

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
Національний університет «Запорізька політехніка»

Машинобудівний інститут, машинобудівний факультет

(повне найменування інституту, факультету)

Кафедра «Технологія машинобудування»

(повне найменування кафедри)

Пояснювальна записка

до дипломного проекту
перший (бакалаврський)

(ступінь вищої освіти)

на тему «Розробка технологічного процесу виготовлення стакану підшипника»

Виконав: студент 4 курсу, групи М-110сп

Спеціальності 131 «Прикладна механіка»
(код і найменування спеціальності)

Освітня програма (спеціалізація)
«Технології машинобудування»

Пальчик О. С.

(прізвище та ініціали)

Керівник Вишнепольський Є.В.

(прізвище та ініціали)

Рецензент Широкобоков В.В.

(прізвище та ініціали)

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
Національний університет «Запорізька політехніка»
(повне найменування закладу вищої освіти)

Інститут, факультет Машинобудівний
Кафедра Технологія машинобудування
Ступінь вищої освіти перший (бакалаврський)
Спеціальність 131 «Прикладна механіка»
(код і найменування)
Освітня програма «Технології машинобудування»
(назва освітньої програми (спеціалізації))

ЗАТВЕРДЖУЮ
Завідувач кафедри С.І. Дядя

« _____ » _____ 2023 року

ЗАВДАННЯ
НА ДИПЛОМНИЙ ПРОЕКТ СТУДЕНТА

Пальчика Олександра Сергійовича

(прізвище, ім'я, по батькові)

1. Тема проекту Розробка технологічного процесу виготовлення
стакану підшипника

керівник проекту Вишнепольський Є.В.
(прізвище, ім'я, по батькові, науковий ступінь, вчене звання)

затверджені наказом закладу вищої освіти від « 20 » 03 2023 року № 016

2. Строк подання студентом проекту 12.06.2023 р.

3. Вихідні дані до проекту робоче креслення деталі;
річна програма випуску N=5000 дет.

4. Зміст розрахунково-пояснювальної записки 1 Технологічна частина;
2 конструкторська частина; 3 Розробка планування ділянки;
4 Оцінка очікуваної економічної ефективності розробки; 5 Охорона
праці

5. Перелік графічного матеріалу Креслення деталі; креслення
заготовки; плакат 3D-моделей деталі та заготовок; плакат МВД;
плакат з скріншотами послідовності підготовки керуючої програми
в NX; креслення робочого пристосування; плакат з розрахунком на
міцність деталі

6. Консультанти розділів проекту

Розділ	Прізвище, ініціали консультанта	Підпис, дата	
		Видав	Прийняв виконане
1–3, 5	Вишнепольський Є.В.		
4	Пухальська Г.В.		
нормоконтроль	Дядя С.І.		

7. Дата видачі завдання: « 20 » березня 2023 року.

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

№ з/п	Назва етапів дипломного проекту	Строк виконання етапів проекту	Примітка
1	Технологічна частина	31.03.2023	
2	Конструкторська частина	14.04.2023	
3	Розробка планування ділянки	28.04.2023	
4	Оцінка очікуваної економічної ефективності розробки	12.05.2023	
5	Охорона праці	26.05.2023	
6	Оформлення пояснювальної записки	02.06.2023	
7	Нормоконтроль і рецензія	08.06.2023	
8	Захист курсового проекту	12.06.2023	

Студент

_____ Пальчик О.С.
(підпис) (прізвище та ініціали)

Керівник проекту

_____ Вишнепольський Є.В.
(підпис) (прізвище та ініціали)

РЕФЕРАТ

ПЗ: 118 с., 17 рисунків, 8 таблиць, 2 додатка, 18 посилань.

СТАКАН ПІДШИПНИКА, ТЕХНОЛОГІЧНИЙ ПРОЦЕС, ЗАГОТОВКА, ТОЧНІСТЬ, КВАЛІТЕТ, ШОРСТКІСТЬ, БАЗА, РОЗМІР, ПРИПУСК, ДОПУСК, ТЕРМООБРОБКА, ЕСКІЗ, ВЕРСТАТ, ПРИСТОСУВАННЯ, РЕЖИМИ РІЗАННЯ.

Об'єкт дослідження – стакан підшипника.

Мета роботи – розробка технологічного процесу виготовлення деталі - стакан підшипника.

Метод дослідження – розрахунково-аналітичний, комп'ютерне моделювання експлуатаційного навантаження деталі, комп'ютерна розробка програми керування для технологічної операції обробки деталі на верстаті з ЧПК.

В дипломному проєкті що розглядається, на основі сучасних методів виробництва спроектовано технологічний процес виготовлення деталі авіаційного двигуна – стакану підшипника. Визначено та обрано прогресивний метод отримання заготовки в умовах середньо-серійного виробництва, розраховані режими різання, виконано нормування технологічних операцій, обрано металообробні верстати з ЧПК, різальний інструмент, спроектовано конструкції робочого та контрольного пристосувань, досліджено міцнісні характеристики деталі методом розрахунку напружено-деформованого стану за допомогою спеціальної комп'ютерної програми, розглянуті вимоги щодо безпечної організації робіт в машинобудівній галузі, передбачені заходи щодо безпечної роботи працівників.

ЗМІСТ

Перелік умовних скорочень.....	7
Вступ.....	8
1 Технологічна частина.....	9
1.1 Опис конструкції і службового призначення деталі.....	9
1.2 Вибір типу виробництва і форми організації робіт.....	12
1.3 Вибір виду і способу отримання заготовки з обґрунтуванням.....	15
1.4 Проектування технологічного маршруту виготовлення деталі.....	23
1.4.1 Вибір технологічних баз.....	23
1.4.2 Проектування маршруту обробки поверхонь	24
1.4.3 Маршрут виготовлення деталі.....	31
1.5 Розрахунок припусків і технологічних розмірів	32
1.6 Розрахунок режимів різання.....	40
1.7 Технічне нормування операцій.....	54
1.8 Розробка керуючої програми для верстата з ЧПК.....	61
2 Конструкторська частина.....	65
2.1 Проектування робочого пристосування	65
2.1.1 Конструкція і принцип роботи пристосування.....	68
2.1.2 Визначення похибки базування та закріплення.....	70
2.1.3 Визначення необхідної сили затиску. Вибір типу приводу.....	75
2.2 Проектування контрольного пристосування.....	77
2.2.1 Конструкція контрольного пристосування.....	77
2.2.2 Принцип роботи контрольного пристосування.....	81
2.3 Розрахунок на міцність деталі стакан підшипника.....	81
3 Розробка планування ділянки.....	84
3.1 Визначення кількості обладнання на ділянці.....	84
4 Оцінка очікуваної економічної ефективності розробки.....	87

5 Охорона праці.....	90
5.1 Організаційні заходи в системі охорони праці.....	90
5.2 Технічні заходи в системі охорони праці.....	92
5.3 Освітлення ділянки. Основні вимоги.....	97
5.4 Заходи з протипожежної безпеки.....	98
Висновок.....	100
Перелік джерел посилань.....	102
Додаток А. Специфікація робочого пристосування.....	105
Додаток Б. Технологічні карти на виготовлення стакану підшипника.....	107

ПЕРЕЛІК УМОВНИХ СКОРОЧЕНЬ

ЧПК – Числове програмне керування

ГКМ – Горизонтально-кувальна машина

КГШП – Кривошипний гарячештампвальний прес

МОП — Маршрут обробки поверхонь

Т/О — Термічна обробка

МВД – Маршрут виготовлення деталі

ВСТУП

Машинобудування є основою розвитку сучасних економік країн світу.

Від рівня розвитку цієї складової економіки будь-якої країни, залежить загальний стан як промисловості в цілому так і інших її складових. В реаліях сьогодення, без сталого розвитку машинобудування, складно уявити повноцінну, самодостатню, а головне ефективну економіку.

Зростаюча конкуренція між виробниками певних товарів та послуг, а також значне здороження енергетичних ресурсів і матеріалів, вимагають впровадження в машинобудуванні технологій, що забезпечують зменшення витрат всіх складових технологічного процесу які впливають на остаточну вартість виробляємої продукції, без погіршення її якості.

Виконання такої задачі цілком можливо на рівні технологічного персоналу підприємств машинобудування, задіяного в розробці відповідних технологічних процесів з впровадженням сучасних методів і прийомів праці, у тому числі з використанням комп'ютерних програм та інших прогресивних систем.

Згідно до вимог загальних правил розробки технологічних процесів, для створення прогресивного виробництва необхідно забезпечити прийняття технічно і економічно обгрунтованих рішень на всіх етапах розробки технологічного процесу таких як, вибір типу заготовки та методу її отримання, вибір обладнання та пристосувань з відповідним рівнем механізації та автоматизації, розробка прогресивного технологічного маршруту обробки, вибір швидкісних режимів різання та відповідного інструменту.

В дипломній роботі що розглядається, основною метою є – розробка технологічного процесу виготовлення деталі стакан підшипника, в умовах середньо-серійного виробництва, на основі та з впровадженням сучасних досягнень машинобудування.

1 ТЕХНОЛОГІЧНА ЧАСТИНА

1.1 Опис конструкції і службового призначення деталі

Предметом розробки в дипломній роботі що розглядається, є технологічний процес виготовлення стакану підшипника авіаційного двигуна. Стакан підшипника є конструктивним елементом який визначає положення динамічної частини (ротор) авіаційного двигуна по відношенню до його статичної частини (корпус) та забезпечує утримання та позиціонування підшипника. Наявність стакану підшипника забезпечує можливість виконання ремонту авіаційного двигуна без заміни більш складних, а відповідно дорогих складових при виконанні відповідних ремонтів.

За конструкцією стакан підшипника має форму циліндра з великим центральним внутрішнім отвором та ступінчасту форму як зовнішньої так і внутрішньої поверхонь. Довжина стакану трохи більша за його максимальний діаметр. Форма стакану досить проста, але значний діаметр та невелика товщина стінок, що обумовлені критичними вимогами як до маси виробу в цілому так і до окремих його частин, роблять деталь не жорсткою, а тому в процесі розробки технологічного процесу слід врахувати цей фактор (рисунок 1.1). Додатково на стакані підшипника є отвори та вікно для забезпечення кращого змащування підшипнику та уникнення його передчасного виходу з ладу.



Рисунок 1.1- Тривимірна модель стакану підшипника

Враховуючи невеликі товщини стакану підшипника та значні механічний і температурний впливи на його поверхні, під час роботи авіаційного двигуна, для забезпечення необхідного експлуатаційного ресурсу у якості матеріалу використано сталь 15X16K5P2MBФАБ-Ш. Ця сталь належить до групи конструкційних, високолегованих матеріалів.

Сталь 15X16K5P2MBФАБ-Ш є жароміцним, стійким до корозії та складним за складом сплавом, що містить значну кількість легуючих елементів інформація про які наведена в таблиці 1.1.

Таблиця 1.1 – Хімічний склад сталі 15X16K5H2MBФАБ-Ш

C, %	Co, %	Mo, %	Nb, %	Cr, %	V, %	N, %	Ni, %	P, %	S, %	Fe, %
0,15	5	до 0,6	до 0,3	16	до 0,7	до 0,4	2,1	до 0,035	до 0,03	Решта

Наявність у складі сталі 15X16K5H2MBФАБ-Ш легуючих елементів таких як вольфрам, молібден, ванадій, ніобій, дозволяє застосовувати її для виготовлення деталей авіаційної, автомобільної та інших гілок машинобудування, що працюють при температурах до 1100°C в повітрі або в атмосфері насиченої вуглеводнями. Наявність у кінці позначення найменування сталі букви «Ш» вказує на спеціальну додаткову обробку в процесі її виготовлення – електрошлаковий переплав, що знижує вміст шкідливих домішок таких як сірка і фосфор та в цілому підвищує якість сталі.

Наявність збалансованого складу та вміст легуючих елементів, підібраних для набуття певних якісних властивостей конструкційного матеріалу, що використовується для виготовлення стакану підшипника, дозволяє отримати наступні фізичні властивості сталі наведені в таблиці 1.2.

Таблиця 1.2 – Механічні властивості сталі 15X16K5H2MBФАБ-Ш

σ_B , МПа	σ , МПа	δ , %	Ψ , %	КСУ, МДЖ/м	Твердість HRC
730	24	25	35	981	-

Для підвищення рівня механічних властивостей сталі 15X16K5H2MBФАБ-Ш використовується термічна обробка. У разі впровадження для виготовлення заготовки обробки металу тиском, з попереднім підігрівом вихідного матеріалу, для зняття залишкових напружень, до початку процесу механічної обробки деталі проводимо відпал. Відпал забезпечує необхідну пластичність металу, зменшує внутрішні напруження та знижує твердість сталей. Після завершення обробки заготовки на токарних, свердлильних та фрезерувальних верстатах, до проведення шліфування, яке остаточно сформує геометричні розміри і необхідну шорсткість поверхонь деталі, проводимо її загартування при температурі 1100°C та відпуск. Нагрівання металу до високої температури, видержування і швидке його охолодження у воді чи оливі називають загартуванням сталі. Проведення процесу загартування сталей дає змогу підвищити її твердість, але при цьому виникають додаткові внутрішні напруження і зменшується пластичність. Процес загартування можливо застосовувати до середньо- і високовуглецевих сталей так як він напряму залежить від вмісту вуглецю. При малій його кількості у складі сталі отримати матеріал необхідної твердості простим загартуванням неможливо. Процес нагрівання металу до температур нижче 973°K, його витримування при відповідній температурі і подальше повільне охолодження на повітрі називають відпуском. Для отримання певних механічних властивостей сталей після загартування, проводять відпуск, який розрізняють три види такі як низький відпуск з нагріванням до температури 473°K, середній відпуск з нагріванням до 773°K, та високий відпуск з нагрівом матеріалу до 973°K. Результатом проведення відпуску є зменшення твердості і внутрішніх напружень, збільшення пластичності та в'язкості сталі.

Залежність остаточних властивостей сталі від виду відпуску наступна - чим вища температура відпуску, тим менша твердість відпущеної сталі та більша пластичність і в'язкість. Передбачена технологічним процесом термічна обробка стакану підшипника, дозволяє забезпечити нормальні умови і якість механічної обробки та потрібні механічні властивості матеріалу і міцність конструкції виробу в цілому.

1.2 Вибір типу виробництва і форми організації робіт.

Побудова технологічного процесу передбачає вирішення технічних, економічних та організаційних задач, для даних умов виробництва. Технологічний процес що розробляється, повинен забезпечувати виконання всіх вимог які стосуються точності та якості виробу, та передбачені кресленням та технічними умовами. Додатковою умовою до технологічного процесу є те, що виготовлення виробу повинно супроводжуватися мінімально можливими затратами, а отже мінімальною собівартістю, при забезпеченні планового випуску деталей в передбачені виробничою програмою терміни.

Правильний вибір типу і організації виробництва є запорукою зниження собівартість продукції, відповідно. В залежності від кількості деталей, що виготовляються, їх масо-габаритних параметрів та характеру випуску деталей розрізняють одиничне, серійне та масове виробництва. Ключовим параметром при визначенні типу виробництва є коефіцієнт закріплення операцій $K_{з.о.}$. Для різних типів виробництва показники $K_{з.о.}$ значно відрізняються та мають такі значення: $K_{з.о.} = 1$ характерно для масового виробництва, $1 < K_{з.о.} < 10$ – для велико-серійного виробництва, $10 < K_{з.о.} < 20$ – для середньосерійного виробництва; $20 < K_{з.о.} < 40$ – для малосерійного виробництва, $K_{з.о.} \geq 40$ – для одиничного виробництва.

В свою чергу серійне виробництво в залежності від кількості деталей що виробляються, розділяється на малосерійне, середньо-серійне і велико-серійне. Серійному виробництву притаманний переважно диференційований технологічний процес, такий що розбитий на окремі операції які закріплені за визначеними верстатами. Розробка технологічного процесу ведеться докладно. Передбачається застосування різних видів технологічного обладнання такого як універсальні, спеціалізовані, спеціальні, агрегатні, автоматизовані верстати. Технологічний процес розробляється досконало по кожній з операцій, використовуються як універсальні так і спеціальні пристосування, різальний та вимірювальний інструменти. Кваліфікація персоналу середнього рівня або невисока.

Згідно завдання на розробку технологічного процесу виготовлення стакану підшипника, річний план випуску складає 5000 шт. Враховуючи цей показник та масу деталі яка складає 4,43 кг, по таблиці визначаємо тип виробництва. Наявні показники свідчать про те що технологічний процес, що розробляється відноситься до середньо-серійного виробництва.

Для технологічного процесу що розробляється, в умовах середньо-серійного виробництва, притаманна потокова форма організації виробництва. Організація виробничої ділянки здійснюється за принципом обробки конструктивно схожих деталей. Обладнання на дільниці розставляється послідовно в порядку проведення технологічних операцій. Виготовлення деталей партіями обумовлене необхідністю забезпечення рівномірної і ритмічної роботи в умовах серійного виробництва з відповідним тактом, що визначається за формулою (1.1). Коефіцієнт завантаження технологічного обладнання є одним з провідних показників на виробництві тому при його низьких значеннях, слід вжити за можливістю заходи, щодо обробки додаткових деталей які потребують проведення подібних технологічних операцій, якщо такий варіант відповідає організаційним та економічним критеріям. Остаточо визначити можливість збільшення коефіцієнта

завантаження обладнання цим шляхом можна при розгляді всього виробничого процесу цеху чи декількох окремих його дільниць.

За результатами вибору типу виробництва встановлено, що розробку технологічного процесу необхідно проводити для умов середньо-серійного виробництва.

Такт виготовлення деталей знаходимо за формулою (1.1):

$$\tau = \frac{F_d \cdot m \cdot 60 \cdot k_B}{N}, \quad (1.1)$$

де F_d – дійсний річний фонд часу, год. [5, табл. 2.3, 24];

m – кількість робочих змін;

k_B – коефіцієнт використання ефективного часу, $k_B =$ від 0,94 до 0,98;

N – річна програма випуску, шт.

$$\tau = \frac{4029 \cdot 2 \cdot 60 \cdot 0,96}{5000} = 92,82 \text{ хв/шт}$$

Об'єм партії деталей знаходимо за формулою (1.2):

$$n = \frac{a \cdot N}{A}, \quad (1.2)$$

де a – періодичність запуску деталей у виробництво, $a=5$ днів [16, с. 8];

A – кількість робочих днів у році, $A=265$ днів [16, с. 8].

$$n = \frac{5 \cdot 5000}{265} = 95$$

1.3 Вибір виду і способу отримання заготовки з економічним обґрунтуванням

Розглянемо технології виготовлення заготовок методом обробки металу тиском такі як кування та штампування.

При проектуванні технологічного процесу виготовлення заготовок в умовах одиночного та мало-серійного виробництв поковки виготовляють куванням на молотах або на пресах.

В умовах серійного та масового виробництв, для досягнення вищих показників використання металу та зниження витрат на подальшу механічну обробку, доцільніше впровадити отримання заготовки методом об'ємного гарячого штампування.

