміри поверхні після точіння чорнового визначаються по формулах:

$$d_{minчорн}=d_{maxчист}-2Z_{minчист} \qquad (6.1.9)$$

$$d_{minчорн}=130,0125-0,490=129,5225 \text{ мм},$$

$$d_{ном\ чорн}=d_{maxчорн}=\ d_{min\ чорн}+\delta_{чорн.} \qquad (6.1.10)$$

$$d_{ном\ чорн}=d_{maxчорн}=129,5225-0,460=129,0625 \text{ мм}.$$

Номенклатурний і максимальний припуски на точіння чорнове визначаються по формулах:

$$2Z_{ном.чорн}=2Z_{\ min.чорн}+ei_{\ заг,} \qquad (6.1.11)$$

$$2Z_{ном.чорн} = 4,194+1,3=5,494 \text{ мм},$$

$$2Z_{max.чорн}=5,494+0,460+2,7=8,654 \text{ мм}.$$

Розміри заготовки визначаються по формулах:

$$d_{номзаг}= d_{норм.чорн}+2Z_{ном.черн.} \quad (6.1.12)$$

$$d_{ном.заг}= 129,0625-5,494=123,5685 \text{ мм},$$

Приймаємо номінальний діаметр отвору заготовки 123 мм

$$d_{max\ заг}= d_{ном\ заг}-es_{заг}, \quad (6.1.13)$$

$$d_{max\ заг}= 123-2,7=120,3 \text{ мм},$$

$$d_{min\ заг}= d_{ном\ заг}+ei_{заг}, \quad (6.1.14)$$

$$d_{min\ заг}=123+1.3=124,3 \text{ мм}.$$

Розраховані значення номінальних і максимальних припусків і проміжних розмірів зводяться в таблицю 6.2

Розрахунок загального припуску на обробку поверхні робиться по формулі:

$$2Z_{ном.общ}=\sum 2Z_{ном.м.о.} \quad (6.1.15)$$

$\sum 2Z_{ном.м.о}$- сума номінальних міжопераційних припусків, мм.

$$2Z_{ном.общ}=0,950+5,494=6,444$$

приймаємо 7,0 мм.

Схема розташування припусків і допусків для даної поверхні вказана на рисунку 6.1.1

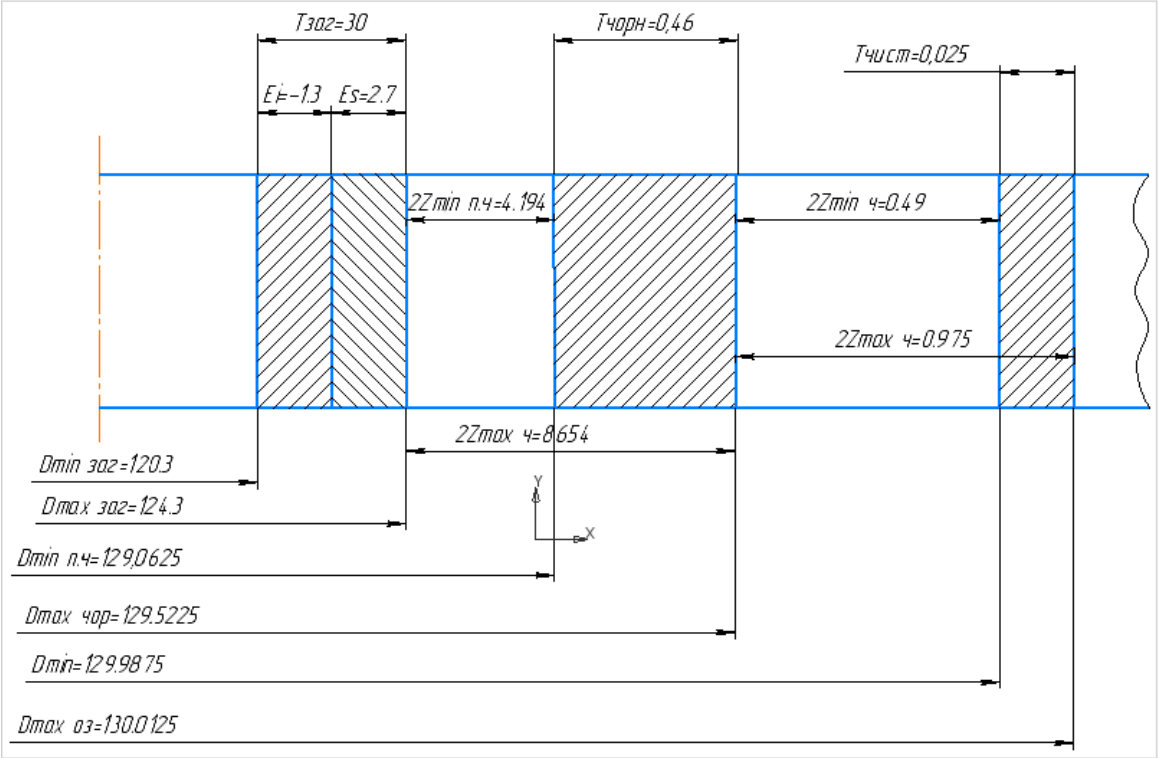

Рисунок 6.1.1 – Схема розташування допусків та припусків

6.2 Аналіз та обґрунтування схем базування та закріплення

Розглянемо технологічний процес виготовлення деталі ”Корпус підшипника”. Технологічний процес складений відповідно до виконання технічних вимог для одержання даної деталі (див. табл.6.2.1).

Вибір схем базування і закріплення заготовки істотно впливає не тільки на точність і якість оброблюваних поверхонь, але й на подальше обґрунтування вибору верстатного устаткування, засобів технічного оснащення. Обрана схема базування повинна передбачати як принцип сталості, так і принцип єдності технологічної, конструкторської і вимірювальної баз, забезпечувати можливість простого і зручного закріплення заготівки, багатоінструментальної обробки поверхонь.

Таблиця 6.2.1 - технологічний процес виготовлення деталі ”Корпус підшипника”

№ операції	Назва операції	Короткий зміст операції	Обладнання
1	2	3	4
005	Заготовча (штамповка)	Відрізаємо прокат	Горячештамаувальний верстат АМР-30
010	Термічна	Загартовуємо делать	Камерна піч NA 30/45
015	Токарна чорнова Установка1 та установка 2	Підрізати торці , точити зовнішню циліндричну поверхню з переустановкою	Верстат ТВ300
020	Технічний контроль		Стіл ВТК
025	Токарна чистова	Точити канавку, начисто точити торець поверхні	Верстат 16К20
030	Технічний контроль		Стіл ВТК
035	Токарна чистова	Розточити внутрішній діаметр та зовнішній	Верстат 16К20
040	Технічний контроль		Стіл ВТК
045	Розміточна	Розмітити точки для свердління отворів	Стіл ВТК
050	Свердлильна	Свердлити отвори по заданим точкам	Верстат 2Н135
055	Технічний контроль		Стіл ВТК
060	Фрезерна	Фрезерувати канавки деталі	Верстат 6Д13
065	Слюсарна	Притупити кромки	
070	Технічний контроль		Стіл ВТК

Операція №025 «Токарна з ЧПК»

Обрана схема базування та закріплення заготовки на технологічній операції повинна чітко та однозначно визначати положення заготовки при обробці на верстаті відносно елементів верстата, пристосування та металоріжучого інструмента. Така схема базування повинна бути простою в реалізації, зручною в використанні та забезпечувати доступ до всіх запланованих до обробки поверхонь.

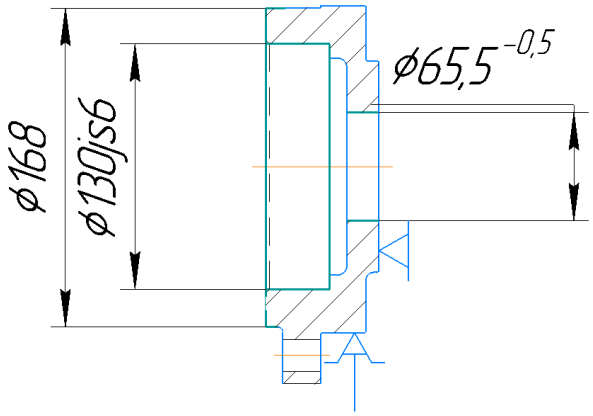

Рисунок 6.2.1 –Операція 025«Токарна з ЧПК»

Закріплюємо деталь в трикулачковому патроні, кулачки працюють на стискання, деталь затискається за зовнішню поверхню. Заготівля позбавляється всіх 6 ступенів свободи: можливості переміщення щодо осей X, Y, Z і обертання навколо X, Y, Z. Свердело при обробці направляється кондукторною втулкою, що дозволяє зменшити зміщення інструменту при точінні.