Вища продуктивність цього методу отримання заготовок, обумовлена можливістю одночасного деформування матеріалу, з якого виготовляється заготовка, в кількох напрямках для отримання відповідних форми та розмірів. Використання спеціальних пристосувань (штампів) дозволяє використовувати працівників нижчої кваліфікації ніж при куванні, що позитивно впливає на собівартість заготовок. Точність виготовлення пристосувань, що використовують при гарячому штампуванні в закритих штампах, зменшує в декілька разів припуски в порівнянні з поковками.

Враховуючи що технологічний процес виготовлення стакану підшипника розробляється для умов середньо-серійного виробництва, керуючись загальним принципом що собівартість виготовлення деталі, яка складається з вартості матеріалу, вартості одержання заготовки і вартості її механічної обробки повинна бути мінімальною, розглянемо два способи отримання заготовок - гаряче об'ємне штампування у закритих штампах на кривошипних гарячештампувальних пресах (КГШП) та горизонтально-кувальних машинах (ГКМ).

КГШП – найпрогресивніші машини для гарячого штампування. Вони призначені для виконання операцій гарячого штампування і характеризуються певними силовими і енергетичними показниками. До переваг цих пресів відносять швидкохідність, високу жорсткість, невеликі габарити штампувального простору.

Умови деформування металу на КГШП відрізняються від умов деформування металу на молотах. Швидкість деформування на пресах значно менша, ніж на молотах, і складає 0,5-0,6 м/с (на молотах 5-8 м/с); крім того, преси мають визначену довжину ходу повзуна.

Точність штампування на КГШП приблизно на 30 % вища ніж на молотах. Це пояснюється, по-перше, відсутністю ударів при роботі, тобто меншою вірогідністю розрегулювання положення штампів; по-друге, більш точним направленням верхнього штампа (повзуна) відносно нижнього і наявністю менших зазорів між повзуном і направляючими станини; по-третє, визначеним положенням верхнього штампа в нижній точці, внаслідок чого недоштампування можливе тільки на величину пружних деформацій преса.

Внаслідок відсутності ударних навантажень, на КГШП установлюють збірні штампи. Вони мають виштовхуючі пристрої для примусового виштовхування поковки після її формоутворення. Штампувальний простір преса у межах 10-20 мм по висоті регулюється столом особливої клинної конструкції, тобто міняється закрита висота штампа. Крім виставлення за допомогою клинів, стіл надійно фіксується болтами.

На КГШП забезпечується більш висока продуктивність, тому що деформація заготовки в рівчаку виконується за один хід повзуна. Наявність на пресах виштовхувачів дозволяє зменшити штампувальні уклони і застосувати штампування видавлюванням та закрите штампування. При штампуванні на пресах з виштовхувачами зовнішні уклони складають 3-5°, а внутрішні – до 7°. При штампуванні без виштовхувачів зовнішні уклони передбачають до 7°, а внутрішні до – 10°, тобто такі ж, як і при штампуванні на молотах.

До недоліків штампування на КГШП можна віднести вищу вартість пресів ніж молотів, меншу потужність, відсутність можливості багаторазової деформації в одному рівчаку та регулювання сили удару, можливість заклинювання преса.

Як вихідні заготовки на КГШП використовують прокат різного профілю, пресовані прутки, попередньо фасоновані заготовки тощо.

Як правило, штампування виконують з мірних заготовок простого профілю, а також фасонного прокату (тобто перемінного перерізу).

Використання горизонтально-кувальних машин забезпечує можливість виготовлення із пруткового матеріалу або із труб ступеневих деталей типу циліндр з центральним отвором або без нього у багатострумових штампах. ГKM за видом рознімання матриць має свої особистості, що полягають у наявності двох роз'ємів матриць у вертикальній і горизонтальній площинах. Ці площини рознімання поділяються на 3 частини пуансон, рухому та нерухому матриці.

Основною ознакою ГKM є наявність двох взаємо перпендикулярних площин рознімання штампа. Головний роз'єм проходить між пуансоном, котрий закріплюється у блоці пуансонів, і блоком матриць. Другий роз'єм розміщений у блоці матриць між нерухомою та рухомою матрицями.

Основні переваги штампування на ГKM:

а) наявність роз'єму в матриці дозволяє не застосовувати штампувальні уклони на стінках її порожнин;

б) висаджені заготовки з наскрізними отворами можна отримувати без відходів на перемичку;

в) штампи з просторовим розніманням дозволяють отримувати поковки таких форм, які неможливо виготовити розглянутими раніше способами штампування.

ГKM широко застосовують як у серійному так і у масовому виробництвах завдяки високій продуктивності та економічності.

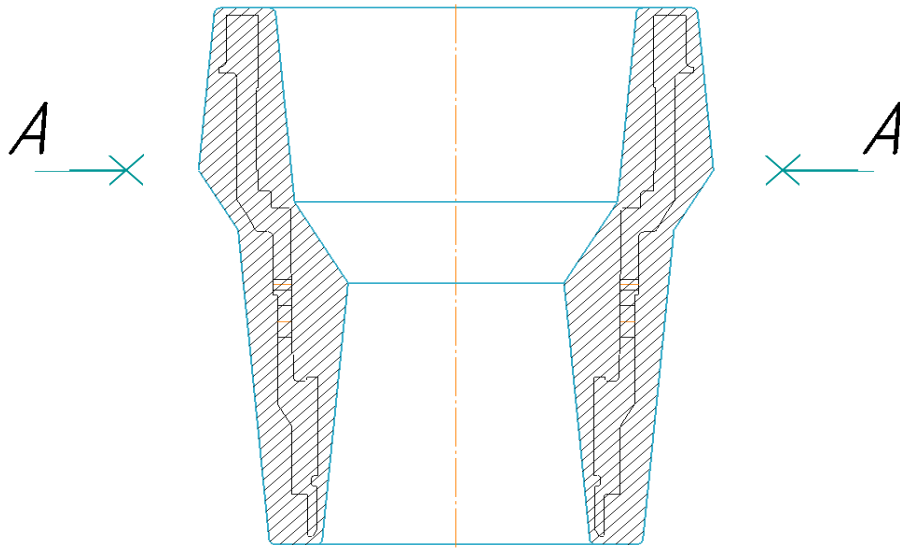
Наявність подвійної площини рознімання штампів при штампуванні на ГКМ дає можливість штампувати більшість заготовок без штампувальних ухилів. При цьому первинну заготовку, у якості якої використовується труба чи пруток, встановлюють у нерухому матрицю ГКМ до упору. Наявність кривошипно-шатунного механізму забезпечує рух головного повзуна з пуансоном. До початку моменту деформування первинної заготовки, рухлива матриця притискає її до нерухомої

У якості первинної заготовки для виробництва штамповки необхідних розмірів та конфігурації, в умовах середньо-серійного виробництва стакану підшипника, використовуємо трубний прокат показаний на рисунку 1.2, що значно спрощує виготовлення.



Рисунок 1.2 – Тривимірна модель заготовки, що отримана з трубного прокату круглого перерізу

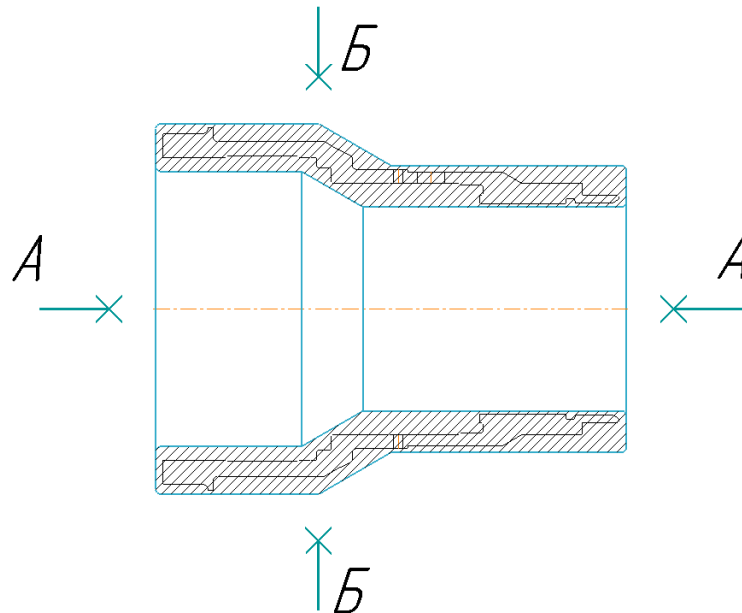
Заготовка, що виготовляється гарячим штампуванням на ГКШП базується у вертикальному положенні та має вигляд зображений на рисунку 1.3



А–А Роз'єм між верхньою та нижньою матрицями штапу

Рисунок 1.3 – Заготовка виготовлена на КГШП

Заготовка, що виготовляється гарячим штампуванням на ГKM базується у горизонтальному положенні та має вигляд зображений на рисунку 1.4



А–А Роз'єм між рухомою та нерухомою напівматрицями; Б–Б Роз'єм між пуансоном і матрицею

Рисунок 1.4 – Заготовка виготовлена на ГKM

Для остаточного прийняття рішення щодо вибору типу обладнання та технології виготовлення заготовки стакану підшипника, проведемо відповідні розрахунки та визначимо, з урахуванням пріоритетних факторів найбільш економічно доцільний варіант гарячою штамповкою на ГКМ та КГШП.

Коефіцієнт використання заготовки визначаємо за формулою (1.3):

$$\eta = \frac{q}{Q} \quad (1.3)$$

де q – маса деталі

Q – маса заготовки

Для заготовки виготовленої на ГКМ він складає:

$$\eta_{\text{ГКМ}} = \frac{4,43}{11,94} = 0,37$$

Для заготовки виготовленої на КГШП він складає:

$$\eta_{\text{КГШП}} = \frac{4,43}{11,79} = 0,38$$

Вартість виготовлення однієї заготовки визначаємо за формулою (1.4):

$$B = \frac{B_B}{1000} \cdot Q \cdot K_T \cdot K_M \cdot K_C \cdot K_B \cdot K_{\Pi} - (Q - q) \cdot \frac{B_{\text{отх}}}{1000} \quad (1.4)$$

де B_B – базова вартість 1т заготовки, грн., [1, табл. 1.4, с. 13];

Q — маса заготовки, кг;

K_T – коефіцієнт що враховує клас точності, $K_T = 0,9$ [1, табл. 1.24, с. 17];

K_M – коефіцієнт що враховує матеріал заготовки, $K_M = 1,8$ [1, табл. 1.25, с. 18];

K_C – коефіцієнт що враховує групу складності, $K_C = 0,78$ [1, табл. 1.26, с. 18];

K_B – коефіцієнт що враховує вагу та матеріал заготовки, $K_B = 0,8$ [1, табл. 1.27, с. 18];

K_{Π} – коефіцієнт що враховує річну програму випуску деталей, $K_{\Pi} = 1$ [1, табл. 1.28, с. 18];

q – маса деталі, $q = 4,43$ кг;

$V_{отх}$ – вартість 1т стружки, грн., [1, табл. 1.5, с. 13].

Вартість заготовки виготовленої на ГКМ складає:

$$V_{ГКМ} = \frac{3150}{1000} \cdot 11,94 \cdot 0,9 \cdot 1,8 \cdot 0,78 \cdot 0,8 \cdot 1 - (11,94 - 4,43) \cdot \frac{140}{1000} =$$

$$= 36,97 \text{ грн./шт}$$

Вартість заготовки виготовленої на КГШП складає:

$$V_{КГШП} = \frac{3500}{1000} \cdot 11,79 \cdot 0,9 \cdot 1,8 \cdot 0,78 \cdot 0,8 \cdot 1 - (11,79 - 4,43) \cdot \frac{140}{1000} =$$

$$= 40,69 \text{ грн./шт}$$

За результатами розрахунків отримали значення $V_{ГКМ} < V_{КГШП}$ але при цьому $\eta_{ГКМ} < \eta_{КГШП}$, тому порівнюємо додаткові витрати на матеріал при виготовленні заготовок за формулою(1.5):

$$V_{МГКМ} = \frac{V_{Б1}}{1000} \cdot M_{ГКМ} \cdot K_T \cdot K_M \cdot K_C \cdot K_B \cdot K_{\Pi} \quad (1.5)$$

де M_1 – додаткова використана вага матеріалу при отриманні заготовок на ГКМ.

$$B_{M1} = \frac{3150}{1000} \cdot 1575 \cdot 0,9 \cdot 1,8 \cdot 0,78 \cdot 0,8 \cdot 1 = 5015 \text{ грн}$$

Додаткову використану вагу матеріалу при отриманні заготовок першим способом розраховуємо за формулою (1.6):

$$M_{ГКМ} = \frac{q \cdot (\eta_{КГШП} - \eta_{ГКМ})}{\eta_{ГКМ} \cdot \eta_{КГШП}} \cdot N \quad (1.6)$$

$$M_1 = \frac{4,43 \cdot (0,38, -0,37)}{0,37 \cdot 0,38} \cdot 5000 = 1575 \text{ кг}$$

Вихідні дані та результати розрахунків заносимо до Таблиці 1.3

Таблиця 1.3 — Порівняння способів отримання заготовки

Показники	Позначення	Вимір	ГКМ	КГШП
1	2	3	4	5
Припуск на сторону	Z	мм	3,1	2,9
Вага заготовки	Q	кг	11,94	11,79
Базова вартість 1т. заготовки	B _B	грн.	3150	3500
Коефіцієнти	K _T	-	0,9	0,9
	K _M	-	1,8	1,8
	K _C	-	0,78	0,78
	K _B	-	0,8	0,8
	K _П	-	1	1
Вартість 1т. стружки	B _{отх}	грн.	140	140
Вартість однієї заготовки	B	грн.	36,97	40,69
Коефіцієнт використання заготовок	η	-	0,37	0,38

Розрахунок показав, що додаткові витрати на штампування з використанням ГKM складуть 5015 грн на програму, що робить цей метод з економічної точки зору більш привабливим для технологічного процесу виготовлення стакану підшипника. Враховуючи необхідність в штампувальних уклонах при використанні GKШП, що ускладнює базування заготовки насамперед при виконанні чорнових операцій, остаточно обираємо гарячу штамповку на ГKM.

1.4 Проектування технологічного маршруту виготовлення деталі.

1.4.1 Вибір технологічних баз

Одним з найбільш складних і відповідальних питань при проектуванні технологічних процесів механічної обробки деталей є призначення технологічних баз, що визначають положення деталі під час її обробки. Від того наскільки правильно вибрані технологічні бази, залежить точність виконання розмірів заданих кресленням, правильність відносного розміщення оброблюваних поверхонь, ступінь складності пристосувань, ріжучих та вимірювальних інструментів, загальна продуктивність обробки заготовок. Первинною інформацією для вибору технологічних баз є робоче креслення деталі, технічні умови на її виготовлення, вид заготовки і стан її поверхонь, бажана ступінь автоматизації.

Правильність вибору технологічних баз на даному етапі проектування в значній мірі визначає досягнення необхідної точності деталі в процесі її виготовлення та економічність процесів.

У зв'язку з тим, що точність необроблених поверхонь, що застосовуються в якості чорнових баз, завжди нижче точності оброблених поверхонь, а шорсткість - вище шорсткості оброблених поверхонь, чорнова база повинна використовуватися при обробці заготовки тільки один раз - при

виконанні першої операції. Всі наступні операції і встановити заготовки необхідно здійснювати на оброблених базових поверхнях.

Як чорнову базу слід вибирати поверхню, що має достатні розміри, пов'язану розмірами з іншими поверхнями і володіє найменшою шорсткістю. Як правило, чорнова база деталі залишається необробленою, а також використовується тільки один раз на першій операції. На наступних операціях доцільно в якості технологічної бази мати поверхню, яка одночасно є конструкторською та вимірювальною базами (принцип єдності баз). При цьому похибка обробки буде мінімальною і можливе використання всього поля допуску, проставленого для даного розміру на кресленні.

Конструкторськими базами стакану підшипника є поверхні А, Б, В, Г.

Виходячи з цих принципів, для виконання першої операції – чорнового точіння, у якості базових поверхонь вибираємо найбільший зовнішній діаметр заготовки А та торець деталі Б. На всіх наступних технологічних операціях, за можливості, дотримуємося принципу єдності баз.

Особливу увагу слід приділити базуванню на фінішних операціях, які у технологічному процесі, що розробляється є шліфувальні операції. Під час виконання цих операцій остаточно формуються розміри поверхонь що обробляються, їх шорсткість та відносне розташування.

1.4.2 Проектування маршруту обробки поверхонь

Складаю план обробки зовнішньої циліндричної поверхні $\varnothing 97,5^{+0,073}_{+0,051}$ мм, $R_a=1,6$ мкм; $T_d=22$ мкм.

Використовуючи [8, табл. 3.3, с.16] встановлюємо допуски поверхні вихідної заготовки: $es_{dz}=+1,2$; $ei_{dz}=-0,6$; (приблизно 15 квалітет)

Необхідне уточнення знаходимо за формулою (1.7):

$$\varepsilon_{oi} = \frac{T_{si}}{T_{di}}, \quad (1.7)$$

де T_{si} – допуски на i -й параметр вихідної заготовки, [8, табл. 3.1, с. 13];
 T_{di} – допуск за креслення для того ж i -того параметру готової деталі, [8, табл. 3.1, с. 13].

$$\varepsilon_{od} = \frac{1800}{22} = 82 \text{ мкм}$$

На кожному j -му переході забезпечується приватне уточнення i -го параметру за формулою (1.8):

$$\varepsilon_{ij} = \frac{T_{i(j-1)}}{T_{ij}}, \quad (1.8)$$

де $T_{i(j-1)}$ — технологічний допуск, що забезпечується на попередньому переході;

T_{ij} — технологічний допуск, що забезпечується на даному переході.

$$\varepsilon_{oRa} = \frac{50}{1,6} = 31,25 \text{ мкм}$$

За найбільшим $\varepsilon_o = 82$ (для визначення потрібної точності) розрахуємо приблизну кількість переходів механічної обробки k за лімітованим параметром за формулою (1.9):

$$k = 2 \cdot \lg 82, \quad (1.9)$$

$$k = 2 \cdot 1,86 = 3,83$$

Обираємо $k=3$ переходів

Крім параметрів точності та шорсткості, доцільно провести розрахунки за параметрами взаємного розташування поверхонь, особливо, коли це вимагається за кресленням деталі.

Доцільно приблизно визначити ступені показників точності та якості, які будуть забезпечуватись на кожному технологічному переході, орієнтуючись на визначену кількість k усіх переходів:

$$\Delta = 15 - 6 = 9 \rightarrow 4 + 3 + 2$$

$$IT15 \rightarrow h12 \rightarrow r9 \rightarrow T/O \rightarrow r6$$

Для інших показників якості обробки (шорсткості та взаєморозташування) розрахунки виконують аналогічно.

$$Ra50 \rightarrow Ra12,5 \rightarrow Ra3,2 \rightarrow T/O \rightarrow Ra1,6 \text{ мкм}$$

Призначити технологічні переходи для обробки поверхні, яка розглядається, дотримуючись визначених квалітетів точності, взаємного розташування та показників шорсткості. Точність, яка забезпечується наведена у [8, табл. 3.1, с. 13], а шорсткість у [8, табл. 3.7, с. 23]

Перший перехід – точіння чорнове, що забезпечує $T_{d1}=12,5$ мкм, та $R_{a1}=350$ мкм, уточнення буде дорівнювати:

$$\varepsilon_{d1} = \frac{1800}{350} = 5,15 \text{ мкм,}$$

$$\varepsilon_{Ra1} = \frac{50}{12,5} = 4 \text{ мкм}$$

Другий перехід – точіння чистове $T_{d2}=87$ мкм, $R_{a2}=3,2$ мкм:

$$\varepsilon_{d2} = \frac{350}{87} = 4,1 \text{ мкм},$$

$$\varepsilon_{Ra2} = \frac{12,5}{3,2} = 3,9 \text{ мкм}$$

Для забезпечення необхідних механічних властивостей деталі, проводиться її термообробка, але попередньо досягнута точність виготовлення деталі після проведення термообробки буде втрачена. Термооброблена деталь має біль високу твердість тому для подальшої її обробки використовуємо шліфувальне обладнання та інструмент.

Третій перехід – шліфування однократне, яке забезпечує $T_{d3}=22$ мкм, $R_{a3}=1,6$ мкм

$$\varepsilon_{d3} = \frac{87}{22} = 3,95 \text{ мкм} ; \quad \varepsilon_{Ra3} = \frac{3,2}{1,6} = 2 \text{ мкм}$$

$$\prod_{j=1}^2 \varepsilon_{dj} = 5,15 \cdot 4,1 \cdot 3,95 = 83 \text{ мкм} > \varepsilon_{od} = 82 \text{ мкм},$$

$$\prod_{j=1}^2 \varepsilon_{Ra} = 4 \cdot 3,91 \cdot 2 = 31,28 \text{ мкм} > \varepsilon_{oRa} = 31,25 \text{ мкм}$$

Таким чином, після трьох переходів точність розміру $\varnothing 97,5^{+0,073}_{+0,051}$ мм фактично забезпечується, тому що сумарне уточнення практично дорівнює необхідному, як ми і розрахували за кількістю переходів k при цьому малі розбіжності виникли внаслідок округлень при розрахунках.

Результати детального розрахунку маршруту обробка поверхонь занесено до таблиці 1.4

Прискорений розрахунок МОП занесено до таблиці 1.5

Таблиця 1.4 — План обробки поверхні 14

Показн. точн. і якості поверх.	Показник	Уточнення	Кількість переходів к		Різниця показників і ППТК	МОП		Допуск		Уточнення	
			Розраховане	Прийняте		і	Метод обробки	Допуск Td	Шорсткість	ε_i по Td	ε_i по Ra
	J	ε_0									
Зовнішня циліндрична, оброблювана на поверхня діаметром $\varnothing 97,5^{+0,073}_{+0,051}$ mm	Td	82	3,82	3	$\Delta=15 - 6 = 9 \rightarrow$ $4 + 3 + 2$ $IT15 \rightarrow h12 \rightarrow r9$ $\rightarrow T/O \rightarrow r6$	1	Заготовка, IT 15	1800	50	-	-
					2	Точіння чорнове, h12	350	12,5	5,15	4	
					3	Точіння чистове, r9	87	3,2	4,1	3,91	
	Ra	31,25				4	Термічна Шліфування однократне, r6	-	-	-	-
						5		22	1,6	3,95	2
					Загальне уточнення					83	31,28

Таблиця 1.5 — Прискорений розрахунок МОП

Назва переходу	Розмір	Точність	Шорсткість
1	2	3	4
Поверхня 1; 15	196,4 _{-0,115}	h9	Ra 1,6
Заготівельна		IT16	Ra 50
Точіння чорнове		h12	Ra 12,5
Точіння чистове		h10	Ra 3,2
Термічна обробка		-	-
Шліфування однократне		h9	Ra 1,6
Поверхня 2	Ø151 _{-0,25}	h11	Ra 1,6
Заготівельна		IT15	Ra 50
Точіння чорнове		h13	Ra 12,5
Точіння чистове		h12	Ra 3,2
Термічна обробка		-	-
Шліфування однократне		h11	Ra 1,6
Поверхня 3	Ø144 _{-0,046}	h7	Ra 1,6
Заготівельна		IT15	Ra 50
Точіння чорнове		h12	Ra 12,5
Точіння чистове		h9	Ra 3,2
Термічна обробка		-	-
Шліфування однократне		h7	Ra 1,6
Поверхня 4	Ø156 _{-0,25}	h11	Ra 1,6
Заготівельна		IT15	Ra 50
Точіння чорнове		h13	Ra 12,5
Точіння чистове		h12	Ra 3,2
Термічна обробка		-	-
Шліфування однократне		h11	Ra 1,6
Поверхня 5	2 ^{+0,3} _{-0,3}	js16	Ra 1,6
Заготівельна		IT18	Ra 50
Точіння чорнове		js17	Ra 12,5
Точіння чистове		js16	Ra 1,6
Термічна обробка		-	-
Поверхня 6	Ø137 _{-0,046}	h7	Ra 1,6
Заготівельна		IT15	Ra 50
Точіння чорнове		h12	Ra 12,5
Точіння чистове		h9	Ra 3,2
Термічна обробка		-	-

Продовження таблиці 1.5

1	2	3	4
Шліфування однократне		h7	Ra 1,6
Поверхня 7	$60_{-0,12}$	h10	Ra 1,6
Заготівельна		IT16	Ra 50
Точіння чорнове		h14	Ra 12,5
Точіння чистове		h12	Ra 3,2
Термічна обробка		-	-
Шліфування однократне		h10	Ra 1,6
Поверхня 8	$\varnothing 120^{+0,055}_{+0,015}$	m7	Ra 1,6
Заготівельна		IT16	Ra 50
Точіння чорнове		m12	Ra 12,5
Точіння чистове		m9	Ra 3,2
Термічна обробка		-	-
Шліфування однократне		m7	Ra 1,6
Поверхня 9	$105,4^{+0,027}_{-0,027}$	js8	Ra 1,6
Заготівельна		IT15	Ra 50
Точіння чорнове		js12	Ra 12,5
Точіння чистове		js10	Ra 3,2
Термічна обробка		-	-
Шліфування однократне		js8	Ra 1,6
Поверхня 10	$\varnothing 117,5_{-0,22}$	h11	Ra 1,6
Заготівельна		IT15	Ra 50
Точіння чорнове		h13	Ra 12,5
Точіння чистове		h12	Ra 3,2
Термічна обробка		-	-
Шліфування однократне		h11	Ra 1,6

1.4.3 Маршрут виготовлення деталі

Визначившись з маршрутом обробки поверхонь, на його основі складаємо маршрут виготовлення деталі. Формування МВД передбачає визначення: послідовності виконання технологічних операцій, типу та моделі верстатів для кожної операції, схем встановлення деталі з зазначенням умовних позначень робочих пристосувань, шорсткості поверхонь для кожної операції та перелік поверхонь що обробляються.

Формування МВД при виконанні дипломного проекту є в значній мірі творчим процесом, так як незважаючи на необхідність спиратися на базові знання технічних дисциплін, при цьому присутня можливість використання багатьох шляхів вирішення поставленої задачі у зв'язку з відсутністю обмежень щодо технічних засобів виробництва, що притаманні реаліям промислових підприємств.

Керуючись розрахунками та технічними рішеннями прийнятими в попередніх розділах дипломного проекту визначаємо, що маршрут виготовлення деталі стакан підшипника складається з наступних операцій: заготівельна (штамповка у відкритих штампах на ГKM), чотирьох операцій токарних з ЧПК, свердлильної операції, фрезерної операції з ЧПК, термічної та слюсарних операцій, двох шліфувальних, мийної та контрольної операцій.

Маршрут виготовлення деталі стакан підшипника зображено на плакаті графічного матеріалу НУЗП713003.016.

1.5 Розрахунок припусків і технологічних розмірів

Вибираємо допуски з [8, табл. 3.1, с. 13] згідно призначених квалітетів точності обробки за призначеним у МОП маршрутом обробки поверхні та заносимо у таблицю 1.7:

$$Td_{1zar} = \begin{matrix} +1,2 \\ -0,6 \end{matrix} \text{ мм}$$

$$Td_{2zar} = 0,350 \text{ мм}$$

$$Td_{3zar} = 0,087 \text{ мм}$$

$$Td_{5zar} = 0,022 \text{ мм}$$

Призначаємо припуски табличним методом [8, табл. 4.3, с. 41-42]:

$$\text{точіння чорнове } 2Z_2^{min} = 2,3 \text{ мм};$$

$$\text{точіння чистове } 2Z_3^{min} = 0,3 \text{ мм};$$

$$\text{шліфування однократне } 2Z_5^{min} = 0,2 \text{ мм (після ТО)}.$$

Розрахунки технологічних розмірів виконуємо за методом розмірних ланцюгів.

Для зовнішньої поверхні спочатку розраховуємо номінальні розміри за формулою (1.10):

$$d_i^H = d_i^H + 2Z_i^H \quad (1.10)$$

де d_i^H – номінальний діаметр і-того переходу;

$$d_5^H = 97,5 \text{ мм}$$

$$d_3^H = 97,5 + 0,36 = 97,86 \text{ мм}$$

$$d_2^H = 97,86 + 0,65 = 98,51 \text{ мм}$$

$$d_1^H = 98,51 + 2,9 = 101,41 \text{ мм}$$

Визначаємо максимальні значення операційних припусків для переходів механічної обробки за формулою (1.11):

$$2Z_i^{max} = Td_i + Td_{i-1} + 2Z_i^{min} \quad (1.11)$$

точіння чорнове:

$$2Z_2^{max} = 1,8 + 0,35 + 2,2 = 4,45 \text{ мм}$$

точіння чистове:

$$2Z_3^{max} = 0,35 + 0,087 + 0,3 = 0,737 \text{ мм};$$

шліфування однократне:

$$2Z_5^{max} = 0,087 + 0,022 + 0,2 = 0,309 \text{ мм.}$$

Визначаємо загальний номінальний припуск за формулою (1.12):

$$2Z_0 = 2Z_2^H + 2Z_3^H + 2Z_5^H \quad (1.12)$$

$$2Z_0 = 0,36 + 0,65 + 2,9 = 3,91 \text{ мм}$$

Робимо перевірку розрахунків використовуючи контрольне правило (1.13):

$$TZ_i = 2Z_i^{max} - 2Z_i^{min} = Td_i + Td_{i-1} \quad (1.13)$$

$$TZ_2 = 4,45 - 2,3 = 0,35 + 1,8 = 2,15 \text{ мм}$$

$$TZ_3 = 0,737 - 0,3 = 0,35 + 0,087 = 0,437 \text{ мм}$$

$$TZ_5 = 0,309 - 0,2 = 0,087 + 0,022 = 0,109 \text{ мм}$$

Робимо загальну перевірку розрахунків за формулою (1.14):

$$\begin{aligned} TZ_0 &= 2Z_{0max} - 2Z_{0min} = Td_{заг} + Td_{дет} & (1.14) \\ 2Z_{0max} &= d_{заг max} - d_{дет min} = 102,61 - 97,551 = 5,059 \text{ мм}; \\ 2Z_{0min} &= d_{заг min} - d_{дет max} = 100,81 - 97,573 = 3,237 \text{ мм}; \\ TZ_0 &= 5,059 - 3,237 = 1,8 + 0,022 = 1,822 \text{ мм} \end{aligned}$$

Перевірка стверджує, що виконані розрахунки вірні.

Таблиця 1.7 — Сводна таблиця припусків

i	Найменування технологічних переходів	Границі поля допуску		Допуск Td, мм	Номинальний припуск, мм 2Z ^H	Номинальний розмір D ^H	Граничні значення припусків, МКМ		Виконавчий технологічний розмір d, мм
		es	ei				2Z _{max}	2Z _{min}	
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
	Зовнішня циліндрична поверхня Ø97,5 ^{+0,073} _{+0,051}								
1	Заготовка	+1, 2	-0,6	1,8	-	Ø101,41	-	-	Ø101,41 ⁺¹ ₋₀
2	Точіння чорнове	-	0,35	0,35	2,9	Ø98,51	4,4 5	2,3	Ø98,51 _{-0,3}
3	Точіння чистове	-	0,08 7	0,08 7	0,65	Ø97,86	0,7 37	0,3	Ø97,86 _{-0,0}
4	Т/О	-	-	-	-	-	-	-	-
5	Шліфування однократне	+0, 073	+0,0 51	0,02 2	0,36	Ø97,5	0,3 09	0,2	Ø97,5 ^{+0,07} _{+0,05}
	Зовнішня циліндрична поверхня Ø151 _{-0,25}								
1	Заготовка	+1, 3	-0,7	2,0	-	Ø157,5 3	-	-	Ø157,53 ⁺¹ ₋₀
2	Точіння чорнове	-	- 0,63	0,63	4,9	Ø152,6 3	6,8 3	4,2	Ø152,63 ₋₀
3	Точіння чистове	-	-0,4	0,4	0,93	Ø151,7	1,3 3	0,3	Ø151,7 _{-0,4}
4	Т/О	-	-	-	-	-	-	-	-
5	Шліфування однократне	-	- 0,25	0,25	0,7	Ø151	0,9 5	0,3	151 _{-0,25}
2	Точіння чорнове	-	-0,4	0,4	4,9	Ø145,1 6	6,6	4,2	Ø145,16 ₋₀

Продовження таблиці 1.7

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
1	Заготовка	+1,3	-0,7	2,0	-	Ø124,71	-	-	Ø124,715 ⁺
2	Точіння чорнове	-	-0,4	0,4	3,7	Ø121,01	5,4	3,0	Ø121,015 ₋
3	Точіння чистове	-	-0,16	0,16	0,7	Ø120,31	0,8 6	0,3	Ø120,315 ₋
4	Т/О	-	-	-	-	-	-	-	-
5	Шліфування однократне	+0,0 55	+0,0 15	0,04	0,315	Ø120	0,3	0,1	Ø120 ^{+0,055 +0,015}
	Внутрішня циліндрична поверхня Ø131,3 ^{+0,02}								
1	Заготовка	+0,7	-1,3	2,0	-	Ø126,37	-	-	Ø126,37 ^{+0 -1}
2	Точіння чорнове	+0,6 3	-	0,63	3,1	Ø129,47	5,0 3	2,4	Ø129,47 ⁺⁰
3	Точіння чистове	+0,2 5	-	0,25	1,83	Ø131,3	2,0 8	1,2	Ø131,3 ^{+0,2}
4	Т/О	-	-	-	-	-	-	-	-
	Внутрішня циліндрична поверхня Ø130 ^{+0,04}								
1	Заготовка	+0,7	-1,3	2,0	-	Ø124,9	-	-	Ø124,9 ^{+0,7 -1,3}
2	Точіння чорнове	+0,4	-	0,4	3,1	Ø128	4,8	2,4	Ø128 ^{+0,4}
3	Точіння чистове	+0,1	-	0,1	1,6	Ø129,6	1,7	1,2	Ø129,6 ^{+0,1}
4	Т/О	-	-	-	-	-	-	-	-
5	Шліфування однократне	+0,0 4	-	0,04	0,4	Ø130	0,4 4	0,3	Ø130 ^{+0,04}

Продовження таблиці 1.7

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
	Внутрішня циліндрична поверхня $\varnothing 121,5^{+0,25}$								
1	Заготовка	+0,7	-1,3	2,0	-	$\varnothing 116,57$	-	-	$\varnothing 116,57^{+0}_{-1}$
2	Точіння чорнове	+0,6 3	-	0,63	3,1	$\varnothing 119,67$	5,0 3	2,4	$\varnothing 119,67^{+0}$
3	Точіння чистове	+0,2 5	-	0,25	1,83	$\varnothing 121,5$	2,0 8	1,2	$\varnothing 121,5^{+0,2}$
4	Т/О	-	-	-	-	-	-	-	-
	Внутрішня циліндрична поверхня $\varnothing 108,4^{+0,03}$								
1	Заготовка	+0,6	-1,2	1,8	-	$\varnothing 103,72$	-	-	$\varnothing 103,723^{+}$
2	Точіння чорнове	+0,5 4	-	0,54	2,8	$\varnothing 106,52$	4,5 4	2,2	$\varnothing 106,523^{+}$
3	Точіння чистове	+0,0 87	-	0,08 7	1,44	$\varnothing 107,96$	1,5 27	0,9	$\varnothing 107,963^{+}$
4	Т/О	-	-	-	-	-	-	-	-
5	Шліфування однократне	+0,0 35	-	0,03 5	0,437	$\varnothing 108,4$	0,4 72	0,35	$\varnothing 108,4^{+0,0}$
	Внутрішня циліндрична поверхня $\varnothing 108^{+0,035}$								
1	Заготовка	+0,6	-1,2	1,8	-	$\varnothing 103,52$	-	-	$\varnothing 103,52^{+0}_{-1}$

Продовження таблиці 1.7

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
	Внутрішня циліндрич на поверхня $\varnothing 90,8^{+0,27}_{-0,27}$								
1	Заготовка	+0,6	-1,2	1,8	-	$\varnothing 85,96$	-	-	$\varnothing 85,96^{+0,6}_{-1,2}$
2	Точіння чорнове	+0,8 7	-	0,87	2,8	$\varnothing 88,76$	4,8 7	2,2	$\varnothing 88,76^{+0,87}$
3	Точіння чистове	+0,2 7	- 0,27	0,54	2,04	$\varnothing 90,8$	2,3 1	0,9	$\varnothing 90,8^{+0,27}_{-0,27}$
4	Т/О	-	-	-	-	-	-	-	-

1.6 Розрахунок режимів різання

Для фрезерування наскрізного вікна в Операції 035 запропоновано використання фрезерного верстата з ЧПК OPTImill F3 Pro CNC

Для фрезерування наскрізного вікна вибираємо кінцеву фрезу діаметром 3 мм зі швидкорізальної сталі Р6М5 ГОСТ 17025-71 з циліндричним хвостовиком.

Швидкість різання, м/хв розраховуємо за формулою (1.15):

$$v = \frac{C_v \cdot D^q}{T^m \cdot t^x \cdot S_z^y \cdot B^u \cdot z^p} \cdot K_v, \quad (1.15)$$

де C_v , q , m , x , y , u , p – дрібні показники степенів, [2, табл. 39, с. 286];

T – стійкість матеріалу фрези, $T=50$ хв [2, табл. 40 с. 290];

t – глибина різання, $t=4,75$ мм;

S – подача на зуб фрези, $S=0,06$ мм/зуб [2 табл. 34, с. 283];

z – кількість зубів фрези, $z=4$;

K_v – поправочний коефіцієнт на швидкість різання, що враховує фактичні умови різання розраховуємо за формулою (1.16):

$$K_v = K_{M_v} \cdot K_{П_v} \cdot K_{И_v} \quad (1.16)$$

де K_{M_v} – коефіцієнт, що враховує якість матеріалу, що обробляється, [2, табл. 4, с. 263];

$K_{П_v}$ – коефіцієнт, що враховує стан поверхні заготовки, $K_{П_v} = 0,8$ [2, табл. 5, с. 263];

$K_{И_v}$ – коефіцієнт, що враховує матеріал інструменту, $K_{И_v} = 1,0$ [2, табл. 6, с. 263].