Операція 050 Свердлильна.

На даній операції (рис. 5.1) свердляться отвори в наступній послідовності:

- установити, закріпити;
- свердлити отвори, витримуючи розмір 1;
- змінити свердло;
- свердлити отвори, витримуючи розмір 2.
- зняти заготовку.

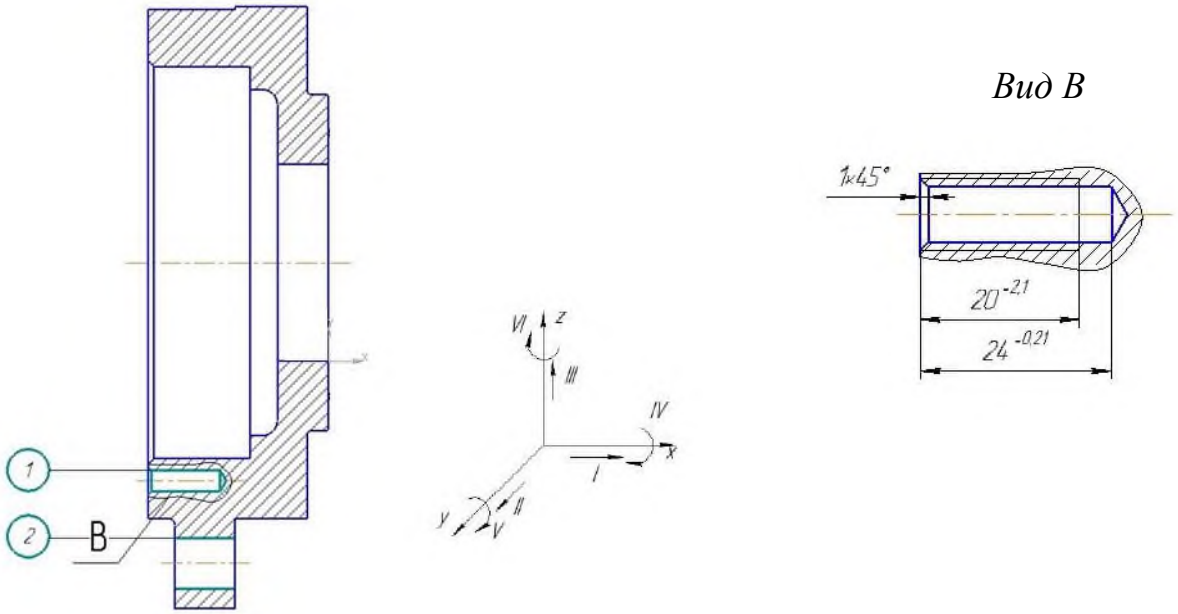

Рисунок 6.2.2 - Ескіз обробки заготовки на операції 050

Спосіб базування деталі (див. рис.6.2.1) – заготовка ставиться на торець та закріплюється кільцем з упором до внутрішнього центрального отвору.

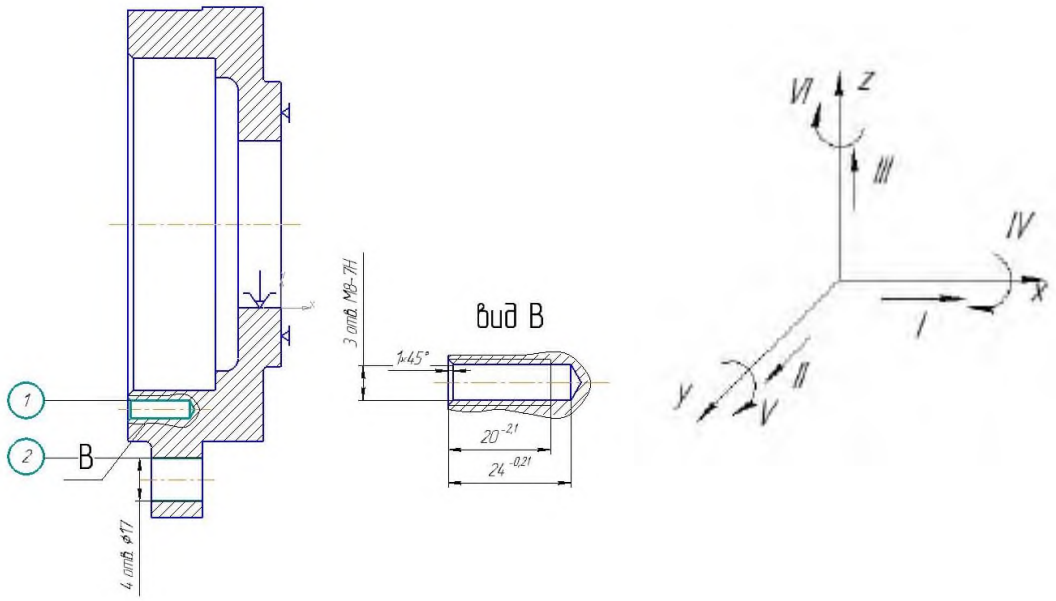

Рисунок 6.2.3 - Перший спосіб базування та закріплення заготовки на операції 050

Необхідна точність обробки забезпечується певним становищем заготовки щодо різального інструменту. Положення заготовки при обробці характеризується шістьма ступенями свободи. Кожне вільне, тверде тіло має 6 ступенів свободи, тобто 3-х координатне переміщення уздовж осей X, Y, Z. Тому

щоб позбавити деталь всіх 6-й ступенів свободи, необхідно забезпечити силовий контакт поверхні деталі в пристосуванні з 6-ю нерухомими точками. У цьому полягає правило 6-й точок. Причому ці 6 точок повинні бути розташовані в 3-х взаємно перпендикулярних площинах.

Закріплюємо деталь в трикулачковому патроні, кулачки працюють на розжим, деталь затискається за внутрішню поверхню. Заготівля позбавляється всіх 6 ступенів свободи: можливості переміщення щодо осей X, Y, Z і обертання навколо X, Y, Z. Свердело при обробці направляється кондукторною втулкою, що дозволяє зменшити зміщення інструменту при свердлінні.

Таблиця 6.2.3 – Таблиця відповідностей

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

Таблиця 6.2.3 – Матриця зв'язків

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

Другий спосіб (див. рис.*6.2.*3) – заготовка ставиться на патрон та затискається по зовнішній поверхні. Заготівля позбавляється всіх 6 ступенів свободи: можливості переміщення щодо осей X, Y, Z і обертання навколо X, Y, Z. Свердел при обробці направляється кондукторной втулкою, що дозволяє зменшити зміщення інструменту при свердлінні.

Порівнявши два способи базування заготовки на Свердлильної операції, можна зробити висновок, що можливо застосовувати як перший, так і другий вид установки деталі.

Таблиця відповідностей і матриця зв'язків приведені в табл. 5.4 і табл. 5.5.

Таблиця 6.2.4 – Таблиця відповідностей

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

Таблиця 5.3 – Матриця зв’язків

	X	Y	Z	
L	0	1	1	ПОБ
α	0	0	0	
L	1	0	0	УБ
α	0	1	1	
L	0	0	0	Вакансія
α	*1*	*0*	*0*	

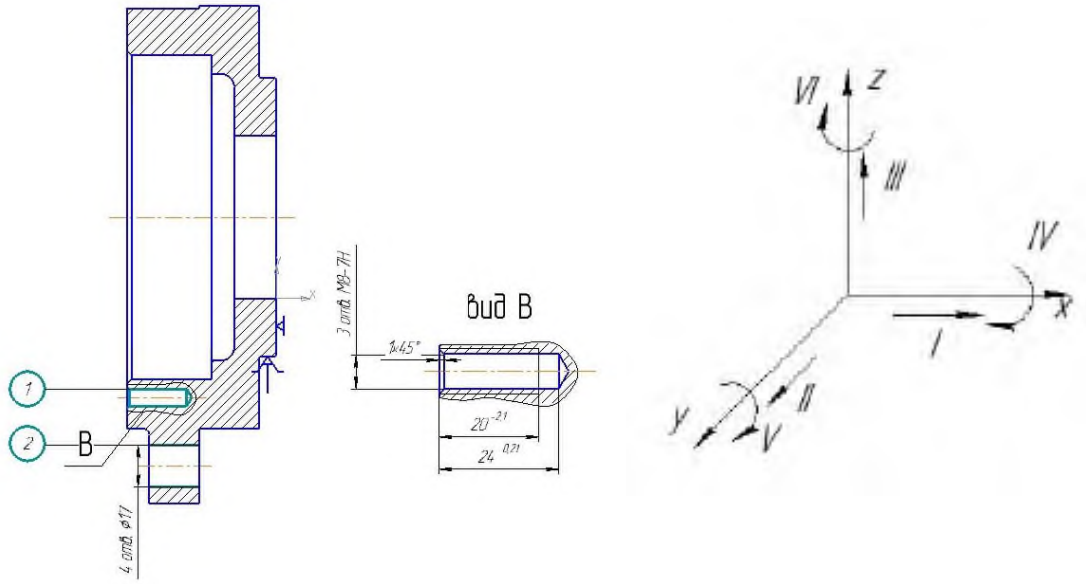

Рисунок 6.2.3 – Другий спосіб базування та закріплення заготовки на операції 050

6.3 Обгрунтування і вибір моделей металорізальних верстатів

Вибір верстатів рекомендується виконувати згідно з та існуючих сучасних каталогів-довідників металорізальних верстатів, дотримуючись таких вимог [1]: враховувати технологічні методи оброблення поверхонь, що вміщені у цю операцію; потужність двигунів; габарити робочого простору; тип виробництва; встановлену кількість інструментів.

Для прийнятої операції обираємо багатоцільовий верстат з ЧПК ГФ2171ФЗ. Технічна характеристика верстата наведена в таблиці 6.3.1. 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 оброку, 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 WL4M дозволяє точно і без особливих складнощів виконати обробку деталі.

В даному пункті розглядається короткий опис траєкторій руху ріжучого інструменту на токарної з ЧПК операції. Обробка деталі ведеться на токарному верстаті моделі 16Р30ФЗ з системою ЧПК «WЛ4Т».

Система числового програмного керування WЛ4Т є базовою моделлю 2-х – координатної контурної системи управління другого покоління сімейства WL4 і призначена для використання в карусельних верстатах і токарних верстатах з базовими функціями автоматичного управління. В СЧПК сімейства WL закладені наступні можливості:

- підключення цифрових і аналогових датчиків положення до 8 каналів оцифрування + можливість розширення;

- аналогове (16-бітний ЦАП 1ОВ) і цифрове управління регульованими приводами подач до 6 каналів управління + можливість розширення; частота оновлення керуючих впливів на привід задається параметрично, до 4.885 кГц;

- лінійна, кругова, гвинтова, сплайнова інтерполяції; частота сервоцикла інтерполяції;

- нарізування різьблення з постійним і змінним кроком; обробка зворотно-поступального нарізного руху;

- корекція на довжину і радіус інструменту; індивідуальна прив'язка інструментів;

- вимірювання розмірів за допомогою контактних щупів; автоматична прив'язка інструментів;

- можливість розширення СЧПК для управління багатосупортними верстатами (до 4 супортів); незалежна обробка програм для кожного супорта; синхронізація відпрацювання програм на різних супортах;

- захист від помилок програмування з корекцією розгону і гальмування;

- незалежна зонна корекція розмірів і компенсація люфтів до 2000 точок для кожного виду корекції, величина корекції до 255 дискрет;

- режим автоналаштування СЧПК; можливість зняття перехідної характеристики приводу і її відображення на екрані;

- сумісність керуючих програм з EIA RS-274-D (Interchangeable Block Data Format for NC Machines);

- довгострокова енергонезалежна пам'ять програм від 64 МБ;

- введення/виведення і виконання керуючих програм по RS-232, протоколах FTP, USB і з довготривалою пам'яттю;

- редагування програм безпосередньо на верстаті; діалоговий режим редагування програм: фаски, галтелі, заокруглення, сполучення і т.ін

- використання потужної макромови (змінні, функції; галуження, цикли, підпрограми);

- цикл чорнової обробки деталі по заданому контуру;

- пошук кадру з позиціюванням в крапку початку кадру; запуск програми з кадру; прискорений і покадровий режим відробітки програм; виконання кадру у переднаборі;

- відладка програми у графічному режимі без її відробітки на верстаті;

- сервісні можливості і внутрішня діагностика; відображення стану оцифрування, виходів ЦАП, проміжних сигналів; відображення стану вхідних і вихідних сигналів електроавтоматики; можливість ручного включення/відключення сигналів електроавтоматики безпосередньо з СЧПК;

- інтуїтивно зрозумілий графічний русифікований інтерфейс користувача; можливість налаштування інтерфейсу відповідно до потреб і смаків користувача (тип і розмір шрифтів, колірне розфарбовування); можливість налаштування інтерфейсу на іншу мову; вбудований калькулятор.

Таблиця 6.3.1 – Технічна характеристика системи ЧПК WL4T

Число керованих координат	2+1 (план-шайба)
Число одночасно керованих координат	2+1 (план-шайба)
Типи вихідних дій, що управляють, на контролери приводів	Аналоговий ±10V 16 розрядів ЦАП
Типи використовуваних датчиків зворотного зв'язку по переміщенню	Лінійний (оптичний), круговий
Способи інтерполяції	Лінійна Кругова
Швидкість прискореного переміщення	До 32 м/хв
Швидкість робочої подачі	Від 0 до 32 м/хв
Оперативна зміна швидкості подач	Від 0 до 32 м/хв
Оперативна зміна частоти обертання шпинделя	Плавне ручне регулювання від 0% до 120%
Код носія	ASCII
Час безперервної роботи	Необмежений
Величина корекції радіусу інструменту	До 32 мм
Редагування програм	Спеціальний редактор

6.4 Обґрунтування вибору верстатних пристроїв, металорізального та вимірювального інструментів

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

Для контролю розмірів на операції 025 застосовуємо універсальний шкальний інструмент. Проводиться контроль довжини та діаметрів деталі після чистової обробки. Вимірювальний інструмент - рулетка Р5У3П ГОСТ7502-98, штангенциркуль ШЦ III- 2000-0,1 ГОСТ 166-89.

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

Верстатні пристрої: патрон 6-1-В12 ГОСТ 15935-88

Ріжучий інструмент: фреза кінцева з циліндровим хвостовиком d=20 мм.

Позначення: фреза GM4CH90 08012-L25 VTH.

Вимірювальний інструмент: штангенциркуль ШЦ-III-400-0,1 ГОСТ 166-89*, калібр-пробка 8133-0928 Н14 ГОСТ 14810-69*, пробка 8221-3053 7Н ГОСТ 17758-72*

6.5 Розрахунки режимів різання

Режими різання аналітичним способом для операції 025 - токарна чистова:

Алгоритм визначення режиму різання: t→S→V→n→To

Визначаємо глибину різання (t)

1) Вибір подач

1. Обираю подачі для напівчистової стадій обробки S (мм / об) з урахуванням

поправочних коефіцієнтів [7]:

Для різця №1, який обробляє поверхні деталі при напівчистової обробці таблична подача дорівнює Sот=0,8 мм/об [7, с.38, карта 3].

Поправочні коефіцієнти:

а) Перетини державки різця Кд = 1,00 [7, с.42, карта 5].

б) Міцності ріжучої частини Ksh = 1,00 [7, с.42, карта5].

в) Властивостей оброблюваного матеріалу KSм = 0,8 [7, с.43, карта 5].

г) Схеми установки заготовки Ksy = 1,2 [7, с.43, карта5].

д) Стану поверхні заготовки KSп = 1,0 [7, с. 44, карта 5].

ж) Геометричних параметрів різця Ksφ = 1,0 [7, с.44, карта 5].

з) Способу кріплення пластини Ksp = 1,05 [7, с.45, карта5].

Фактична подача буде дорівнювати:

$$S_o=S_{от}\cdot К \qquad (6.5.1)$$

де К – це добуток усіх поправочних коефіцієнтів на подачу для даної стадії обробки, тобто.

$$К= Ks_д\ Ks_м\ Ks_y\ Ks_п Ks_φ Ks_h Ks_p,$$

При цьому К=1, тоді подача будет дорівнювати:

Для напівчистової обробки So= 0,8 · 1=0,8 мм/об.