Складові формул знаходимо за таблицями [2, табл. 39, с. 286]

$$C_v = 22,5; q = 0,35; x = 0,21; y = 0,48; u = 0,03; p = 0,1; m = 0,27;$$

Коефіцієнт що враховує якість матеріалу, що обробляється знаходимо за формулою (1.17):

$$K_{M_v} = K_r \left(\frac{750}{\sigma_B} \right)^{n_v} \quad (1.17)$$

де K_r – коефіцієнт що характеризує групу сталі по оброблюваності,

$$K_r = 1 \text{ [2, табл. 2, с. 262];}$$

$$\sigma_B = 730;$$

n_v – показник степеню за інструментом, $n_v = 0,9$ [2, табл. 2, с. 262].

$$K_{M_v} = 1 \left(\frac{750}{730} \right)^{0,9} = 1,1$$

$$K_v = 1,1 \cdot 0,8 \cdot 1,0 = 0,88$$

$$v = \frac{22,5 \cdot 3^{0,35}}{50^{0,27} \cdot 4,75^{0,21} \cdot 0,06^{0,48} \cdot 3^{0,03} \cdot 4^{0,1}} \cdot 0,88 = 24,58 \text{ м/хв}$$

Частоту обертів фрези знаходимо за формулою (1.18):

$$n = \frac{1000 \cdot v}{\pi \cdot D_{фр}}, \quad (1.18)$$

$$n = \frac{1000 \cdot 24,58}{3,14 \cdot 3} = 2609,35 \text{ об/хв}$$

Підбираємо стандартне значення за паспортом верстата $n=2600$ об/хв.

Визначаємо фактичну швидкість різання за формулою (1.19):

$$v_{\phi} = \frac{\pi \cdot D_{\phi p} \cdot n}{1000} \quad (1.19)$$

$$v_{\phi} = \frac{3,14 \cdot 3 \cdot 2600}{1000} = 24,5 \text{ м/хв}$$

Сила різання визначається за формулою (1.20):

$$P_z = \frac{10 \cdot C_p \cdot t^x \cdot s_z^y \cdot B^{u \cdot z}}{D^q \cdot n^w} \cdot K_{Mp} \quad (1.20)$$

де K_{Mp} – поправочний коефіцієнт враховуючий вплив якості оброблюючого матеріала на силові залежності, визначається за формулою (1.21);

Визначаємо коефіцієнти і показники степенів $C_p = 82$; $q = 0,86$; $x = 0,75$; $y = 0,6$; $u = 1,0$; $w = 0$, [2, табл. 41, с. 291];

$$K_{Mp} = \left(\frac{\sigma_B}{750} \right)^n \quad (1.21)$$

$$K_{Mp} = \left(\frac{730}{750} \right)^{0,3} = 0,99$$

$$P_z = \frac{10 \cdot 82 \cdot 4,75^{0,75} \cdot 0,06^{0,6} \cdot 3^1 \cdot 4}{3^{0,86} \cdot 2600^0} \cdot 0,99 = 1980,35 \text{ Н}$$

Довжина робочого ходу визначається за формулою (1.22):

$$L_{p.x.} = L_{piz} + L_{vripz} + L_{nep} \quad (1.22)$$

$$L_{p.x.} = 4,75 + 2 = 6,75 \text{ мм}$$

Основний час визначаємо за формулою (1.23):

$$t_0 = \frac{L_{p.x.}}{S_0 \cdot n} \cdot i \quad (1.23)$$

де i – кількість переходів.

$$t_0 = \frac{6,75}{0,06 \cdot 2600} \cdot 2 = 0,09 \text{ хв}$$

Для свердління наскрізних отворів в Операції 030 запропоновано використання Радіально-свердлильний верстат SRB50, вибираємо свердло діаметром 4 мм зі швидкорізальної сталі Р6М5 ГОСТ 10902-77 з циліндричним хвостовиком.

Швидкість різання, розраховуємо за формулою (1.24):

$$v = \frac{C_v \cdot D^q}{T^{m \cdot S^y}} \cdot K_v \quad (1.24)$$

де C_v , m , q , y – дрібні показники степенів;

K_v – поправочний коефіцієнт на швидкість різання, що враховує фактичні умови різання та розраховується за формулою (1.25):

$$K_v = K_{Mv} \cdot K_{Иv} \cdot K_{lv} \quad (1.25)$$

де K_{Mv} – коефіцієнт на оброблюємий матеріал, розраховується за формулою (1.26)

$K_{Иv}$ – коефіцієнт на матеріал інструменту, [2, табл. 6, с. 263];

K_{lv} – коефіцієнт, що враховує глибину свердління, [2, табл. 31, с. 280].

$$K_{Mv} = K_r \left(\frac{750}{\sigma_B} \right)^{n_v} \quad (1.26)$$

$$K_{Mv} = 1 \left(\frac{750}{730} \right)^{0,9} = 1,1$$

$$K_{Иv} = 1,0; K_{lv} = 0,85$$

$$K_v = 1,1 \cdot 1,0 \cdot 0,85 = 0,935$$

$$v = \frac{3,5 \cdot 4^{0,5}}{15^{0,12} \cdot 0,06^{0,45}} \cdot 0,935 = 16,77 \text{ м/хв}$$

Крутний момент розраховується за формулою (1.27):

$$M_{кр} = 10 \cdot C_M \cdot D^q \cdot s^y \cdot K_p \quad (1.27)$$

Складові формул знаходимо за таблицями $C_M = 0,041$; $q = 2,0$;
 $y = 0,7$; $s = 0,06$; $K_p = K_{M_v} = 1,1$, [2, табл. 32, с. 281].

$$M_{кр} = 10 \cdot 0,041 \cdot 4^2 \cdot 0,06^{0,7} \cdot 1,1 = 1,01$$

Осьова сила розраховується за формулою (1.28):

$$P_0 = 10 \cdot C_p \cdot D^q \cdot s^y \cdot K_p \quad (1.28)$$

Складові формул знаходимо за таблицями $C_p = 143$; $q = 1,0$;
 $y = 0,7$; $s = 0,06$, [2, табл. 32, с. 281]

$$P_0 = 10 \cdot 143 \cdot 4^1 \cdot 0,06^{0,7} \cdot 1,1 = 878$$

Потужність різання розраховується за формулою (1.29):

$$N_{різ} = \frac{M_{кр} \cdot n}{9750}, \quad (1.29)$$

$$N_{різ} = \frac{1,01 \cdot 1335}{9750} = 0,139 \text{ кВт}$$

Знаходимо частоту обертів інструмента за формулою (1.30):

$$n = \frac{1000 \cdot v}{\pi \cdot D}, \quad (1.30)$$

$$n = \frac{1000 \cdot 16,77}{3,14 \cdot 4} = 1335 \text{ об/хв}$$

Основний час розраховується за формулою (1.23):

$$t_o = \frac{2}{0,06 \cdot 1335} \cdot 1 = 0,025 \text{ хв}$$

Для операції 010 вибираємо токарний верстат з ЧПК мод. GA3300

Перехід 1

Вибираємо різець прохідний з твердого сплаву ВК8 ГОСТ 18879-83

Глибина різання розраховується за формулою (1.31):

$$t = \frac{d_{\text{вих}} - d_{\text{обп}}}{2}, \quad (1.31)$$

$$t = \frac{101,41 - 98,51}{2} = 1,45 \text{ мм}$$

Призначення подачі розраховується за формулою (1.32):

$$S_{\text{розр}} = S_{\text{табл}} \cdot K_S; \quad (1.32)$$

де $S_{\text{табл}}$ – таблична подача, $S_{\text{табл}} = 0,6 \text{ мм/об}$ [2, табл. 12, с. 267];

K_S – коефіцієнт від твердості матеріалу, розраховуємо за формулою (1.33):

$$K_S = K_{S1} \cdot K_{S2} \cdot \dots \cdot K_{Sn}, \quad (1.33)$$

$$K_S = 0,6 \cdot 0,75 \cdot 0,71 = 0,3195 \text{ мм/об}$$

$$S_{\text{розр}} = 0,6 \cdot 0,3195 = 0,19;$$

Визначаємо за паспортом верстата до отримання $S_o = 0,24$ мм/об

Швидкість різання розраховується за формулою (1.34):

$$v = \frac{C_v}{T^{m \cdot t x \cdot S y}} K_v, \quad (1.34)$$

де K_v – коефіцієнт, розраховується за формулою (1.35):

$$K_v = K_{v1} \cdot K_{v2} \cdot \dots \cdot K_{vn} \quad (1.35)$$

$$K_v = 1 \cdot 1 \cdot 0,8 \cdot 1,1 \cdot 0,8 \cdot 1 \cdot 0,82 \cdot 0,93 = 0,54 \text{ м/хв.}$$

$$v = \frac{243}{40^{0,2} \cdot 1,45^{0,15} \cdot 0,24^{0,35}} \cdot 0,54 = 49,6 \text{ м/хв}$$

Частота обертання розраховуємо за формулою (1.36):

$$n = \frac{1000 \cdot v}{\pi \cdot D}, \quad (1.36)$$

$$n = \frac{1000 \cdot 49,6}{3,14 \cdot 101,41} = 155 \text{ об/хв}^{-1}$$

За паспортом станка, приймаємо $n_{np} = 150 \text{ об/хв}^{-1}$

Фактичну швидкість різання розраховуємо за формулою (1.37):

$$v_\phi = \frac{\pi \cdot D \cdot n_{np}}{1000}, \quad (1.37)$$

$$v_\phi = \frac{3,14 \cdot 101,41 \cdot 150}{1000} = 47 \text{ м/хв}$$

Довжина робочого ходу розраховуємо за формулою (1.22):

$$L_{p.x.} = 17,5 + 2 = 19,5 \text{ мм}$$

Сила різання розраховуємо за формулою (1.38):

$$P_z = 10 \cdot C_p \cdot t^x \cdot s^y \cdot v^n \cdot K_p, \quad (1.38)$$

де K_p – Поправочний коефіцієнт, розраховуємо за формулою (1.39):

$$K_p = K_{mp} \cdot K_{\varphi p} \cdot K_{\gamma p} \cdot K_{\lambda p} \cdot K_{rp}, \quad (1.39)$$

де K_{mp} – поправочний коефіцієнт, розраховується за формулою (1.40);

$K_{\varphi p}$ – коефіцієнт від головного кута, $K_{\varphi p} = 1$ [2, табл. 23, с. 275];

$K_{\gamma p}$ – коефіцієнт від переднього кута, $K_{\gamma p} = 1,15$ [2, табл. 23, с. 275];

$K_{\lambda p}$ – коефіцієнт від кута нахилу головного леза, $K_{\lambda p} = 1$ [2, табл. 23, с. 275];

K_{rp} – коефіцієнт від радіусу при вершині, $K_{rp} = 0,93$ [2, табл. 23, с. 275].

$$K_{mp} = \left(\frac{\sigma_B}{750} \right)^n \quad (1.40)$$

$$K_{mp} = \left(\frac{730}{750} \right)^{0,75} = 0,98$$

$$K_p = 0,98 \cdot 1 \cdot 1,15 \cdot 1 \cdot 0,93 = 1,05$$

$$P_z = 10 \cdot 204 \cdot 1,45^1 \cdot 0,24^{0,75} \cdot 47^0 \cdot 1,05 = 1439,57 \text{ Н}$$

Потужність різання розраховуємо за формулою (1.41):

$$N = \frac{P_z \cdot v}{1020 \cdot 60}, \quad (1.41)$$

$$N = \frac{1439,57 \cdot 47}{1020 \cdot 60} = 1,11 \text{ кВт}$$

Основний час розраховуємо за формулою (1.23):

$$t_o = \frac{30}{0,8 \cdot 150} \cdot 3 = 0,75 \text{ хв}$$

Перехід 2

Вибираємо різець прохідний з твердого сплаву ВК8 ГОСТ 18879–83

Глибина різання розраховується за формулою (1.31):

$$t = \frac{199,6 - 196,4}{2} = 1,6 \text{ мм}$$

Призначення подачі розраховується за формулою (1.32):

$$K_S = 0,6 \cdot 0,75 \cdot 0,71 = 0,3195 \text{ мм/об}$$

$$S_{\text{розр}} = 0,6 \cdot 0,3195 = 0,19;$$

Визначаємо за паспортом верстата до отримання $S_o = 0,24 \text{ мм/об}$

Швидкість різання розраховується за формулою (1.42):

$$v = \frac{C_v}{T^{m \cdot S_y}} K_v, \quad (1.42)$$

$$K_V = 1 \cdot 1 \cdot 0,8 \cdot 1,1 \cdot 0,8 \cdot 1 \cdot 0,82 \cdot 0,93 = 0,54 \text{ м/хв.}$$

$$v = \frac{317}{40^{0,2} \cdot 0,24^{0,35}} \cdot 0,54 = 41,4 \text{ м/хв}$$

Частота обертання розраховуємо за формулою (1.43):

$$n = \frac{1000 \cdot v}{\pi}, \quad (1.43)$$

$$n = \frac{1000 \cdot 41,85}{3,14} = 99 \text{ об/хв}^{-1}$$

За паспортом станка, приймаємо $n_{np} = 100 \text{ об/хв}^{-1}$

Фактичну швидкість різання розраховуємо за формулою (1.44):

$$v_{\phi} = \frac{\pi \cdot n_{np}}{1000}, \quad (1.44)$$

$$v_{\phi} = \frac{3,14 \cdot 100}{1000} = 48,4 \text{ м/хв}$$

Довжина робочого ходу розраховуємо за формулою (1.22):

$$L_{p.x.} = 100 + 2 = 102 \text{ мм}$$

Сила різання розраховуємо за формулою (1.38):

$$K_{mp} = \left(\frac{730}{750}\right)^{0,75} = 0,98$$

$$K_p = 0,98 \cdot 1 \cdot 0,92 \cdot 1 \cdot 0,93 = 0,84$$

$$P_z = 10 \cdot 210 \cdot 1,6^1 \cdot 0,24^{0,75} \cdot 48,8^0 \cdot 1,05 = 1864,2 \text{ Н}$$

Потужність різання розраховуємо за формулою (1.41):

$$N = \frac{1864 \cdot 48,4}{1020 \cdot 60} = 2,02 \text{ кВт}$$

Основний час розраховуємо за формулою (1.23):

$$t_o = \frac{102}{0,24 \cdot 100} \cdot 3 = 1,25 \text{ хв}$$

Перехід 3

Глибина різання розраховується за формулою (1.31):

$$t = \frac{88,76 - 85,96}{2} = 1,4 \text{ мм}$$

Призначення подачі розраховується за формулою (1.32):

$$K_S = 1,1 \cdot 0,6 \cdot 0,94 = 0,625 \text{ мм/об}$$

$$S_{\text{розр}} = 0,8 \cdot 0,625 = 0,5;$$

Визначаємо за паспортом верстата до отримання $S_o = 0,5 \text{ мм/об}$

Швидкість різання розраховується за формулою (1.45):

$$v = \frac{C_v \cdot D^q}{Tm \cdot t^x \cdot S_y} K_v, \quad (1.45)$$

$$K_v = 1 \cdot 1 \cdot 0,8 \cdot 1,1 \cdot 0,8 \cdot 1 \cdot 0,82 \cdot 0,93 = 0,54 \text{ м/хв.}$$

$$v = \frac{243 \cdot 85,96^{0,2}}{40^{0,2} \cdot 1,4^{0,15} \cdot 0,5^{0,35}} \cdot 0,54 = 28 \text{ м/хв}$$

Частота обертання розраховуємо за формулою (1.36):

$$n = \frac{1000 \cdot 28}{3,14 \cdot 85,96} = 86 \text{ об/хв}^{-1}$$

За паспортом станка, приймаємо $n_{np} = 90 \text{ об/хв}^{-1}$

Фактичну швидкість різання розраховуємо за формулою (1.37):

$$v_{\phi} = \frac{3,14 \cdot 85,96 \cdot 90}{1000} = 57 \text{ м/хв}$$

Довжина робочого ходу розраховуємо за формулою (1.22):

$$L_{p.x.} = 60 + 2 = 62 \text{ мм}$$

Крутний момент розраховуємо за формулою (1.46):

$$M_{кр} = 10 \cdot C_m \cdot D^q \cdot t^x \cdot s^y, \quad (1.46)$$

$$M_{кр} = 10 \cdot 16,2 \cdot 85,96^{0,4} \cdot 1,4^{0,2} \cdot 0,5^{0,5} = 1783,1 \text{ Н}$$

Потужність різання розраховуємо за формулою (1.47):

$$N = \frac{M_{кр} \cdot n}{9750}, \quad (1.47)$$

$$N = \frac{1783,1 \cdot 86}{9750} = 15,7 \text{ кВт}$$

Основний час розраховуємо за формулою (1.23):

$$t_o = \frac{102}{0,5 \cdot 86} \cdot 3 = 1,63 \text{ хв}$$

Таблиця 1.8 – Сводна таблиця режимів різання

№ оп.	Найменування переходу	Зміст переходів	Обладнання	t, мм	Режими різання					t _o , хв
					S, мм/хв	v, м/хв	n, хв ⁻¹	P _z , Н	N _{різ} , кВт	
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
015	Токарна з ЧПК	Точити поверхні 2, 4	Токарний з ЧПК мод. GA3300	2,45	0,8	60,45	119	4460,7	4,41	0,73
		Підрізати поверхню 1		1,6	0,7	58,38	100	2248,4	3,58	0,65
		Розточити поверхні 17, 18, 21		1,55	0,35	32,4	94	1510,8	0,79	3,89
020	Токарна з ЧПК	Точити поверхні 14, 12, 11, 10, 8, 7, 6, 3	Токарний з ЧПК мод. GA3300	0,42	1,3	62	132	1095,3	1,11	0,16
		Точити фаски 0,6× 30°; 2,5× 30°								
		Підрізати поверхні 15, 13, 9, 7, 5		0,38	1,1	61,17	122	1008,5	1,02	0,12
		Розточити поверхні 23, 22, 24		1,02	0,6	37,9	85	1489,5	0,93	0,51