Виконуємо коригування подачі за паспортними даними верстата. Так як верстат має безступінчастий діапазон регулювання подач, то залишаємо розраховану величину подачі.

2. Перевіряю подачі по осьовій Рх і радіальній Ру складовим сили різання, що є допустимими міцністю механізму подачі верстата, користуючись літературою [7, с. 98, карта 32]:

Для глибини різання до 4 мм і подачі до 1 мм/об(0,8мм/об)- P_x= 1500Н и P_y=580Н.

Визначаю поправочні коефіцієнти для сил різання:

$K_{Pмx}$ =$K_{Pмy}$ =1,3; $K_{Pγx}$ =$K_{Pγy}$ =1,0 [7, с. 99, карта 32] $K_{Pφx}$ =$K_{Pφy}$ =1,00; $K_{Pλx}$ =$K_{PλY}$ =1,00 [7, с. 99,100, карта 32, 33]

Фактичні сили різання:

$$P_{xф} = P_{xT} \cdot K_{Pмx} \cdot K_{Pφx} \cdot K_{Pγx} \cdot K_{Pλx} \quad (6.5.2)$$

$$P_{yф} = P_{yT} \cdot K_{Pмy} \cdot K_{Pφy} \cdot K_{Pγy} \cdot K_{PλY} ; \quad (6.5.3)$$

де КРмх =КРму- коефіцієнти механічних властивостей оброблюваного матеріалу;

$K_{Pφx}$ =$K_{Pφy}$ - коефіцієнти головного кута в плані;

$K_{Pγx}$ =$K_{Pγy}$ – коефіцієнти головного переднього кута;

$K_{Pλx}$ =$K_{PλY}$ - коефіцієнти кута нахилу головної різальної кромки.

Враховуючи поправочні коефіцієнти, отримую сили:

P_x= 1500•1,3=1950 Н та P_y=580•1,3=754 Н, що не виходить за рамки допустимих поздовжньої і поперечної сил, що допустимі механізмами подачі верстата (до 50000 Н).

Так, як дана сила - це найбільша сила, що може бути при обробці на даній стадії, то перевірку подач по силам проводити більше не потрібно.

3. Для різця №2, який обробляє внутрішні поверхні деталі при чистовій обробці таблична подача дорівнювати $S_{от}$=0,8 мм/об.

Поправочні коефіцієнти:

а) Вильоту державки різця К = 0,3 [7, с.72, карта 20].

б) Способу кріплення пластини K_{sp} = 1,2 [7, с.72, карта 20].

в) Властивостей оброблюваного матеріалу КSм = 0,8 [7, с.72, карта 20].

г) Матеріалу пластини $K_{Sи}$ = 1,1 [7, с.72, карта 20].

д) Стану поверхні заготовки $K_{Sп}$ = 1,0 [7, с.72, карта 20].

ж) Геометричних параметрів різця $K_{sφ}$ = 1,0 [7, с.72, карта 20].

з) Діаметра деталі $K_{sД}$ = 1 [7, с.72, карта 20].

Фактична подача буде дорівнювати (формула 7.1)

При цьому К = 0,396 (формула 7.2), тоді подача буде дорівнювати:

Для чистової обробки So = 0,8 · 0,396 = 0,314 мм / об (приймаємо 0,32

мм/об).

4) Вибір швидкостей різання.

Для чистової обробки РІ№1 зовнішніх діаметрів $V_т$ = 203 м / хв; [7 с.76, карта 21]

Визначаю поправочні коефіцієнти для швидкості різання [7, с.82 карта23]:

а) виду обробки K_{vo} = 1,25;

б) групи оброблюваності матеріалу - K_{vc} = 0,8;

в) матеріалу пластини - K_{vi} = 1,0;

г) механічних властивостей оброблюваного матеріалу - $K_{vм}$ = 0,5;

д) геометричних параметрів різця - $K_{vφ}$ = 1,0;

е) періоду стійкості різального інструменту - $K_{vт}$ = 1,0;

ж) наявності охолодження - $K_{vж}$ = 1,0.

Розрахунок остаточної величини швидкості різання за формулою:

$$V_р=V_т \cdot К \qquad (6.5.4)$$

Vт – таблична швидкість різання;

К – загальний поправочний коефіцієнт

$$К= K_{vи}\, K_{vc}\, K_{vo}\, K_{vм}\, K_{vφ}\, K_{vт}\, K_v \qquad (6.5.5)$$

Тоді К=1,25·0,8·0,5=0,5

$$V_р=203\cdot 0,5=101,5 \text{ м/хв.}$$

Для чистового точіння торцевих поверхонь РІ№3 Vт=285 м/хв; [7 с.93, карта 30]

Визначаю поправочні коефіцієнти для швидкості різання [7, с. 82,карта 23]:

а) виду обробки K_{vo} = 0,9;

б) групи оброблюваності матеріалу - K_{vc} = 0,8;

в) матеріалу пластини - K_{vi} = 1,5;

г) механічних властивостей оброблюваного матеріалу - Kvм = 0,5;

д) геометричних параметрів різця - $K_{v\varphi}$ = 1,0;

е) періоду стійкості різального інструменту - $K_{vт}$ = 1,0;

ж) наявності охолодження - $K_{vж}$ = 1,0;

Розрахунок остаточної величини швидкості різання:

При цьому К=0,9·0,8·1,5·0,5=0,54;

$$V_p=285\cdot 0,54=153,9 \text{ м/хв.}$$

Для чистової обробки РІ№2 Vт=300 м/хв; [7 с.81, карта 22]

Визначаю поправочні коефіцієнти для швидкості різання [7, с. 82, карта 23]:

а) виду обробки Kvo = 1,25;

б) групи оброблюваності матеріалу - Kvc = 0,8;

в) матеріалу пластини - Kvi = 1,0;

г) механічних властивостей оброблюваного матеріалу - Kvм = 0,5;

д) геометричних параметрів різця - Kvφ = 1,0;

е) періоду стійкості різального інструменту - Kvт = 1,0;

ж) наявності охолодження - Kvж = 1,0.

Розрахунок остаточної величини швидкості різання за формулою 7.6:

При цьому К=0,5

$$V_p=300\cdot 0,5=150 \text{ м/хв.}$$

5) Визначення розрахункових частот обертання шпинделя за формулою:

Чистове точіння (РІ№1):

$$n_p = \frac{1000V_p}{\pi D}(об/хв), \qquad (6.5.6)$$

де D – діаметр оброблюваної поверхні, мм.

Для поверхні діаметром 168 мм при чистовому точінні

n_p= 1000·101,5/3,14·168=192,4 хв$^{-1}$.

Для чистового підрізання торця 168/130 мм

n_p= 1000·150/3,14·168=284,34 хв$^{-1}$.

Для чистового підрізання торця 130/115

n_p= 1000·150/3,14·130=367,46 хв$^{-1}$

Для чистового розточування діаметру 130 мм

n_p= 1000·153,9/3,14·130=337,02 хв$^{-1}$

Для чистового розточування діаметру 65.5 мм

n_p= 1000·153,9/3,14·65.5=748 хв$^{-1}$

Для чистового розточування (РІ№3): np= 1000 153,9/3,14 1758=27,87 хв-1

6) Визначення фактичної швидкості різання.

$$V_ф = \frac{ПD_{nф}}{1000} \qquad (6.5.7)$$

де Vф- фактична швидкість різання;

D- найбільший діаметр оброблюваної поверхні;

nф- скориговані за паспортними даними верстата фактичні оберти шпинделя;

Коригуємо оберти шпинделя за паспортними даними для кожного різального інструменту:

Чистове точіння РІ№1: $n_ф$=192 хв$^{-1}$

$$V_ф = \frac{3{,}14 \cdot 168 \cdot 192{,}4}{1000} = 101{,}5 м/хв$$

Чистове розточування РІ№2: : $n_ф$=337 хв$^{-1}$

$$V_ф = \frac{3{,}14 \cdot 168 \cdot 337}{1000} = 177{,}7 м/хв$$

7) Перевірка вибраних режимів різання по потужності привода головного

руху для напівчистової стадії обробки. Наприклад: потужності різання для точіння найбільшого діаметра деталі будуть рівні відповідно Nт =17,5кВт [7, с. 76, карта 21].