Продовження таблиці 1.8

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
025	Токарна з ЧПК	Точити поверхні 2, 4 Точити фаски 0,8× 45°; 0,6× 45° Точити скруглення	Токарний з ЧПК мод. GA3300	0,465	1,3	64,33	126	1212,7	1,28	0,14
		Підрізати поверхню 1		0,45	1,1	56,18	110	1105,9	1,09	0,11
		Розточити поверхні 17, 16, 18, 19, 20, 21		0,915	0,4	41,6	101	985,8	0,67	1,68
050	Шліфувальна	Шліфувати поверхні 14, 12, 11, 10, 8	3A151 верстат круглошліфувальний універсальний	0,35	0,001	33	62	1,67	0,17	0,12
		Шліфувати поверхні 15, 9, 7		0,437	0,003	38	69	1,74	0,24	0,13
055	Шліфувальна з ЧПК	Шліфувати поверхні 2, 4	Універсальний шліфувальний верстат з ЧПК Jones Shipman Suprema 650	0,35	0,001	33	62	1,67	0,17	0,12
		Шліфувати поверхні 1		0,5	0,003	38	67	1,74	0,25	0,16
		Шліфувати поверхні 17, 19, 20		0,437	0,005	45	75	1,86	0,33	0,15

1.7 Технічне нормування операцій

Токарна операція з ЧПК 010

Основний час операції розраховуємо за формулою (1.48):

$$t_o = t_{o1} + t_{o2} + t_{o3} \dots t_n \quad (1.48)$$

де t_{o1} – основний час першого переходу, $t_{o1} = 0,75$.

$$t_o = 0,75 + 1,25 + 1,63 = 3,63 \text{ хв}$$

Допоміжний час операції розраховуємо за формулою (1.49):

$$t_b = t_{всп} = t_y + t_{сн} + t_{упр} + t_{Б.П.} + t_{Б.О.} + t_{контр}; \quad (1.49)$$

де $t_{уст/сп} = t_{уст} + t_{сп} = 0,14$ [4, карта 51, с. 138]

Час керування станком розраховуємо за формулою (1.50):

$$t_{упр} = t_{вкл} \cdot i + t_{перекл.подач} \cdot j + t_{перекл.частот} \cdot k + t_{огр.стор} \cdot m; \quad (1.50)$$

де $t_{вкл}$ – вмикання/вимикання верстата кнопкою, $t_{вкл} = 0,01 \cdot 1,85 = 0,019$ хв, [3, табл. 5.8, с. 202];

$t_{перекл.подач} = t_{перекл.частот}$ – час на перемикавання частот та подач,

$t_{перекл.подач} = t_{перекл.частот} = 0,07$ [4, карта 61, с. 156];

$t_{огр.стор} = 0,06$ хв [4, карта. 61, с. 156].

$$t_{упр} = 0,019 \cdot 2 + 0,07 \cdot 2 + 0,07 \cdot 3 + 0,06 \cdot 2 = 0,508 \text{ хв};$$

Час прискороного руху розраховуємо за формулою (1.51):

$$t_{уск.движ.} = t_{Б.П.} \cdot i + t_{Б.О.} \cdot i; \quad (1.51)$$

де $t_{Б.П.} = t_{Б.О.}$ – час на швидке підведення/швидке відведення інструмента,

$$t_{Б.П.} = t_{Б.О.} = 0,025 \cdot 1,85 = 0,046 \text{ хв [3, табл. 5.8, с. 203].}$$

$$t_{\text{уск.двиг.}} = 0,046 \cdot 3 + 0,046 \cdot 3 = 0,276 \text{ хв;}$$

Час контролю розраховуємо за формулою (1.52):

$$t_{\text{контр}} = k \cdot t_{\text{к.п.}} \cdot i; \quad (1.52)$$

де k – коефіцієнт періодичності (якщо вимірюють 25% деталей), $k = 0,25$;

$$t_{\text{к.п.}} = t_{\text{к.п.1}} + t_{\text{к.п.2}} - \text{час контролю параметрів;}$$

$t_{\text{к.п.1}}$ – норматив часу на вимірювання одного параметра скобою,

$$t_{\text{к.п.1}} = 0,07 \cdot 1,85 = 0,13 \text{ хв [3, табл. 5.12, с. 207];}$$

$t_{\text{к.п.2}}$ – норматив часу на вимірювання одного параметра фасонним шаблоном, $t_{\text{к.п.2}} = 0,05 \cdot 1,85 = 0,093 \text{ хв, [3, табл. 5.14, с. 208].}$

$$t_{\text{к.п.}} = 0,13 + 0,093 = 0,223 \text{ хв}$$

$$t_{\text{контр}} = 0,25 \cdot 0,223 \cdot 1 = 0,056;$$

$$t_{\text{в}} = t_{\text{всп}} = 0,14 + 0,508 + 0,046 + 0,046 + 0,056 = 0,796 \text{ хв}$$

Оперативний час розраховуємо за формулою (1.53):

$$t_{\text{оп}} = t_{\text{о}} + t_{\text{всп}}, \quad (1.53)$$

$$t_{\text{оп}} = 3,63 + 0,796 = 4,426 \text{ хв}$$

Додатковий час розраховуємо за формулою (1.54):

$$t_{\text{пр}} = (t_{\text{о}} + t_{\text{всп}})(\alpha_{\text{тех}} + \alpha_{\text{орг}} + \alpha_{\text{отд}}) = t_{\text{оп}} \cdot \alpha_{\Sigma}, \quad (1.54)$$

α_{Σ} – норма часу на технічне та організаційне обслуговування верстата, відпочинок та особисті потреби;

$$\alpha_{\Sigma} = 6\% = 0,06; \text{ [3, табл. 6.1, стр. 214];}$$

$$t_{\text{пр}} = 4,426 \cdot 0,06 = 0,27 \text{ хв}$$

Штучний час розраховуємо за формулою (1.55):

$$t_{\text{шт}} = t_0 + t_{\text{всп}} + t_{\text{пр}}, \quad (1.55)$$

$$t_{\text{шт}} = 3,63 + 0,796 + 0,27 = 4,696 \text{ хв};$$

Норма підготовчо-завершального часу розраховуємо за формулою (1.56):

$$t_{\text{п-з}} = t_{\text{п-з1}} + t_{\text{п-з3}}, \quad (1.56)$$

де $t_{\text{п-з1}}$ – норматив часу на налагодження станка, інструмента та пристосування, $t_{\text{п-з1}} = 9$ хв, [3, табл. 6.3, стр. 216];

$t_{\text{п-з3}}$ – час на отримання інструментів та їх повернення,

$t_{\text{п-з3}} = 7$ хв, [3, табл. 6.5, стр. 217].

$$t_{\text{п-з}} = 9 + 7 = 16 \text{ хв}$$

Штучно-калькуляційний час розраховуємо за формулою (1.57):

$$t_{\text{шт-к}} = t_{\text{шт}} + \frac{t_{\text{п-з}}}{n}, \quad (1.57)$$

$$t_{\text{шт-к}} = 4,696 + \frac{16}{188} = 4,78 \text{ хв}$$

Свердлильна операція 030

Основний час операції:

$$t_0 = 0,025 \text{ хв}$$

Допоміжний час операції розраховуємо за формулою (1.49):

$$t_{\text{в}} = t_{\text{всп}} = 0,1 + 0,238 + 0,019 + 0,019 + 0,033 = 0,409 \text{ хв}$$

Час керування станком розраховуємо за формулою (1.50):

$$t_{\text{упр}} = 0,019 \cdot 2 + 0,04 \cdot 1 + 0,04 \cdot 1 + 0,06 \cdot 2 = 0,238 \text{ хв}$$

Час прискореного руху розраховуємо за формулою (1.51):

$$t_{\text{уск.двиг.}} = 0,019 \cdot 2 + 0,019 \cdot 2 = 0,076 \text{ хв};$$

Час контролю розраховуємо за формулою (1.52):

$$t_{\text{контр}} = 0,25 \cdot 0,13 \cdot 1 = 0,033;$$

Оперативний час розраховуємо за формулою (1.53):

$$t_{\text{оп}} = 0,025 + 0,409 = 0,434 \text{ хв}$$

Додатковий час розраховуємо за формулою (1.54):

$$t_{\text{пр}} = 0,434 \cdot 0,055 = 0,024 \text{ хв}$$

Штучний час розраховуємо за формулою (1.55):

$$t_{\text{шт}} = 0,025 + 0,409 + 0,024 = 0,458 \text{ хв}$$

Норма підготовчо-завершального часу розраховуємо за формулою (1.56):

$$t_{\text{п-з}} = 9 + 5 = 14 \text{ хв}$$

Штучно-калькуляційний час розраховуємо за формулою (1.57):

$$t_{\text{шт-к}} = 0,458 + \frac{14}{188} = 0,53 \text{ хв}$$

Фрезерна з ЧПК 035

Основний час операції:

$$t_o = 0,09$$

Допоміжний час операції розраховуємо за формулою (1.49):

$$t_b = t_{\text{всп}} = 0,1 + 0,238 + 0,074 + 0,074 + 0,033 = 0,519 \text{ хв}$$

Час керування станком розраховуємо за формулою (1.50):

$$t_{\text{упр}} = 0,019 \cdot 2 + 0,04 \cdot 1 + 0,04 \cdot 1 + 0,06 \cdot 2 = 0,238 \text{ хв}$$

Час прискореного руху розраховуємо за формулою (1.51):

$$t_{\text{уск.двиг.}} = 0,074 \cdot 1 + 0,074 \cdot 1 = 0,148 \text{ хв}$$

Час контролю розраховуємо за формулою (1.52):

$$t_{\text{контр}} = 0,25 \cdot 0,13 \cdot 1 = 0,033$$

Оперативний час розраховуємо за формулою (1.53):

$$t_{\text{оп}} = 0,09 + 0,519 = 0,609 \text{ хв}$$

Додатковий час розраховуємо за формулою (1.54):

$$t_{\text{пр}} = 0,609 \cdot 0,08 = 0,05 \text{ хв}$$

Штучний час розраховуємо за формулою (1.55):

$$t_{\text{шт}} = 0,09 + 0,519 + 0,05 = 0,659 \text{ хв}$$

Норма підготовчо-завершального часу розраховуємо за формулою (1.56):

$$t_{\text{п-з}} = 16 + 2 = 18 \text{ хв};$$

Штучно-калькуляційний час розраховуємо за формулою (1.57):

$$t_{\text{шт-к}} = 0,659 + \frac{18}{188} = 0,76 \text{ хв}$$

Таблиця 1.9 – Сводна таблиця нормування операцій та норм часу

№ оп.	Найменування переходу	t_o , хв	$t_{упр}$, хв	$t_{уск.двиг}$, хв	$t_{контр}$, хв	t_b , хв	$t_{оп}$, хв	$t_{пр}$, хв	$t_{шт}$, хв	$t_{п-з}$, хв	$t_{шт-к}$, хв
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
015	Токарна з ЧПК	5,6	0,398	0,276	0,051	0,68	6,28	0,41	6,69	17	6,78
020	Токарна з ЧПК	1,82	0,318	0,276	0,074	0,62	2,44	0,16	2,61	17	2,69
025	Токарна з ЧПК	1,83	0,318	0,276	0,065	0,62	2,45	0,16	2,61	17	2,69
050	Шліфувальна	0,787	0,398	0,296	0,079	0,76	1,55	0,12	1,66	16	1,75
055	Шліфувальна з ЧПК	1,287	0,518	0,336	0,092	0,86	2,15	0,16	2,31	16	2,39

1.8 Розробка керуючої програми на операцію з ЧПК

Рівень технологічного розвитку сьогодення передбачає обов'язкове використання обладнання з ЧПК при проектуванні технологічних процесів обробки матеріалів різанням в умовах серійного виробництва.

Використання обладнання з ЧПК значно підвищує продуктивність виконання механічних операцій, поліпшує точність а відповідно і якість виготовлення деталей.

Числове програмне керування верстатом забезпечує – програмне, точне управління рухом відповідних робочих органів верстатів за допомогою заздалегідь розробленої програми.

Використання верстатів с ЧПК дозволяє звести до мінімуму втручання персоналу в процес безпосередньої обробки, що дозволяє використовувати робітників нижчої кваліфікації та впроваджувати багатостатне обслуговування.

Додатково до переваг використання обладнання з ЧПК слід віднести гнучкість його використання, а саме можливість застосування для виготовлення широкої номенклатури виробів, за умови розробки відповідних керуючих програм.

На сьогодні в машинобудуванні для розробки керуючих програм використовують три основні способи програмування такі як ручне програмування, програмування на стійці ЧПК та програмування за допомогою САМ-систем. Ручне програмування забирає дуже багато часу і є дуже виснажливим заняттям. При програмуванні на стійці системи ЧПК програми розробляються методом вводу даних безпосередньо на стійці системи ЧПК з використанням відповідної клавіатури, дисплею, а також системи графічних піктограм і меню верстату. Третій вид програмування, що передбачає використання САМ-систем дозволяє підняти програмування для верстатів з

ЧПК на більш високий рівень, порівняно з ручним програмуванням. САМ-системи дозволяють створювати на одному базовому принципі керуючі програми для різного устаткування з ЧПК, вони забезпечують технолога типовими функціями, автоматизують ту чи іншу обробку, позбавляють технолога-програміста від необхідності проводити математичні обчислення вручну. Для розробки керуючих програм з використанням САМ-системи технолог-програміст використовує персональний комп'ютер.

Для обробки стакану підшипника на верстаті що обладнаний ЧПК, виконуємо відповідну розробку керуючої програми з використанням програмного комплексу (Siemens) NX CAM.

Результати програмної розробки зображені на рисунку 1.8.

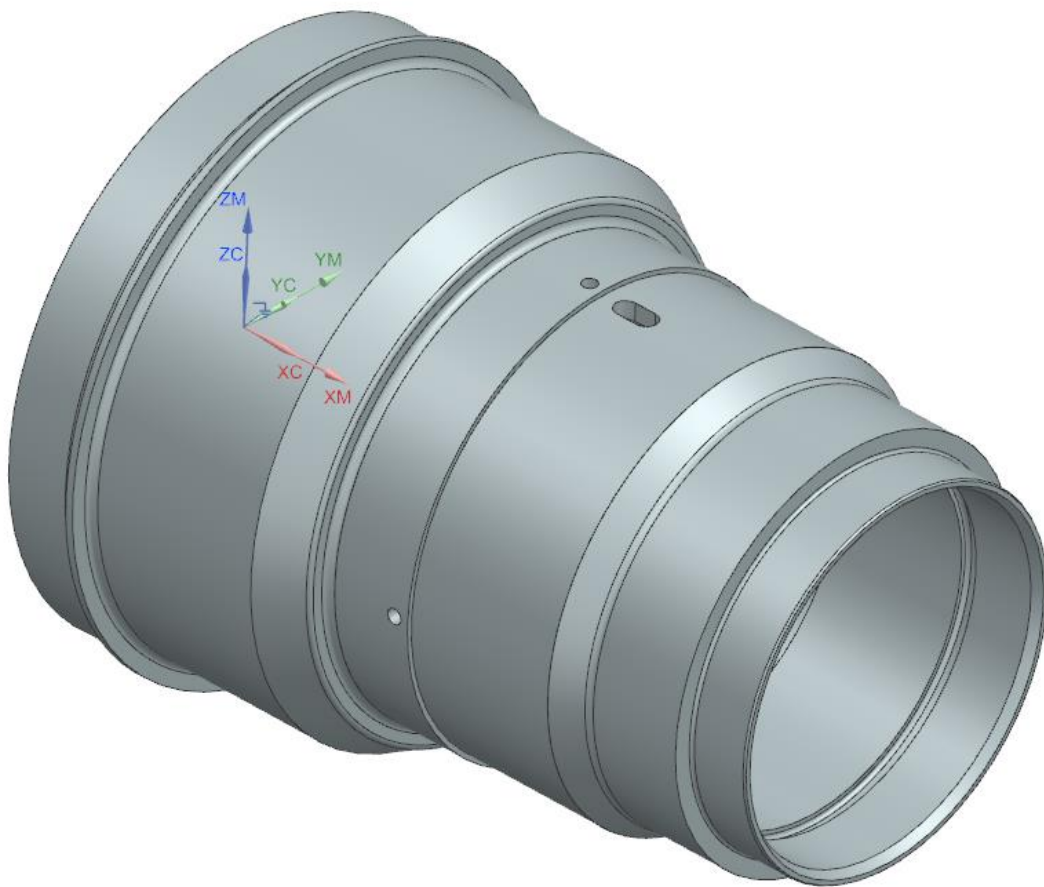


Рисунок 1.5 – Тривимірна модель стакану підшипника

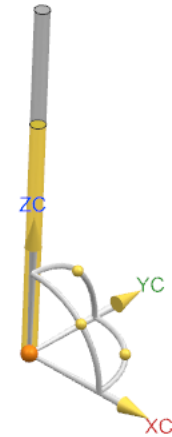
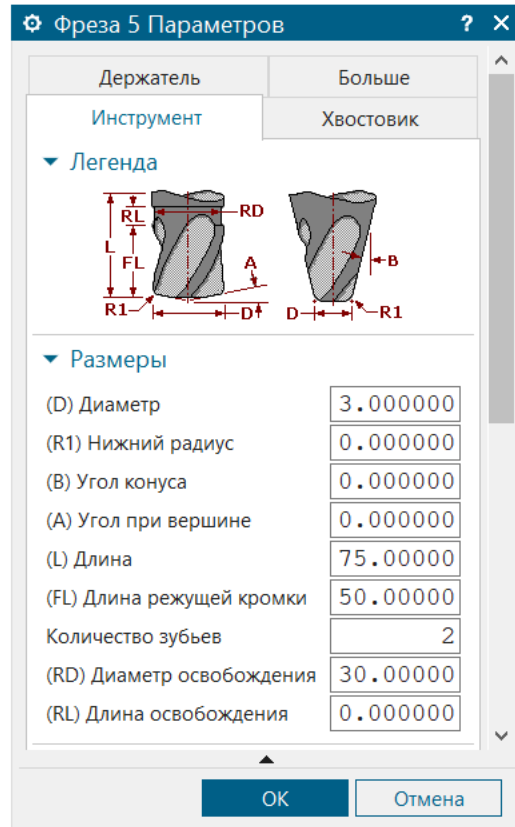