Поправочний коефіцієнт для потужності різання – залежить відмеханічних властивостей оброблюваного матеріалу Кпм = 1,3 [7, с. 85, карта 24]. Визначення розрахункової потужності:

$$N_р = N_т \cdot К_{пм} \quad (6.5.8)$$

Для чистовій стадії обробки Np = 17,5 · 1,3 = 22,75 кВт. Так як на даній поверхні виникають найбільші потужності різання, то перевірка на потужність різання інших поверхонь не ведеться.

8) Визначення хвилинної подачі Sхв (мм / хв) за стадіями за формулою:

$$S_{хв} = S_о \cdot n_ф, \quad (6.5.9)$$

Чистове точіння зовнішнього діметру 168: Sхв= 0,8 • 192 = 153 мм/хв.

Чистове підрізання торцю 168/130: Sхв= 0,3 • 285 = 85 мм/хв.

Чистове підрізання торцю 130/110 Sхв= 0,32 • 367= 117 мм/хв.

Чистове розточування внутрішнього діметру 130 Sхв= 0,32 • 337 = 107 мм/хв

Чистове розточування внутрішнього діметру 65,5 Sхв= 0,32 • 748 = 239 мм/хв

9) Визначення часу автоматичної роботи верстата за програмою Допоміжний час визначається за формулою:

$$T_ч = T_{чуст} + T_{чоп} + T_{чвим} \quad (6.5.10)$$

де: $T_{ч.уст.}$

– час на установку і зняття деталі, по [13] с. 52, карта 3 при установці деталі при установці деталі в самоцентруючому патроні $T_{ч.уст.}$ = 0,5хв;

$T_{ч.оп.}$ – час пов'язаний з операцією, по [13] с.79, карта 14 $T_{ч.оп.}$ = 0,32хв;

$T_{ч.вим.}$ – час на виміри, по [13] с. 80, карта 15 - $T_{ч.вим.}$ = 1,33хв.

$$T_{шт} = 0,50 + 0,32 + 1,33 = 2,15 \text{ хв.}$$

Норма штучного часу розраховується за формулою:

$$T_{ШТ}=(T_{ЦА}+T_{В})\ (1+(a_{мех}+a_{орг}+a_{отл})/100) \qquad (6.5.11)$$

де: $a_{мех}+a_{орг}+a_{отл}$ - час на організаційне і технічне обслуговування робочого місця і особисті потреби по [13] с. 90, карта 16:

$$a_{мех}+a_{орг}+a_{отл}= 9\%$$

$$T_{ШТ}=(1,32+2,15)(1+(9/100))=3,78 \text{ хв.}$$

Норма підготовчо-заключного часу ТПЗ визначається по [13] с.96, карта 21 і складається з:

- часу на отримання наряду, креслення, технологічної документації, ріжучого і допоміжного інструменту і пристосування – 9,0 хв;
- часу на ознайомлення з роботою, кресленням, технологічної документації - 2,0 хв;
- часу на інструктаж майстра – 7,0 хв;
- часу на установку первісний режим роботи верстата – 0,15 хв;
- часу на свій пристрій для подачі ЗОР – 0,25хв.

$$T_{ПЗ}= 9,0 + 2,0 + 7,0 + 0,15 + 0,25 = 18,4 \text{ хв}$$

Таблиця 6.5.1 - Режими різання на операцію 025.

№ поверхні	t, мм	S, мм/об	Vф, м/хв	nф, об/хв	L, мм	i
Ø168	0,3	0,5	101,5	192	175	3
Ø130	0,3	0,5	177,7	337	135	3
Ø65,5	0,3	0,5	153.84	748	70	2
168/130	2	0,8	150,34	285	40	1
130/110	2	0,8	149,8	367	30	1

060 Фрезерна з ЧПК

Режими різання при фрезеруванні

Глибина різання при фрезеруванні:

Фрезерування паза 3х1,5 – t=1,5мм;

Фреза для канавок GS6C 1501015-L35R00 V TH

Вибір подачі

Подача на зуб при фрезеруванні пазів вибирається по карті 81. При фрезеруванні кінцевою фрезою діаметром 9,9 мм і шириною фрезерування канавки 1.5 мм рекомендується подача S_{ZT} = 0,05 мм/зуб.

По карті 82 визначаються поправочні коефіцієнти на подачу при фрезеруванні для змінених умов обробки в залежності від:

- механічних властивостей оброблюваного матеріалу KSM = 1,1;
- матеріалу ріжучої частини фрези KSM = 1,0;
- відношення фактичного числа зубів до нормативного KSZ = 0,6;
- відносини вильоту фрези до діаметру. KSl = 1,0.

Остаточно подача на зуб визначається за формулою:

$$S_Z = S_{ZT} \cdot K_{SM} \cdot K_{SИ} \cdot K_{SZ} \cdot K_{S1}\,, \qquad (6.5.12)$$

$$S_Z = 0{,}05 \cdot 1{,}1 \cdot 1{,}0 \cdot 0{,}6 \cdot 1{,}0 = 0{,}03 \text{ мм/зуб}$$

Остаточно приймається S_Z = 0,03 мм/зуб.

Вибір швидкості і потужності різання

При фрезеруванні кінцевою фрезою діаметром 9,99 мм і шириною 1.5 мм і подачею на зуб S_Z =0,03 мм/зуб рекомендується швидкість різання V_T = 20м/хв і потужність різання N_T = 1,25кВт

По карті 84-вибираються інші поправочні коефіцієнти на швидкість різання і потужність різання для змінених умов в залежності від:

- групи оброблюваності матеріалу $K_{VO} = K_{NO}$ = 0,8;
- твердості оброблюваного матеріалу K_{VM} = 1,35, K_{NM} = 0,75;
- матеріалу ріжучої частини фрези $K_{VИ} = K_{NИ}$ = 1,0;

- періоду стійкості ріжучої частини $K_{VT} = K_{NT} = 1,0$;

- відносини фактичної ширини фрезерування до нормативної :

поверхня 1, 2: $K_{VB} = K_{NB} = 1,0$;

поверхня 3: $K_{VB} = K_{NB} = 1,2$;

- стану поверхні заготовки $K_{VП} = K_{NП} = 1,0$;

- наявність охолодження $K_{VЖ} = K_{NЖ} = 1,0$.

Остаточна швидкість і потужність різання визначається за формулами:

$$V=V_T \cdot K_{V0} \cdot K_{VM} \cdot K_{VИ} \cdot K_{VT} \cdot K_{VB} \cdot K_{VП} \cdot K_{VЖ;} \quad (6.5.13)$$

$$N=N_T \cdot K_{N0} \cdot K_{NM} \cdot K_{NИ} \cdot K_{NT} \cdot K_{NB} \cdot K_{NП} \cdot K_{NЖ;} \quad (6.5.14)$$

$$V=20 \cdot 0,8 \cdot 1,35 \cdot 1,0 \cdot 1,0 \cdot 1,0 \cdot 1,0 \cdot 1,0=21,6 \text{ м/хв};$$

$$N = 1,25 \cdot 0,8 \cdot 0,75 \cdot 1,0 \cdot 1,0 \cdot 1,0 \cdot 1,0 \cdot 1,0 \cdot 1,0= 0,75 \text{ кВт};$$

Частота оберту шпинделя визначається за формулою (6.5.6):

$$n_p = \frac{1000 \cdot 21,6}{3,14 \cdot 20} = 344(об/хв);$$

Так як верстат мод. ГФ2171ФЗ має безступінчасте регулювання частоти обертання, то коригувати швидкість різання немає необхідності.

Хвилинна подача розраховується за формулою:

$$S_M=n \cdot S_z \cdot z, \quad (6.5.15)$$

$$S_M=344 \cdot 0,05 \cdot 6=103,2 \text{мм/хв};$$

Норми часу на операції фрезерної з ЧПК

Допоміжний час визначається за формулою (6.5.10):

- час на установку-зняття деталі $T_{B.уст} = 0,60$ хв по [13] карта 13;

- час, пов'язаний з операцією $T_{B.от} = 0,35$ хв по [13] карта 14;

- час на вимірювання $T_{В.вим}$ = 1,80 хв по [13] карта 15.

$$T_В=0,60+0,35+1,8=2,75 \text{ хв}$$

Час на організаційне і технічне обслуговування робочого місця і особисті потреби по [13] с. 90, карта 16: $a_{тех} + a_{орг} + a_о = 9\%$.

Норми штучного часу розраховуються по формулі:

Тшт=(12.2+2,75)(1+9/100)=16.30 хв.