Рисунок 1.6 – Инструмент та його характеристики

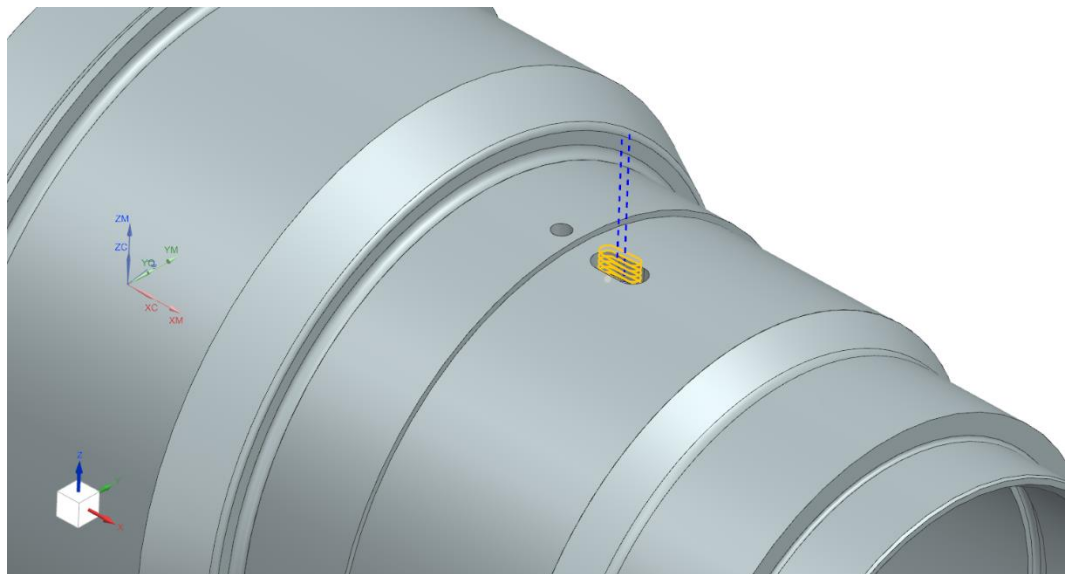


Рисунок 1.7 – Траекторія обробки наскрізного вікна

```

N10 G17 G21 G94 G90
(WALL_PROFILING , TOOL : MILL_D3)

N12 T00 M6
N14 G54
N16 G17 G0 G90 X116.077 Y-1.5 S1061 M3
N18 G43 Z88. H1
N20 Z61.75
N22 G94 G1 X118.424 Z61.627 F250.
N24 X118.597 Y-1.501 Z61.618
N26 X119.069 Y-1.368 Z61.592
N28 X119.473 Y-1.092 Z61.567
N30 X119.768 Y-0.701 Z61.541
N32 X119.922 Y-0.236 Z61.515
N34 X119.92 Y0.253 Z61.49
N36 X119.762 Y0.717 Z61.464
N38 X119.663 Y0.859 Z61.455
N40 X119.563 Y1.002 Z61.446
N42 X119.285 Y1.246 Z61.426
N44 X118.957 Y1.415 Z61.407
N46 X118.597 Y1.501 Z61.388
N48 X112.27 Z61.056
N50 X111.822 Y1.379 Z61.032
N52 X111.433 Y1.127 Z61.007
N54 X111.138 Y0.77 Z60.983
N56 X110.965 Y0.34 Z60.959
N58 X110.93 Y-0.123 Z60.935
N60 X111.038 Y-0.574 Z60.91
N62 X111.278 Y-0.972 Z60.886
N64 X111.56 Y-1.231 Z60.866
N66 X111.898 Y-1.412 Z60.846
N68 X112.271 Y-1.501 Z60.826
N70 X118.597 Z60.494
N72 X119.069 Y-1.368 Z60.468
N74 X119.473 Y-1.092 Z60.443
N76 X119.768 Y-0.701 Z60.417
N78 X119.922 Y-0.236 Z60.391
N80 X119.92 Y0.253 Z60.366
N82 X119.762 Y0.717 Z60.34
N84 X119.663 Y0.859 Z60.331
N86 X119.563 Y1.002 Z60.322
N88 X119.285 Y1.246 Z60.303
N90 X118.957 Y1.415 Z60.283
N92 X118.597 Y1.501 Z60.264
N94 X112.27 Z59.932
N96 X111.822 Y1.379 Z59.908
N98 X111.433 Y1.127 Z59.884
N100 X111.138 Y0.77 Z59.859
N102 X110.965 Y0.34 Z59.835
N104 X110.93 Y-0.123 Z59.811
N106 X111.038 Y-0.574 Z59.786
N108 X111.278 Y-0.972 Z59.762
N110 X111.56 Y-1.231 Z59.742
N112 X111.898 Y-1.412 Z59.722
N114 X112.271 Y-1.501 Z59.702
N116 X118.597 Z59.37
N118 X119.069 Y-1.368 Z59.345
N120 X119.473 Y-1.092 Z59.319
N122 X119.768 Y-0.701 Z59.293
N124 X119.922 Y-0.236 Z59.268
N126 X119.92 Y0.253 Z59.242
N128 X119.762 Y0.717 Z59.216
N130 X119.663 Y0.859 Z59.207
N132 X119.563 Y1.002 Z59.198
N134 X119.285 Y1.246 Z59.179
N136 X118.957 Y1.415 Z59.159
N138 X118.597 Y1.501 Z59.14
N140 X112.27 Z58.808
N142 X111.822 Y1.379 Z58.784
N144 X111.433 Y1.127 Z58.76
N146 X111.138 Y0.77 Z58.735
N148 X110.965 Y0.34 Z58.711
N150 X110.93 Y-0.123 Z58.687
N152 X111.038 Y-0.574 Z58.663
N154 X111.278 Y-0.972 Z58.638
N156 X111.56 Y-1.231 Z58.618
N158 X111.898 Y-1.412 Z58.598
N160 X112.271 Y-1.501 Z58.578
N162 X118.597 Z58.246

```

Рисунок 1.8 Керуюча програма обробки наскрізного вікна

2 КОНСТРУКТОРСЬКА ЧАСТИНА

2.1 Проектування робочого пристосування

Технологічні пристосування застосовують на різних технологічних етапах виробництва, для забезпечення позиціонування та жорсткої фіксації деталей і вузлів.

Використання технологічних пристосувань забезпечує збільшення продуктивності і точності виконання технологічних операцій обробки, складання та контролю, поліпшення умов праці робітників, регламентує тривалість операції що виконуються, сприяє підвищенню безпеки праці та зменшенню ризику виникнення аварійних ситуацій. Застосування пристосувань в технологічних процесах, збільшує можливості універсальних верстатів що використовуються.

На вибір робочих пристосувань впливають наступні виробничі та технологічні фактори такі як форма і тип виробництва, програма випуску, габаритні розміри деталей що обробляються та технічні вимоги до них.

В залежності від типу верстатів, що використовуються для виготовлення деталей, пристосування поділяють на токарні, фрезерні, свердлильні, шліфувальні та інші в залежності від обладнання. Подальше розділення пристосувань на групи за спеціалізацією, поділяє їх на спеціальні, переналагоджувальні і універсальні. За ступенем механізації і автоматизації робочі пристосування поділяються на автоматичні, напівавтоматичні, механізовані, та ручні у порядку збільшення їх універсальності і рівня ручної праці.

При виборі робочих пристосувань для впровадження на певній технологічній операції спираються на такі вихідні дані як серійність, точність та конструктивні особливостям деталей на які розробляється відповідна технологія.

Проектування технологічних процесів з використанням верстатів обладнаних системами ЧПК вимагає врахування особливостей вибору пристосувань, інструменту, базування деталі, режимів різання, послідовності переходів, а також нормування. Особливості обробки деталей на верстатах з ЧПК пов'язані з тим, що точність розмірів забезпечується відносно початку відліку координатної системи верстата. на відміну від обробки на універсальних верстатах, на яких точність виготовлення пов'язана з технологічними базами.

В основі базування деталей для обробки на верстатах з ЧПК лежить правильний вибір систем координат. В виробничих процесах побудованих на основі використання верстатів з ЧПК прийнято розрізняти такі системи координат як система координат верстата, система координат деталі, система координат інструменту, що використовується на даній технологічній операції. Наявність значної кількості видів робочих пристосувань за їх конструкцією, не заважає виділити конструктивні елементи спільні за технологічним призначенням та сформувати структуру таких пристосувань яка складається з наступних складових таких як встановлювальні елементи, елементи для закріплення заготовок, елементи що забезпечують необхідний напрямок руху різального інструменту, поворотні й ділильні механізми.

Встановлювальні елементи забезпечують орієнтацію деталі у просторі при виконанні технологічних операцій. Додатково вони поділяються на основні та допоміжні за функціональними ознаками.

До основних встановлювальних елементів можна віднести такі як опорні пластини, призми та ін., що забезпечують орієнтацію заготовки та її базування за правилом «шести крапок», що передбачає наявність шести жорстких опорних точок які позбавляють заготовку шести ступенів вільності. Допоміжні встановлювальні елементи використовують для підвищення жорсткості деталі при її встановленні у відповідному пристрої. При цьому в основу їх використання покладено умову щодо виключення можливого порушення

положення деталі, зайнятого при базуванні на основних встановлювальних елементах.

Для забезпечення нульової похибки при базуванні деталі у робочому пристосуванні керуємось принципом за яким конструкторська база використовується як технологічна або вимірювальна, що називається принципом поєднання баз.

Якщо в процесі базування деталі чи заготовки цей принцип порушується виникає так звана похибка базування.

Базування циліндричних тіл до яких відноситься і стакан підшипника, на технологічних операціях що не потребують обертання деталі, здійснюється як правило за допомогою призм.

Призма це встановлювальний елемент пристосування, робоча поверхня якого має вигляд паза, створеного двома площинами, з відповідним кутом нахилу один до одного, в більшості своїй цей кут дорівнює 90° .

Для технологічного процесу виготовлення стакану підшипника в умовах середньо-серійного виробництва передбачається використання спеціалізованих переналагоджувальних робочих пристосувань, які забезпечують надійне базування та закріплення близьких за конфігурацією заготовок, що відрізняються розмірами в певному діапазоні.

Використання нерозбірних спеціальних пристосувань передбачається виключно в тих випадках, коли для здійснення певної технологічної операції не підходить жодне з універсальних переналагоджуваних пристосувань.

В умовах середньо-серійного виробництва стакану підшипника, для підвищення продуктивності фрезерної операції, впровадимо робоче пристосування з гідравлічним приводом.

2.1.1 Конструкція і принцип роботи пристосування

Пристосування, що зображене на рисунку (2.1), призначене для фрезерування вікна в деталі «Стакан підшипника» на фрезерному верстаті з ЧПК OPTImill F3 Pro CNC. Пристосування є переналагоджувальним та містить пневматичний циліндр.

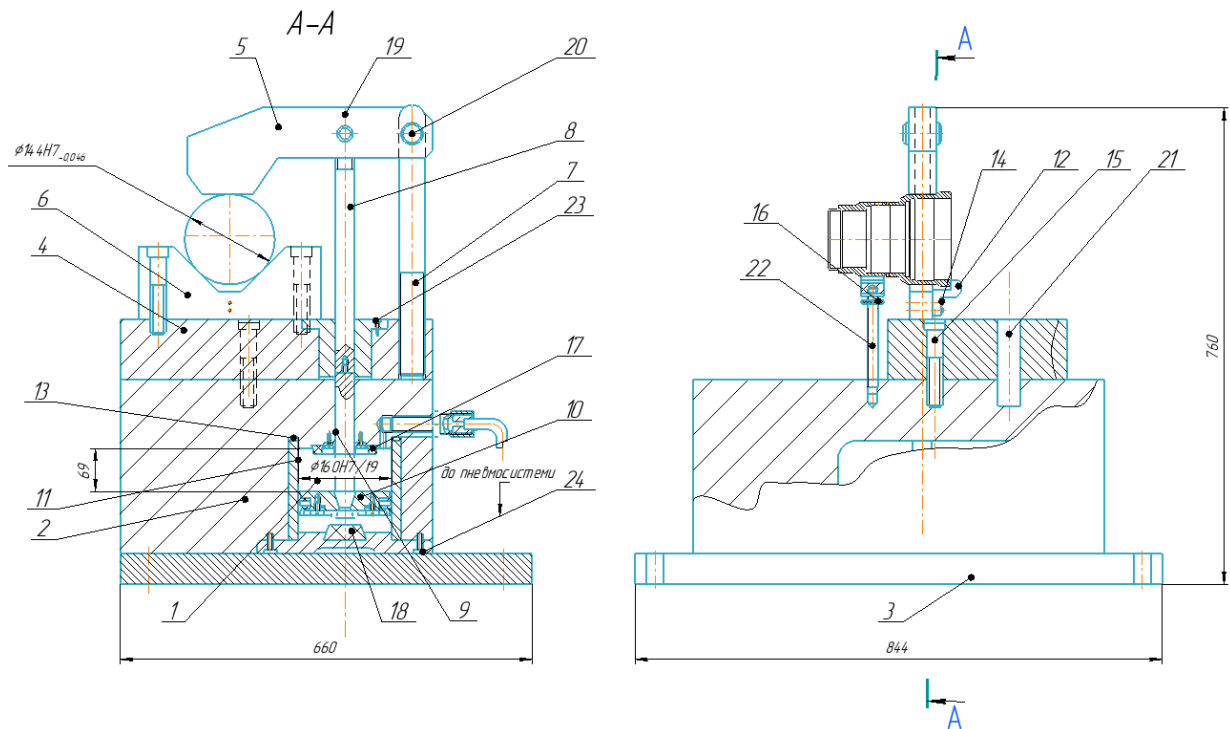


Рисунок 2.1 – Пристосування для фрезерування вікна

Завдяки високій продуктивності, асортименту конструкцій та можливостей, економічності та простоті, використання пневмоциліндрів має велику область використання – буквально у всіх галузях промисловості.

Робоче пристосування має наступну конструкцію. На несучій, базовій плиті 3 змонтовано корпус 2, в якому розташовано пневмоциліндр 1. На корпусі 2 встановлено кришку корпусу 4, на яку встановлено призму 6, і упор для важеля 7. Шток 9 з'єднано з тягою 8 яка приєднана до важеля 5.

Принцип роботи пристрою для фрезерування стакану підшипника наступний. Деталь встановлюється зовнішньою поверхнею $\varnothing 144h7$ у призму робочого пристрою до упору 12, який змонтовано безпосередньо на призмі. Це забезпечує відповідне позиціонування деталі у робочому пристрої.

Для підтримки деталі до її закріплення в робочому пристосуванні, застосовується допоміжна призма на яку спирається деталь зовнішньою поверхнею $\varnothing 120m5$.

З пневматичної системи підприємства, через відповідні крани, подається стисле повітря до пневмоциліндру. Закріплення відбувається коли стисле повітря подається у верхню частину пневмоциліндру 1, воно тисне на поршень 10 зі штоком 9, якій з'єднаний з тягою 8, тягне важіль 5 до низу та притискає деталь до призми, забезпечуючі її кріплення.

Розкріплення відбувається, коли стисле повітря подається в нижню частину пневмоциліндру 1, при цьому шток 9 із поршнем 10, разом із тягою 8 рухаються вгору, таким чином деталь розкріпляється.

Органи керування пневматичною системою робочого пристосування на рисунку умовно не зображені

2.1.2 Визначення похибки базування та закріплення. Розрахунок пристосування на точність

Деталь встановлюємо на призму з кутом $2\alpha = 90^\circ$ на поверхню $d = \varnothing 144_{-0,046}$

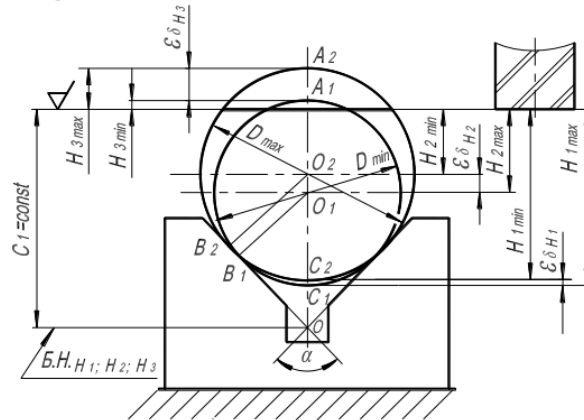


Рисунок 2.2 – Схема установки заготовки типу вал на призму [9, с. 15]

Визначаємо похибку установки на призму за формулою (2.1):

$$\varepsilon_3 = \left[\left(K_{R_z} \cdot R_z + \frac{K_{HB}}{HB} \right) + C_1 \right] \left(\frac{Q}{19,8l} \right)^n \quad (2.1)$$

де $K_{R_z} = 0,015$ [7, табл. 3.4];

R_z – параметр шорсткості заготовки, мкм;

$K_{HB} = 15$ [7, табл. 3.4];

HB – твердість матеріалу заготовки по Бринеллю;

Q – зусилля закріплення, Н;

l – довжина по якій відбувається контакт, см.

$$C_1 = 0,086 + \frac{8,4}{D_{\text{заг}}} \quad (2.2)$$

$$C_1 = 0,086 + \frac{8,4}{158,9} = 0,14$$

$$\varepsilon_3 = \left[\left(0,015 \cdot 50 + \frac{15}{330} \right) + 0,14 \right] \left(\frac{800}{19,8 \cdot 48} \right)^{0,7} = 0,89 \text{ мм}$$

Похибка базування

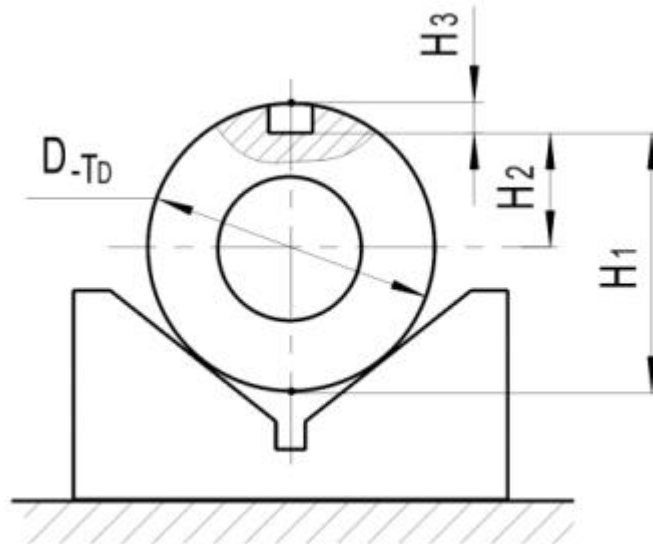


Рисунок 2.3 – Схема установки при обробці [9, с. 16]

Аналізуючи рисунки 2.2 та 2.3 , можна визначити похибку базування за формулою (2.3):

$$\varepsilon_{\delta_{H_3}} = k_3 \cdot T_D \quad (2.3)$$

де k_3 – коефіцієнт при використанні призми 90° , $k_3 = 1,21$ [9, с. 16].

$$\varepsilon_{\delta_{H_3}} = 1,21 \cdot 0,22 = 0,266$$

Похибка закріплення розраховується за формулою (2.4):

$$\varepsilon_{з_6} = \varepsilon_{\text{таб}} \cdot \sin \alpha / 2, \quad (2.4)$$

де $\varepsilon_{\text{таб}}$ – таблична похибка базування, при встановленні в призму, $\varepsilon_{\text{таб}}=0,065$ [9, с. 16].

$$\varepsilon_{36} = 0,065 \cdot 0,3827 = 0,025 \text{ мм}$$

Розрахунок пристосування на точність

Основною вимогою при реалізації технологічного процесу є те, що сума похибок, які виникають при обробці, не повинна перевищувати величину допуску встановленого на розмір обробки на операційному ескізі, на цьому і базується методика розрахунку пристосувань на точність.