Таблиця 6.5.2 – Режими різання і норми часу на операцію 060

Операція	**f**	**S_0 мм/хв**	**n, об/хв**	***V_B, м/хв***	**$N_ф$, кВт**	**$S_{мин}$, мм/хв**	**То, хв**	**$T_{ЦА}$, хв**
Паз 3х1,5 мм	20	0,3	344	21,6	0,75	103,2	12.2	2.75

Норма підготовчо-заключного часу ТПЗ визначається по [13] с. 96, карта 21 і складається з:

- часу на отримання наряду, креслення, технологічної документації, ріжучого і допоміжного інструменту і пристосування -9,0 хв;

- часу на ознайомлення з роботою, кресленням, технологічною документацією -2,0 хв;

- часу на інструктаж майстра -6,0 хв;

- часу на установку вихідних режимів роботи верстата - 0,15 хв;

- часу на налаштування пристрою для подачі ЗОР - 0,25 хв.

Тпз=9,0+2,0+6,0+0,15+0,25=17,4 хв.

7 ПРОЕКТУВАННЯ ВЕРСТАТНОГО ПРИСТРОЮ

Обґрунтування необхідності створення пристрою, вибір системи пристрою Згідно з завданням, необхідно спроектувати верстатне пристосування для установки і закріплення заготовки «Корпус підшипника» (див. Креслення деталі в додатку А) на свердлильному верстаті з ЧПК 2Н135 операції №050 технологічного процесу виготовлення деталі. На розглянутій операції проводиться свердління 4 отворів Ø17 мм та 3 отворів М8-Н7 мм. Шорсткість всіх оброблюваних на даній операції отворів відповідає 12,5 мкм за критерієм Ra. Обробка заготовки виконується за одну установку.

Розроблюване пристосування використовується для зажиму деталі «Корпус підшипника».

Річна програма випуску даної деталі складає 6000 штук на рік, що відповідає великосерійному типу виробництва.

Пристосування використовується при обробці на операції 050 Свердління з ЧПК, верстат –2Н135.

Уточнення мети технологічної операції

На даній операції будуть свердлити 4 отвори Ø17 мм. та 3 різьбових отвори М8-7Н.

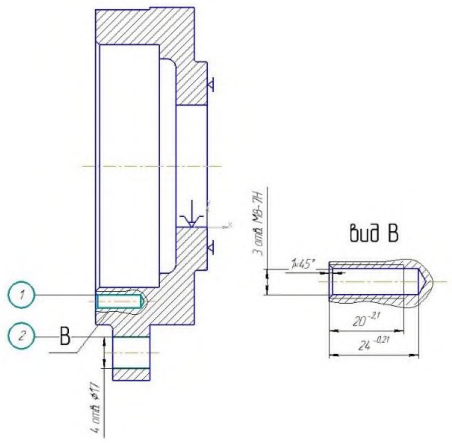

Рис. 7.1- Свердлильна операція 050

Як приклад, виконаємо аналіз точності отвору, що обробляється в розмір Ø17Н14

Точність розмірів

Номінальний розмір поверхні – 17 мм поле допуску - Н, квалітет розмірної точності – 14 [1, с. 46]

Верхнє відхилення Es: 0,43 мм

Нижня відхилення Ei: 0 мм

Допуск $T_{\text{ø}17\ H14}$=0,43 мм

Точність форми та розташування оброблюваних поверхонь

Точність форми оброблюваної поверхні на даному етапі обробці не регламентується. При цьому характерними відхиленнями форми для циліндричної поверхні слід вважати відхилення від круглоті і циліндричної. Визначаємо їх значення для рівня нормальної відносної точки А (30% від допуску на розмір поверхні).

$$T = 0{,}3 \cdot 0{,}43 = 0{,}129 \text{ мм}$$

Найбільш близьким стандартним значенням допуском форми поверхні (круглоті циліндричної) в даному випадку є 0,12 мм, що відповідає 12-й ступеня точності.

Шорсткість оброблюваних поверхонь

Шорсткість поверхності після обробки на даній операції відповідає 12,5 мкм за критерієм Ra.

Шорсткість базових поверхонь

Шорсткість поверхонь, вказана на кресленні для всіх розмірів Ra 12,5 мкм. Це відповідає вимогам по точності, що пред'являються до базових поверхонь.

У проектованому пристосуванні планується обробляти заготовки з базовими поверхнями схожими за оброблювальну деталь та в межах даних розмірів із зазначеними параметрами точності.

Отже, властивості встановлювальних деталей в пристосування повинні знаходитись в межах допусків зазначених розмірів.

Визначення умов в яких буде виготовлятися і експлуатуватися проектований пристрій

Розроблюване пристосування використовується для зажиму деталі «Корпус підшипника».

Річна програма випуску даної деталі складає 6000 штук на рік, що відповідає великосерійному типу виробництва.

Пристосування використовується при обробці на операції 050 Свердління з ЧПК, верстат –2Н135.

На операції 050 у заводському технологічному процесі застосовується свердлильний верстат моделі 2Н135, який має такі характеристики:

-найбільше (установче) переміщення свердлильної головки, мм 170;

-переміщення шпинделя за один оборот штурвала, мм 122,46;

-робоча поверхня стола, мм 450х500;

-найбільший хід столу, мм 300;

- установчий розмір Т-образних пазів в столі по ГОСТ 1574-75:

- центрального 18Н9, крайніх 18Н11;

- відстань між двома Т-образними пазами по ГОСТ 6569-75, мм 100;

- кількість швидкостей 12;

- межі частоти обертання шпинделя, 1 / хв 31,5-1400;

- кількість подач 9;

- межі подач, мм / об 0.1-1.6;

-найбільша кількість нарізаються отворів в годину 55;

-управління циклами роботи Ручне;

-рід струму живильної мережі Трифазний;

-напруга живильної мережі, В 380/220.

При обробці в умовах базового технологічного процесу заготовка встановлювалася з звичайними прихватами на свердлильному і закріплювалася вручну. При цьому робочий мав 4-й розряд. Застосування універсальне пристосування дозволить знизити розряд верстатника на даній операції до 3-го розряду, знизить трудомісткість обробки за рахунок скорочення витрат

допоміжного часу на установку, закріплення і розкріплення заготовки, підвищить стабільність в забезпеченні розмірної точності оброблюваних отворів.

Складання переліку функцій, що 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. Освіта вихідної сили для закріплення.

7. Управління енергоносієм.

8. Об'єднання функціональних вузлів (втулка).

9. Обробка поверхонь: свердління отворів діаметрами Ø17 мм, отвір М8-7Н, фаски 1×45°.

10. Поворот столу на кут 75°.

11. Створення безпечних умов праці.

Виходячи з умов реалізації цих функцій і вимоги до результатів їх реалізації, здійснюємо пошук прототипів з накопиченого фонду технічних рішень. Перевагу віддаємо апробованим практикою стандартним технічним носіям функцій.

Розробка і обгрунтування схеми базування

Вибір встановлюючої базової поверхні

При виборі базових поверхонь слід віддавати перевагу поверхням, які мають просту (правильну) форму, достатню протяжність (площа), досить високу геометричну точність і чистоту. Також слід враховувати можливість використання принципів сталості та суміщення баз. Всім цим критеріям відповідають зовнішня циліндрична поверхня Ø130js6 мм.

Так, передбачається, що заготовка при свердлінні отворів, розточування отворів і підрізання кромок на свердлильному верстаті з ЧПК операції буде

встановлена в спеціальному пристосуванні по зовнішній циліндричній поверхні Ø110 мм з упором в торець (рис. 7.6.1).

При базуванні заготовки по торцю, реалізується установча технологічна база, що позбавляє заготовку 3-х ступенів свободи, в тому числі поступального переміщення уздовж центральної осі деталі (вісь x), а також обертальних рухів навколо осей y і z (рис. 5.1). При базуванні заготовки по внутрішній циліндричній поверхні реалізується подвійна опорна база, позбавляє заготовку 2-х ступенів свободи: поступальних переміщень уздовж осей y і z.

Таким чином, при установці заготовка буде позбавлена 5-ти ступенів свободи, вакантним залишається обертання навколо центральної осі заготовки.