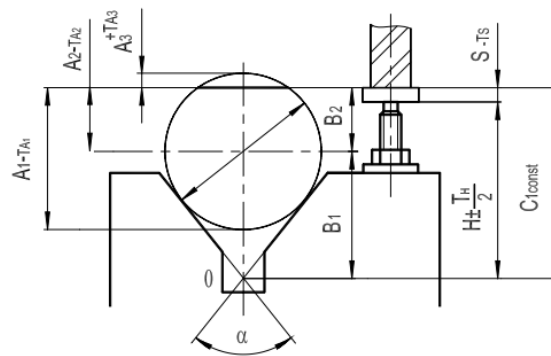


Рисунок 2.4 – Схема установки заготовки на призму [6, с. 72]

Послідовність розрахунків.

Деталь встановлена на призму по розміру $D = 144_{-0,046}$ мм.

Виконаємо розрахунок установка деталі при обробці для отримання розміру $A_1 = 112,75^{+0,035}$ виконуємо за наступною методикою:

Середній розмір обробки розраховуємо за формулою (2.5):

$$A_{1\text{сер}} = A_1 - \frac{T_{A_1}}{2}, \quad (2.5)$$

$$A_{1\text{сер}} = 112,75 - \frac{0,035}{2} = 112,7325 \text{ мм}$$

Середній діаметр обробки розраховуємо за формулою (2.6):

$$D_{\text{сер}} = D - \frac{T_D}{2}, \quad (2.6)$$

$$D_{\text{сер}} = 144 - \frac{0,046}{2} = 143,977 \text{ мм}$$

Середній радіус розраховуємо за формулою (2.7):

$$R_{\text{сер}} = \frac{D_{\text{сер}}}{2}, \quad (2.7)$$

$$R_{\text{сер}} = \frac{143,977}{2} = 71,9885 \text{ мм}$$

Середній розмір розраховуємо за формулою (2.8):

$$B_{1\text{сер}} = \frac{R_{\text{сер}}}{\sin 45^\circ}, \quad (2.8)$$

$$B_{1\text{сер}} = \frac{71,9885}{0,7071} = 101,81 \text{ мм}$$

Допуск на розмір розраховуємо за формулою (2.9):

$$T_{B_{1\text{сер}}} = \pm \frac{T_D}{4}, \quad (2.9)$$

$$T_{B_{1\text{сер}}} = \pm \frac{0,046}{4} = \pm 0,0115 \text{ мм}$$

Середній розмір розраховуємо за формулою (2.10):

$$B_{2\text{сер}} = A_{1\text{сер}} - R_{\text{сер}}, \quad (2.10)$$

$$B_{2\text{сер}} = 112,7325 - 71,9885 = 40,744 \text{ мм}$$

Допуск на розмір розраховуємо за формулою (2.11):

$$T_{B_{2\text{сер}}} = \pm \left(\frac{T_{A_1}}{2} - \frac{T_D}{4} \right), \quad (2.11)$$

$$T_{B_{2\text{сер}}} = \pm \left(\frac{0,035}{2} - \frac{0,046}{4} \right) = \pm 0,006 \text{ мм}$$

Середній розмір щупа розраховуємо за формулою (2.12):

$$S_{\text{сер}} = S - \frac{T_S}{2}, \quad (2.12)$$

$$S_{\text{сер}} = 3 - \frac{0,006}{2} = 2,997 \text{ мм}$$

Середній розмір установка розраховуємо за формулою (2.13):

$$H_{\text{сер}} = B_{1\text{сер}} + B_{2\text{сер}} - S_{\text{сер}}, \quad (2.13)$$

$$H_{\text{сер}} = 101,81 + 40,744 - 2,997 = 139,557 \text{ мм}$$

Допуск на розмір розраховуємо за формулою (2.14):

$$T_H = T_{B_{1\text{сер}}} + T_{B_{2\text{сер}}} + T_S, \quad (2.14)$$

$$T_H = 0,0115 + 0,006 + 0,006 = 0,0235 \text{ мм}$$

Приймаємо T_H як допуск на установку $T_{\text{Нуст}}$ тому що

$$T_H/2 = 0,01175 \leq 1/3 \cdot T_{A_1} = 0,01266$$

Представимо $T_{\text{Нуст}}$ у вигляді:

$$T_{\text{Нуст}} = \pm \frac{T_{\text{Нуст}}}{2}$$

І зробимо його більш жорстким приймаючи найближчий нормалізований

Призначимо виконавчий розмір \boxed{H} з одностороннім допуском в тіло установка по формулі (2.15):

$$\boxed{H} = H_{1 - \frac{T_{\text{Нуст}}}{2}} \quad (2.15)$$

$$\boxed{H} = 139,557_{-0,994}$$

2.1.3 Визначення необхідної сили затиску. Вибір приводу

Стакан підшипнику встановлений в призму. Необхідно фрезерувати вікно. Для простоти приймаємо, що відстань від вікна до межі опорних поверхонь L однакова.

Силу затиску розраховуємо за формулою (2.16):

$$W = \frac{P_z \cdot (R - h/2) \cdot \sin(\alpha/2)}{fR}, \quad (2.16)$$

де P_z – тангенціальна складова сил різання;

R – радіус валу;

h – глибина вікна;

$$W = \frac{1095,3 \cdot \left(72 - \frac{4,75}{2}\right) \cdot \sin\left(\frac{45}{2}\right)}{0,12 \cdot 72} = 3376,98 \approx 3377 \text{ Н}$$

Коефіцієнт запасу закріплення розраховуємо за формулою (2.17):

$$k = k_0 \cdot k_1 \cdot k_2 \cdot k_3 \cdot k_4 \cdot k_5 \cdot k_6, \quad (2.17)$$

- де k_0 – гарантований коефіцієнт запасу, $k_0 = 1,5$ [9, с. 34];
 k_1 – враховує силу змін різання в процесі обробки із-за нерівномірності припуску на заготовці і враховується тільки для чистових переходів, $k_1 = 1,0$ [9, с. 34];
 k_2 – враховується в усіх випадках обробки і залежить від виду обробки, оброблюваного матеріалу і нерівномірного зносу ріжучого інструменту, $k_2 = 1,3$ [9, табл. К.1, с. 82];
 k_3 – враховує умови переривистого виду обробки, $k_3 = 1,0$ [9, с. 34];
 k_4 – характеризує затискний пристрій з погляду постійності сил затиску, $k_4 = 1,0$ [9, с. 34];
 k_5 – характеризує ручні затиски з погляду зручності закріплення деталі, $k_5 = 1,0$ [9, с. 34];
 k_6 – враховується тільки за наявності крутячих моментів, прагнучих повернути заготовку, і залежить від виду опорної поверхні пристосування, $k_6 = 1,0$ [9, с. 34].

$$k = 1,5 \cdot 1,0 \cdot 1,3 \cdot 1,0 \cdot 1,0 \cdot 1,0 \cdot 1,0 = 1,95$$

Дійсну силу затиску розраховуємо за формулою (2.18):

$$W_d = k \cdot \gamma \cdot W, \quad (2.18)$$

$$W_d = 1,95 \cdot 1,2 \cdot 3377 = 7902,13 \approx 7902 \text{ Н}$$

Діаметр пневмоциліндра розраховуємо за формулою (2.19):

$$D_n = \sqrt{\frac{4 \cdot P_{\text{шт}}}{\pi \cdot P_{\text{пов}} \cdot \eta_{\text{пц}}}}, \quad (2.19)$$

де $P_{\text{шт}} = W_{\text{д}}$ – сила штока, $P_{\text{шт}} = W_{\text{д}} = 7902$;

$P_{\text{пов}} =$ від 0,3 до 0,6 [5, с. 155];

$\eta_{\text{пц}} =$ від 0,8 до 0,85 [5, с. 155].

$$D_n = \sqrt{\frac{4 \cdot 7902}{3,14 \cdot 0,5 \cdot 0,8}} = 158 \text{ мм}$$

За [5, с. 155] приймаю нормалізований діаметр пневмоциліндра 160 мм

2.2 Проектування контрольного пристосування

2.2.1 Конструкція та принцип роботи контрольного пристосування

Сучасне машинобудування з притаманними йому високими вимогами щодо точності, якості та естетичності виробів, що забезпечує їх конкурентоздатність, потребує відповідних заходів щодо забезпечення технологічного контролю виробів. Найбільш простим виглядає шлях використання універсальних вимірювальних інструментів але у умовах середньо-серійного та масового виробництва цей метод дуже непродуктивний та не завжди забезпечує потрібну точність і зручність контролю. Контрольні пристосування, як зазначено в їх назві, використовуються для контролю якості виконання технологічних операцій по обробці заготовок, деталей і вузлів машин. При цьому контрольне пристосування, що використовується в технологічному процесі, повинно забезпечити можливість не перевищувати

можливу похибку виміру, яка знаходиться в межах 8-30% поля допуску на розмір який контролюється.

Високі сучасні вимоги до точності продукції що виробляється, потребує впровадження відповідних заходів по вибору контрольних пристосувань з використанням вимірників високої чутливості, правильного вибору схеми та їх конструкції.

За можливістю слід дотримуватися принципу при якому похибка вимірювання, що фактично є різницю між показниками контрольного пристосування і фактичним значенням вимірюваної величини, має бути за можливістю малою, але не завжди це має економічну та технологічну доцільність. Надмірне підвищення точності виміру, як правило призводить до ускладнення і здорожчання контрольного пристосування та зниження його продуктивності в цілому, що є неприпустимим в умовах значних обсягів деталей які виробляються, а відповідно розмірів що контролюються. Основні вимоги до контрольних пристосувань це забезпечення необхідної точності та продуктивності контрольної операції, простота і надійність пристосування, його зручність і ергономічність в експлуатації при тривалій роботі з урахуванням серійності виробу.

Конструктивно контрольні пристосування можна розділити на наступні складові елементи такі як настановчі, затискні, вимірювальні та допоміжні елементи, що формують єдиний контрольний пристрій.

Елементи на які деталь що підлягає контролю, встановлюється своїми вимірювальними базами під час виконання відповідної контрольної операції, відносно вимірювального пристрою, називають настановчими . При цьому для базування деталі з забезпеченням мінімальної похибки використовують опори з сферичними та плоскими головками, опорні пластинки, відповідні сектори і кільця, що обумовлено фактичною конфігурацією бази деталі в плані.

Для забезпечення в контрольних пристосуваннях щільного контакту настановчих баз деталі з опорами пристосування, уникнення її зсуву відносно вимірювального пристрою, застосовують затискні пристрої. Затискні пристрої

контрольних пристосувань бувають ручні, такі як різноманітні спеціальні гвинти, важелі, пружини і ексцентрики, та пристрої з пневматичним чи гідравлічним приводами.

В свою чергу вимірювальні пристрої контрольних пристосувань поділяють на граничні та відлікові. Особливістю граничних вимірювальних пристроїв є те, що вони за результатами використання не дають чисельного значення вимірюваних величин, а контрольовані деталі поділяють на три відповідні категорії якісні, брак по перевищенню нижнього рівня допуску і брак по перевищенню верхнього рівня допуску. Відлікові вимірювальні пристрої на відміну від граничних з певною точністю вказують на величину розміру деталі, що контролюється. Прикладами відлікових вимірювальних пристроїв є індикатори з важільною або зубчастою передачами, які забезпечують точність виміру до 0,001 мм.

Види допоміжних пристроїв контрольних пристосувань в залежності від виду вимірювань мають різне цільове призначення. До таких пристроїв можна віднести різноманітні поворотні столи, повзуни та ін.

При виконанні дипломної роботи з розробки технологічного процесу виготовлення стакану підшипника, розробимо контрольний пристрій для визначення фактичних показників деталі технічним вимогам викладеним в кресленні.

Для перевірки виконання технічних вимог, а саме допустимого радіального биття 0,025 зовнішньої циліндричної поверхні $\varnothing 97,5r6$ (база В) відносно внутрішньої циліндричної поверхні $\varnothing 130H7$ (база А) спроектовано контрольний пристрій.

Ескіз контрольного пристрою показаний на рисунку 2.5

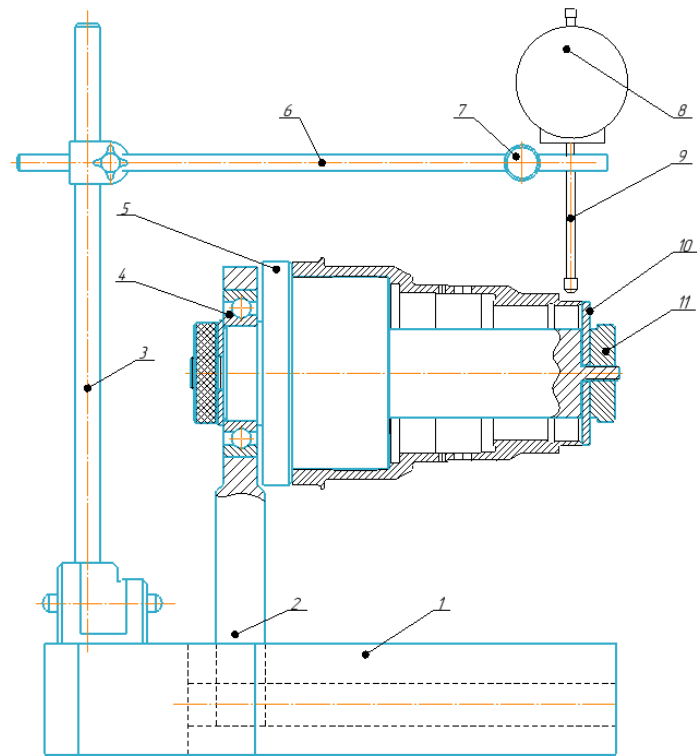


Рисунок 2.5 – Ескіз контрольного пристосування

Вимірювальний пристрій має наступну конструкцію. На плиті поз. 1, що є базовою конструкцією пристрою, змонтовано жорстку опору 2 з встановленим в неї підшипником 4 для кріплення відповідних оправок. Також на плиті 1 змонтована стійка 3 на якій закріплена відповідна штанга 6 на яку встановлюється індикатор 8. Індикатор 8 фіксується або переміщується по штанзі 6 за допомогою фіксатора 7. Жорстка опора 2 кріпиться до плити 1 за допомогою Т-образного пазу, який виконаний по ГОСТ 1574-62. Це кріплення дозволяє опору 2 на якій змонтована оправка 5 з деталлю що контролюється, за необхідністю переміщувати в осьовому напрямку.

За рахунок того, що спеціальну оправку 5 можна змінювати на будь-яку іншу, пристрій являється універсально-переналагоджувальним.

2.2.2 Принцип роботи контрольного пристосування

Принцип дії контрольного пристосування: для перевірки радіального биття контрольованої поверхні Ø97,5r6, деталь встановлюється конструкторськими базами, які в цьому випадку стають вимірювальними, та забезпечують принцип єдності баз, на спеціальну оправку поз. 5. В свою чергу оправка запресована у підшипник поз. 4 який змонтовано у жорсткій опорі поз. 2. Кріплення деталі здійснюється за допомогою швидкоз'ємної шайби поз. 10 що піджимається руками до відповідного торцю деталі гайкою-ручкою поз. 11.

Після встановлення деталі у контрольний пристрій, встановлюємо щуп індикатора поз. 9 на вимірювальну поверхню, за допомогою гайки-ручки поз.11 повертаємо деталь на один - два оберти та визначаємо за відхиленням стрілки індикатора показник радіального биття контрольованої поверхні.

Конструкція вимірювального пристрою дозволяє досить швидко встановлювати деталь у пристрій, закріплювати її та здійснювати контрольний замір, що забезпечує можливість використання його в умовах середньо-серійного виробництва з планом випуску стакану підшипника 5000 шт./рік.

2.3 Розрахунок на міцність деталі стакан підшипника

Для визначення найбільш вразливих з точки зору міцності деталі стакан підшипника елементів та поверхонь виконаємо відповідний розрахунок.

Розрахунок напружено-деформованого стану стакану підшипника виконуємо у програмі NX.

Тривимірна модель показана на Рисунку 2.6.

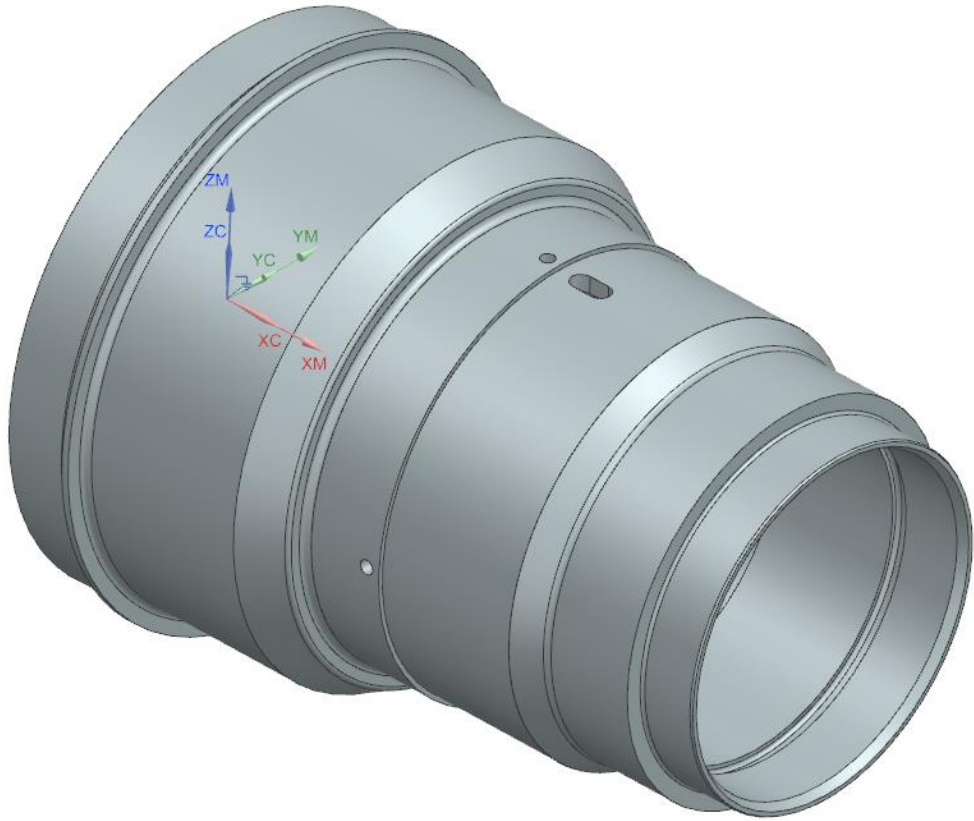


Рисунок 2.6 – Тривимірна модель Стакану підшипника

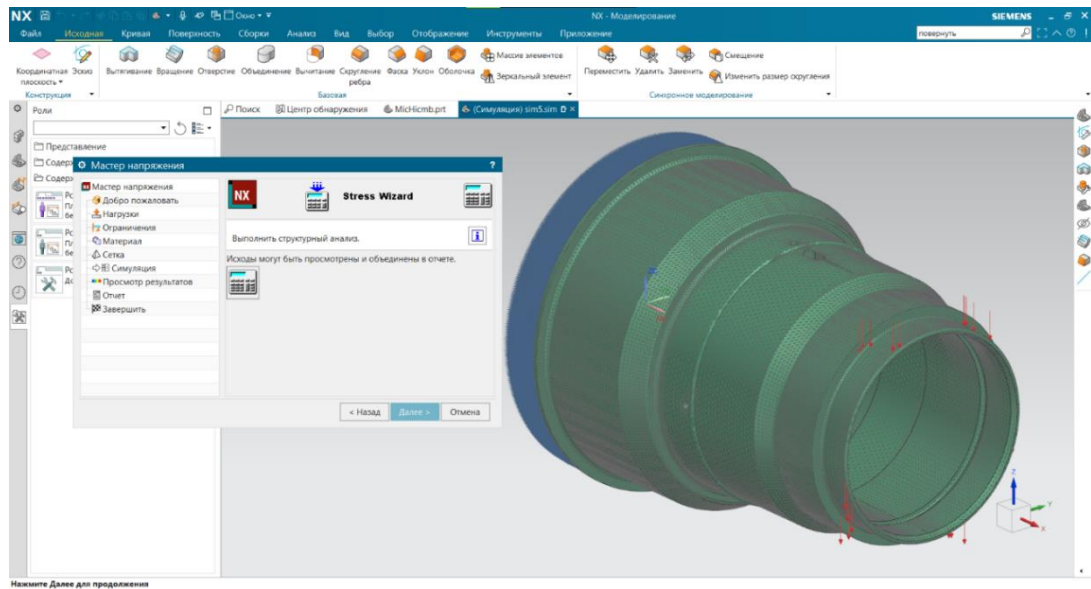


Рисунок 2.7 – Сітка (твердотільна) кінцевих елементів, стакану підшипника

Далі виконуємо прикладення обмежень, що унеможливають переміщення деталі у окремих напрямках. Результати розрахунку наведені на Рисунок 2.8.