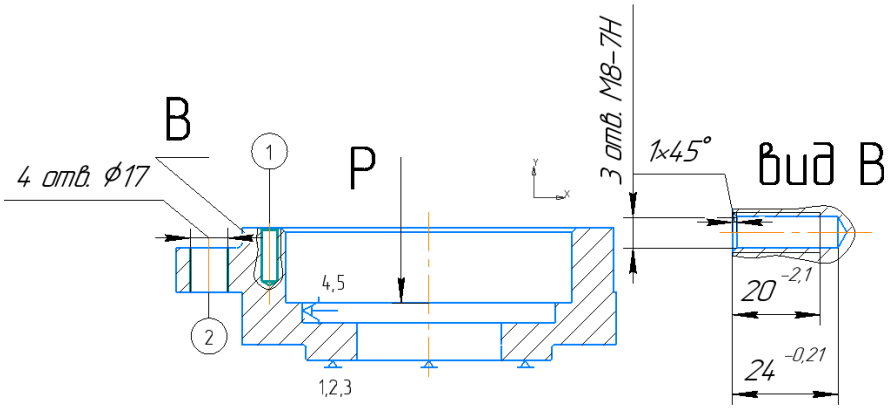

Рисунок 7.2 Схема базування деталі

Вибір опорної базової поверхні

Виконаємо аналіз схеми базування заготовки в пристосуванні з точки зору можливості забезпечення розмірної точності операційних розмірів.

В результаті проведеного аналізу можна зробити висновок: запропонована схема базування заготовки при використанні спеціального пристосування (рис. 7.6.1) гарантує забезпечення точності операційних розмірів при обробці поверхонь заготовки. Домінуючою похибкою при забезпеченні точності операційних розмірів, заданих в радіальному і осьовому напрямку слід вважати точність позиціонування робочих органів верстата, значення якої відповідає 0,01 мм.

Розглянемо можливість забезпечення точності розмірів з точки зору наявності похибок базування у радіальному напрямку.

$$\varepsilon = \frac{\delta D}{2} + x, \tag{7.2}$$

де х- радіальне биття, в нашому випадку приймемо рівний 0.

δD =0,033 мм - допуск на базування (Ø110)

Підставляємо у формулу:

$$\varepsilon = \frac{0{,}033}{2} = 0{,}0165 \text{ мм} = 165 \text{ мкм},$$

Допустима похибка $\varepsilon_{доп} = 0.1$ мм,

$\varepsilon_{доп} \geq \varepsilon_{б}$, 0,1 ≥ 0 - умова виконується, звідси виходить, що при обробці отворів при даному базуванні буде досягнута необхідна точність. Тому ця схема базування заготовки є прийнятною для забезпечення осьових розмірів.

Побудова функціональної структури пристрій.

З набору функцій наведених в 5 пункті, виділимо ті які реалізуються в перебігу оперативного часу: 0, 1, 2, 5, 6, 7, 10. Функції 3, 4, 8 впливають на підготовчо-заключний час; функції 8, 11 прямого впливу на штучний час не роблять.

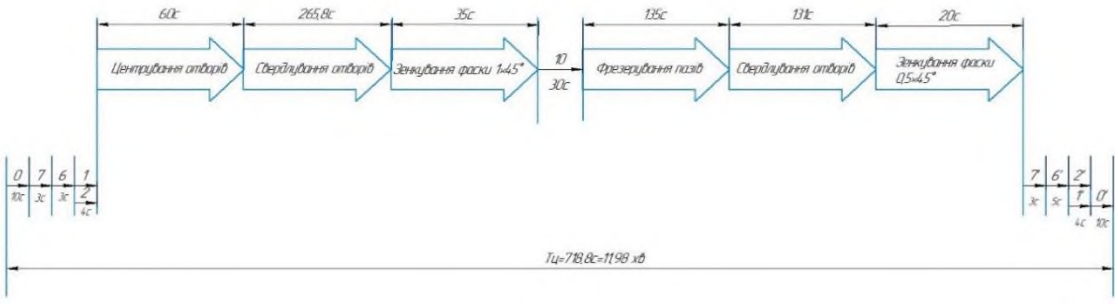

Рисунок 7.1 – Схема послідовного реалізування функції

Послідовна структура реалізації потоку функцій є найбільш тривалою за часом, проте в даному випадку це єдина можливість обробки заготовки на даній операції при великосерійному типі виробництва, де обробка ведеться по можливості стандартним ріжучим інструментом і суміщення переходів не представляється можливим.

Функціональна структура проектування пристрою представленя на рисунку 7.2

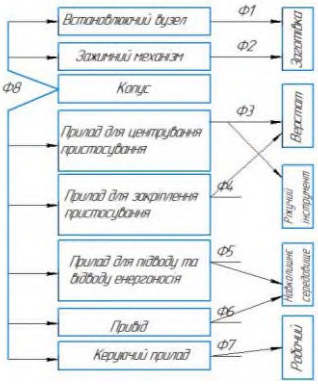

Рисунок 7.2 – Функціональна структура проектувального пристрою

Розробка і обґрунтування схеми закріплення

Аналіз структури полів врівноважуючих сил

Свердлильна з ЧПК на 050 операції виконується свердління отворів. Сили закріплення розраховуються з розрахункової схеми, яку показано на рисунку 8.1.1

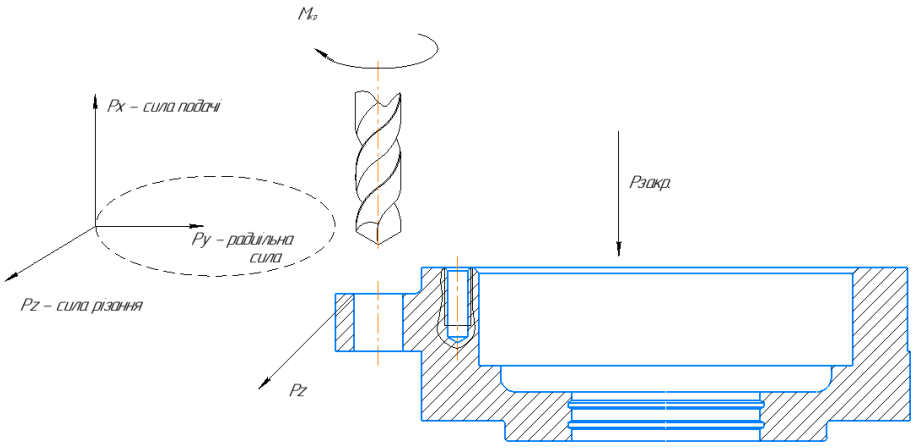

Рисунок 7.3 Схема розподілення сил

При свердлінні отворів заготовки повідомляється тангенціальна складова сили різання P_z, точка прикладання якої розташована на отворі ∅17 мм (рис. 8.1.1). Свердло створює крутний момент $M_{кр}$, який провертає заготовку навколо її центральної осі. Для того, щоб врівноважити момент $M_{кр}$ до заготівлі в радіальному напрямку з боку торця ∅110 мм прикладена сила закріплення $P_{закр}$ (рис. 8.1). Сила закріплення $P_{закр}$, спрямована нормально до торцевої поверхні заготовки ∅110 мм.

Таким чином, виконується умова рівноваги сил, що діють на заготовку.

Розрахунок сил закріплення

Із умови непровороту заготовки [1] с.85 для циліндричної заготовки діаметром бази D (110 мм) встановленої на оправку та навантаженої крутним моментом та моментом сила закріплення $P_З$ визначається за формулою:

$$P_З = \frac{K \cdot M_{КР}}{R \cdot f} \qquad (7.2)$$

де K - коефіцієнт запасу;

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

R - радіус точки прикладання сили Рз, м;

f - коефіцієнт тертя в місцях контакту заготовки з опорами, по [1] с.85, таблиця 10, при контакті обробленої заготовки з опорами га зажимними елементами пристосування $f = 0{,}16$.

Коефіцієнт запасу К вводять в формули при обчисленні сили $P_З$ для забезпечення надійного закріплення заготовки, по [1] с.85:

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

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 різального інструменту, по [2] с.84, таблиця с9 $К_2 = 1,2$;

K_3 - коефіцієнт, враховуючий збільшення сил різання при свердлінні, $К_3 = 1,2$;

K_4 - коефіцієнт, характеризуючий постійність сили закріплення, при використанні пневматичних зажимів $К_4 = 1,0$;

K_5 - коефіцієнт, характеризуючий ергономіку ручних затискних механізмів , $K_5 = 1,0$;

K_6 - коефіцієнт враховують тільки за наявності моментів, що прагнуть повернути заготовку, $K_6 = 1,5$.

$$К = 1,5 \cdot 1,0 \cdot 1,2 \cdot 1,2 \cdot 1,0 \cdot 1,0 \cdot 1,5 = 3,24;$$

Розрахункове значення коефіцієнта запасу К=3.24.

Головний момент кручення визначається за формулою:

$$M_{кр} = 10 C_м \cdot D^q \cdot S^y \cdot K_P \qquad (7.4)$$

де $C_м$ - коефіцієнт, по [1] с.291, таблиця 41 $C_M = 0,0345$;

y, q - показники ступеню, по [1] с.291, таблиця 41

$q = 2$; $y = 0,8$

K_P - поправочний коефіцієнт, враховуючий якість матеріалу, K_P =0.79

D^q - діаметр свердла

$$M_{кр} = 10 \cdot 0,0345 \cdot 17^2 \cdot 0,28^{0,8} \cdot 0,79 = 28,4 \text{ Н м.}$$

Підставивши вибрані і розраховані значення в формулу (1.1), визначаємо силу закріплення:

$$P_{закр} = \frac{28,4 \cdot 3,24}{0,058 \cdot 0,16} = 992 \text{ Н}$$

Отже, необхідна сила затиску $P_з$= 992 Н.

Розрахунок на міцність

Затиск та розтиск заготовки здійснюється за допомогою пневмоциліндру двосторонньої дії, до якого приєднаний шток.

Розраховуємо діаметр різі розраховуємо за формулою:

$$d_В = d_н - (0,541P) \cdot 2 \qquad (7.5)$$

$$d_В = 17 - (0,541 \cdot 1,75) \cdot 2 = 15,106 \text{ мм.}$$

Мінімальна площа поперечного перетину отвору розраховується за формулою:

$$S_{min рез} = \frac{\pi d_в^2}{4} \qquad (7.6)$$

$$S_{min рез} = \frac{\pi \cdot 15,106^2}{4} = 179,2 \text{ мм}^2$$

Межа плинності для Сталі 40 дорівнює 300 МПа.

Допустимі напруження розтягування визначається за формулою:

$$[\sigma_P] = 0{,}5 \cdot \sigma_T \qquad (7.7)$$

$$[\sigma_P] = 0{,}5 \cdot 300 = 150 \text{ МПа.}$$

Напишемо умову міцності на розтягування:

$$\sigma_P = \frac{W}{S_{minpez}} \leq [\sigma_P]$$

$\sigma_P = \frac{7618}{179{,}22} = 42{,}5 < 150$ МПа – отже міцність штока забезпечується, так як міцність забезпечується навіть в його мінімальному перетині (на ділянці свердління).

Обгрунтування вибору приводу

Затиск та розтиск заготовки виконується за допомогою штока.

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

$$P_Д = \frac{\pi}{4} \cdot (D_П^{\,2} - d_Ш^{\,2}) \cdot p \cdot \eta \qquad (7.8)$$

де:

Q=$P_з$= 992Н;

D–діаметр пневмоциліндра;

$d_ш$– діаметр штока 80 мм;

η– ККД = 0.9

ρ – тиск повітря=0.4 МПа

Діаметр пневмоциліндра, що забезпечує необхідну силу закріплення заготовки, визначається за формулою:

$$D_{П} = \sqrt{d_{Ш}{}^{2} + \frac{4 \cdot P_{З}}{\pi \cdot p \cdot \eta}} \qquad (7.9)$$

Таким чином підставимо у формулу значення:

$$D_{\text{п}} = \sqrt{80^{2} + \frac{4 \cdot 992}{3{,}14 \cdot 0{,}4 \cdot 0{,}9}} = 99{,}54 \text{ мм}$$

$D_{\text{п}}$=99,54 мм, Приймаємо діаметр пневмоциліндра 100 мм

Тепер можемо перерахувати силу затиску:

$$\text{P}_{\text{д}} = \frac{3{,}14}{4}(100^{2} - 80^{2}) \cdot 0{,}4 \cdot 0{,}9 = 1017 \text{ Н}$$

Отже, сила затиску більша за силу, що виникає в процесі різання, тому буде забезпечене жорстке закріплення заготовки. Таким чином пневмоциліндр позволяє нам використовувати таку силу затиску.

Точнісні розрахунки пристрою

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 перевищувати значення допуску, що установлений на розмір заготовки і що

витримується при виконанні свердління з ЧПК операції (050). З інформаційної точки зору розрахунки допусків на виготовлення елементів пристрою являють собою перетворення інформації про точність обробки поверхонь заготовки на даній операції в точнісні вимоги до пристрою.

Розрахункову похибку пристрою знаходять за формулою (10.1). Більшість складових, що входять у дану формулу, являють собою поля розсіювання випадкових величин, тому їх підсумовують у загальному випадку за правилом геометричного додавання.

$$\varepsilon_{пр} = T - K_T\sqrt{(K_{T1}\cdot\varepsilon_б)^2 + \varepsilon_з^{\,2} + \varepsilon_у^{\,2} + \varepsilon_п^{\,2} + \varepsilon_и^{\,2} + (K_{T2}\cdot\omega)^2 + \varepsilon_{поз}^{\,2}} \qquad (7.10)$$

Розглянемо більш докладно складові, що входять у дану формулу.

Т= 0,18 мкм – найбільш жорсткий допуск розташування до розміру (з тих, які одержують наданій операції.

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

$К_{Т1}$ = 0 – коефіцієнт, що враховує деяке зменшення граничного значення похибки базування. (Якщо похибка базування дорівнює нулю, той $К_{Т1}$ = 0. У протилежному випадку $К_{Т1}$ = 0,8 – 0,85);

$\varepsilon_б$ = 0 мкм – приймаємо рівну нулю оскільки використовується принцип сумісництва баз;

$\varepsilon_з$ = 0 мкм – оскільки при закріпленні деталі в конусну оправку не існує ймовірність перекосу в осьовому напрямі під дією сил закріплення, приймаємо похибку закріплення рівну 0 мкм.;

$\varepsilon_у$ = 0 мкм – приймаємо рівну 0, оскільки похибка установки не вплине на технологічні вимоги на даній операції;

$\varepsilon_п$ = 10 мкм – похибка перекосу інструменту приймаємо 0 оскільки використовується достатньо жорсткий інструмент;

$\varepsilon_и = 0$ мкм – похибка зношування рівна нулю оскільки ми приймаємо умові рівномірного зношування інструменту. [4];

$К_{Т2} = 0,6$ – коефіцієнт що враховує можливість появи похибки обробки (див. табл. 3.2) [2];

$\omega = 50$ мкм – економічно досягаємо точність обробки (див. табл. 3.7) [4];

$\varepsilon_{поз}$ = 0 мкм - приймаємо рівну 0, оскільки дана похибка не вплине на технологічні вимоги на даній операції;

Тоді розрахункове значення похибки пристрою буде дорівнювати:

$$\varepsilon_{пр} = 0,18 - 1,2\sqrt{(0 \cdot 0)^2 + 0^2 + 0^2 + 0^2 + 0,010^2 + (0,6 \cdot 0,05)^2 + 0^2} = 0,128 \text{ мм}$$

Так, як технологічний допуск на виконання розміру рівний 180 мкм і більше загальній похибці, запропонована схема базування прийнятна.

Опис пристрою і принципу дії пристрою

Пристосування служить для базування і закріплення заготовки деталі «Корпус підшипника» при обробці отворів на свердлильних верстатах з ЧПК. Оброблювана деталь базується по площині, отверстию диаметром Ø110 та бокової тороні корпусу.

Встановлюють на наладку, центрують по втулці та упирають до упору в палець. Закріплення корпусу подшипника здійснюється швидкоз'ємною шайбою за допомогою гайок та шпильок, вкручених в штоки поршнів пневмоциліндрів. При запуску пневматичного циліндру, шток починає своє переміщення в вертикальну направленні, тим самим, затискає заготовку.

Всі затискні і настановні елементи пристосування змонтовані на плиті. Пристосування встановлюється на столі свердлильного верстата. Кріплення пристосування на столі верстата здійснюється болтами.

Використання пневмоприводів двосторонньої дії дозволяє скоротити витрату повітря на 30-40%. Поршневий привід кріпиться на настановної плиті.

У даного пристосування є ряд переваг:

- проста конструкція;
- сталі сили закріплення;

- технологічність;
- зручність в експлуатації;
- надійність;
- швидка перевстановлення та закріплення деталі;
- зручна заміна зношених елементів.

Конструкція пристосування розроблена для серійного та великосерійного виробництва.