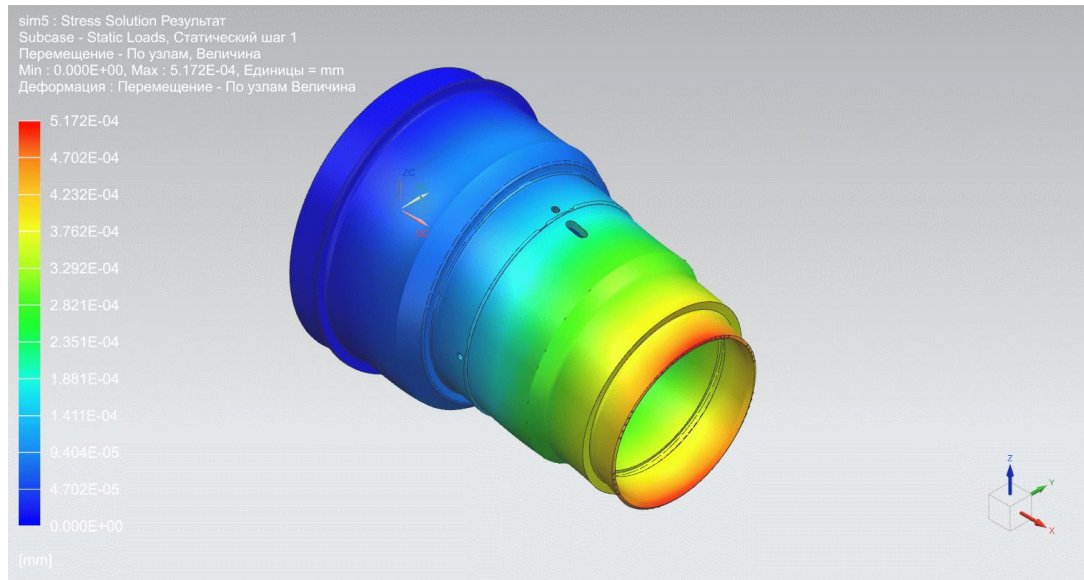


Рисунок 2.8 – Результат розрахунку напружено деформованого стану стакану підшипника

За результатами розрахунку встановлено, що найбільш небезпечним перерізом буде тонкостінна шийка стакану $\varnothing 97,5$ мм з товщиною стінки 3.35 мм. Для забезпечення відповідної працездатності та ресурсу стакану підшипника необхідно виключити перевантаження деталі, зокрема робочих поверхонь, що мають мінімальні товщини. За необхідності експлуатації деталі при навантаженнях вищих за розрахункові, необхідно вжити заходи щодо зміцнення відповідних поверхонь стакану підшипника.

3 РОЗРОБКА ПЛАНУВАННЯ ДІЛЬНИЦІ

3.1 Визначення кількості обладнання на дільниці та коефіцієнту завантаження

Кількість верстатів для кожної операції розраховуємо за формулою (3.1):

$$Cp_i = \frac{t_{штi}}{\tau}, \quad (3.1)$$

де $t_{штi}$ – штучний час виконання і-тої операції, хв;

τ – такт виготовлення деталей, хв.

$$Cp_{010} = \frac{4,696}{92,82} = 0,051 \text{ шт}$$

$$Cp_{015} = \frac{6,689}{92,82} = 0,072 \text{ шт}$$

$$Cp_{020} = \frac{2,604}{92,82} = 0,028 \text{ шт}$$

$$Cp_{025} = \frac{2,605}{92,82} = 0,028 \text{ шт}$$

$$Cp_{030} = \frac{0,458}{92,82} = 0,005 \text{ шт}$$

$$Cp_{035} = \frac{0,659}{92,82} = 0,007 \text{ шт}$$

$$Cp_{050} = \frac{1,663}{92,82} = 0,018 \text{ шт}$$

$$Cp_{055} = \frac{2,309}{92,82} = 0,025 \text{ шт}$$

Отримані значення скругляються до ближчого більшого цілого числа

$$Cn_{010} = 1; Cn_{015} = 1; Cn_{020} = 1; Cn_{025} = 1; Cn_{030} = 1; Cn_{035} = 1;$$

$$Cn_{050} = 1; Cn_{055} = 1$$

Коефіцієнт завантаження верстатів на заданій операції розраховуємо за формулою (3.2):

$$K_{3i} = \frac{cp_i}{cn_i}, \quad (3.2)$$

$$K_{3010} = \frac{0,051}{1} = 0,051$$

$$K_{3015} = \frac{0,072}{1} = 0,072$$

$$K_{3020} = \frac{0,028}{1} = 0,028$$

$$K_{3025} = \frac{0,028}{1} = 0,028$$

$$K_{3030} = \frac{0,005}{1} = 0,005$$

$$K_{3035} = \frac{0,007}{1} = 0,007$$

$$K_{3050} = \frac{0,018}{1} = 0,018$$

$$K_{3055} = \frac{0,025}{1} = 0,025$$

Середній коефіцієнт завантаження верстатів розраховуємо за формулою (3.3):

$$K_{з\text{cp}} = \frac{\sum c_p}{\sum c_n}, \quad (3.3)$$

$$K_{з\text{cp}} = \frac{0,234}{8} = 0,029$$

4 ОЦІНКА ОЧІКУВАНОЇ ЕКОНОМІЧНОЇ ЕФЕКТИВНОСТІ РОЗРОБКИ

Собівартість використання нового пристосування розраховується за формулою (4.1):

$$C_a = Z_a \cdot \left(1 + \frac{H}{100}\right) + \frac{S_a}{\Pi} \cdot \left(\frac{1}{A} + \frac{q}{100}\right), \quad (4.1)$$

де Z_a – заробітна плата робітника за одну деталь для нового пристосування, грн;

H – цехові накладні витрат у % до заробітної плати, H = від 200% до 300% [10, с. 29];

S_a – витрати на виготовлення нового пристосування, рахується за формулою, грн;

Π – річна програма випуску деталей, шт.;

A – строк амортизації пристосування в роках, $A = 3$ [10, с. 28];

q – витрати, пов'язані з експлуатацією пристосувань у % від їх вартості, [10, с. 29].

Заробітна плата робітника за одну деталь для нового пристосування розраховуємо за формулою (4.2):

$$Z = t_{\text{шт}} \cdot Z_{\text{хв}}, \quad (4.2)$$

де $t_{\text{шт}}$ – штучно-калькуляційний час, хв;

$Z_{\text{хв}}$ – хвилинна ставка робітника, грн [10, табл. А.1, с. 32].

$$Z = 0,659 \cdot 0,96 = 0,64 \text{ грн}$$

Витрати на виготовлення нового пристосування, розраховуємо за формулою (4.3):

$$S = C_{\Pi} \cdot N, \quad (4.3)$$

де C_{Π} – затрати на одну деталь пристосування, грн [10, с. 28];

N – кількість деталей в пристосуванні, шт.

$$S = 30 \cdot 11 = 330 \text{ грн}$$

Витрати, пов'язані з експлуатацією нового пристосування розраховуємо за формулою (4.4):

$$q = S \cdot 20\%, \quad (4.4)$$

$$q = 330 \cdot 20\% = 66$$

$$C_a = 0,64 \cdot \left(1 + \frac{250}{100}\right) + \frac{330}{5000} \cdot \left(\frac{1}{3} + \frac{66}{100}\right) = 2,31 \text{ грн}$$

Собівартість використання старого пристосування розраховується за формулою (4.5):

$$C_B = Z_B \cdot \left(1 + \frac{H}{100}\right) + \frac{S_B}{\Pi} \cdot \left(\frac{1}{A} + \frac{q}{100}\right), \quad (4.5)$$

де Z_B – заробітна плата робітника за одну деталь для старого пристосування, грн.

S_B – витрати на виготовлення старого пристосування, грн.

Заробітна плата робітника за одну деталь для старого пристосування розраховуємо за формулою (4.2):

$$Z = 0,659 \cdot 1,28 = 0,85 \text{ грн}$$

Витрати на виготовлення старого пристосування, розраховуємо за формулою (4.3):

$$S = 15 \cdot 4 = 60 \text{ грн}$$

Витрати, пов'язані з експлуатацією нового пристосування розраховуємо за формулою (4.4):

$$q = 60 \cdot 20\% = 12$$

$$C_B = 0,85 \cdot \left(1 + \frac{250}{100}\right) + \frac{60}{5000} \cdot \left(\frac{1}{1} + \frac{12}{100}\right) = 2,98 \text{ грн}$$

Для визначення більш вигідного пристосування, скористуємося формулою (4.6):

$$P_K = \frac{(S_a - S_B) \cdot \left(\frac{1}{A} + \frac{q}{100}\right)}{(3_B - 3_a) \cdot \left(1 + \frac{H}{100}\right)}, \quad (4.6)$$

$$P_K = \frac{(330 - 60) \cdot \left(\frac{1}{3} + \frac{66}{100}\right)}{(0,85 - 0,64) \cdot \left(1 + \frac{250}{100}\right)} = 365 \text{ шт}$$

Отриманий результат розрахунку при якому $P = 5000 > P_K = 365$ довів, що при виробництві стакану підшипника з плановим випуском деталей 5000 штук, більш вигідно застосовувати нове пристосування з пневмоприводом.

5 ОХОРОНА ПРАЦІ

5.1 Організаційні заходи в системі охорони праці

Статистка виробничого травматизму в Україні свідчить про те що наша країна входить до трійки світових лідерів за смертністю працівників на виробництві та має значну кількість травмованих під час виконання службових обов'язків. Цей «антирейтинг лідерства» країни вимагає від державних органів контролю в сфері охорони праці, підприємств – роботодавців і самих працівників постійної роботи направленої на розробку, впровадження та дотримання заходів безпеки під час функціонування виробничих процесів.

Першим кроком на шляху підвищення ефективності охорони праці на підприємствах є аналіз виробничого травматизму з визначенням кількості травмованих, причин з яких відбулося травмування працівників та можливих заходів що слід впровадити для уникнення нещасних випадків на виробництві. З урахуванням останніх науково-технічних досягнень та розробок науково-дослідницьких інститутів з охорони праці, служби охорони праці на підприємствах і в організаціях розробляють заходи по попередженню травмування працівників та їх професійних захворювань [18].

З організаційної точки зору, в залежності від розмірів підприємств і організацій, роботодавець для забезпечення постійного контролю за станом охорони праці створює систему управління охороною праці, яка здійснює професійний відбір персоналу, навчання працівників безпечним методам та прийомам праці, технічну підготовку виробництва з урахуванням вимог охорони праці, розробляє нормативно правові акти підприємства з охорони праці такі як інструкції, положення, та ін., забезпечує санітарно-гігієнічні умови праці і наявність спец. одягу та засобів індивідуального та колективного захисту. Також згідно вимог діючих нормативних актів з охорони праці, передбачено попереднє навчання працівників безпечним

методам і прийомам праці та періодична перевірка цих знань 1 раз на півроку або 1 раз в квартал, при роботі працівників в умовах підвищеної небезпеки після проведення відповідних повторних інструктажів. Для уникнення травмування працівників, через відсутність знань щодо безпечної експлуатації нового обладнання чи викликаних змінами технологічного проводиться позаплановий інструктаж, при ліквідації аварій та стихійних лих, здійснюється цільовий інструктаж, про заноситься відповідний запис наряд-допуск [17].

Для попередження травматизму на дільниці що проектується передбачаємо впровадження трьохступеневої системи контролю стану охорони праці, розробляємо інструкції з охорони праці по професіям та видам виконуваних робіт, облаштовуємо кутки охорони праці, спеціальні кабінети та ділянки для проведення навчання та популяризації безпечних умов праці, передбачаємо щомісячне сповіщення персоналу про стан виробничого травматизму з аналізом причин виникнення та заходів щодо попередження у майбутньому аналогічних випадків.

Персоналу дільниці проводимо відповідні інструктажі та навчання по спеціально розробленим інструкціям і програмам. До цих видів інструктажів можна віднести:

а) вступний інструктаж - проводиться у спеціальному кабінеті охорони праці з групою працівників при прийомі на роботу [17];

б) первинний інструктаж – проводиться після вступного інструктажу безпосередньо на котельні, згідно затвердженої програми (від двох до п`ятнадцяти змін) при цьому для закріплення знань проводиться стажування;

в) повторний інструктаж - проводиться один раз у квартал для працівників, що виконують роботи підвищеної небезпеки та один раз на півріччя для інших працівників [17];

г) позаплановий інструктаж – проводиться при введенні в дію нових нормативних актів з охорони праці, зміні технологічного процесу чи обладнання, порушенні працівником правил охорони праці, на вимогу інспектора держпраці, та при перериві у роботі більше тридцяти та шістдесяти

діб для працівників, що виконують роботи підвищеної небезпеки та без підвищеної небезпеки відповідно;

д) цільовий інструктаж - проводиться при виконанні разових робіт, проведенні робіт по наряду - допуску, ліквідації аварій та екскурсій [12].

Всі види інструктажів фіксуємо у журналах інструктажів, при цьому працівники дільниці, що пройшли відповідний інструктаж, розписуються за його проходження, а відповідальна особа розписується за перевірку знань, журнали зберігаються у відповідальних осіб.

На робочих місцях працівників дільниці обробки стакану підшипника зберігаються інструкції з охорони праці та технологічні, що забезпечує можливість оперативного отримання інформації під час виконання своїх виробничих обов'язків.

Усі інструкції затверджені керівником, переглянуті у встановлені терміни та відповідають вимогам нормативних документів з охорони праці [12].

5.2 Технічні заходи в системі охорони праці

Крім розглянутих організаційних заходів, значну роль в зменшенні випадків виробничого травматизму відіграють технічні заходи.

До технічних заходів підвищення рівня безпеки праці на виробництві можна віднести розробку та застосування безпечного обладнання, механізацію та автоматизацію технологічного процесу, з мінімальним втручанням працівників в процес виготовлення деталей, використання запобіжних засобів та систем автоматичного блокування, впровадження систем автоматичного регулювання, контролю і управління технологічними процесами, застосування принципово нових безпечних для працівників і навколишнього середовища технологічних процесів.

Реалізація планів комплексного впровадження всіх зазначених вище заходів з підвищення рівня охорони праці, забезпечує можливість знизити ризик виникнення аварій, випадків травмування робітників під час обробки деталей.

Заполюкою безпеки технологічного обладнання є правильний вибір його конструктивних схем та принципів дії, матеріалів та технологічного процесу, забезпечення ергономічних вимог, дотримання вимог національних стандартів.

Технічний регламент безпеки передбачає, що технологічне обладнання не повинно відповідати критеріям безпеки під час встановлення, налагодження, експлуатації та обслуговування. Крім того протягом усього терміну експлуатації технологічне обладнання повинно виключати можливі небезпеки через дію механічних коливань, високих та низьких тисків і температур, вологи чи сонячної радіації [18].

Основними методами захисту працівників від небезпечних виробничих факторів є своєчасне їх інформування про залишкові ризики які неможливо усунути та застосування всіх необхідних захисних заходів для запобігання виникненню ризиків. Забезпечення безпеки працівників здійснюється за рахунок спеціальних пристосувань які поділяють на відповідні групи такі як запобіжні, блокуючі, захисні та сигнальні засоби, системи дистанційного керування. Такі засоби захисту повинні відповідати наступним вимогам надійність, міцність та зручність обслуговування під час виробництва, максимальне зниження небезпеки в робочій зоні, врахування конструкції обладнання, інструменту, матеріалу [17].

Для забезпечення зниження ризиків травмування робітників під час виконання виробничих завдань, небезпечні зони на всіх верстатах, машинах, механізмах мають бути обладнані спеціальними захисними огороженнями, що запобігають появі наступних небезпечних факторів таких як вплив на працівника відходів металу в процесі його обробки, дія на працівника рухомих частин обладнання, дія електричного струму, нерівність полу, і т.д.

Виконаємо на ділянці виготовлення стакану підшипника, із суцільного листового металу відповідні огорожі, встановимо щити, екрани, металеві решітки. Для забезпечення безпеки при експлуатації обладнання всі екрани, огороження та інші захисні пристрої встановлюємо на відстані не менше ніж 50 мм від рухомих деталей та частин обладнання ділянки [13].

При цьому конструкції захисних огорожень розробляємо таким чином щоб вони задовольняли наступним виробничим вимогам:

- а) відсутність негативно впливу на продуктивність праці чи якості;
- б) не ускладнювали спостереження за роботою механізмів;
- в) мали забезпечувати повну надійність захисту працюючих від дії небезпечних факторів;
- г) не підвищували рівень шуму і вібрацій;
- д) були простими у виготовленні, монтажі та технічній експлуатації;
- е) не мати гострих виступів, болтів, гайок та відповідати вимогам технічної естетики.

Враховуючи, що заготовки використані для виробництва стакану підшипника виробляються на іншій ділянці, для запобігання підвищеного рівня виробничого шуму і вібрації та мають значну вагу, що потенційно створює загрозу травмування працівників під час транспортування заготовок, прийнято рішення про застосування спеціальної тари та відповідних спеціалізованих транспортних засобів і організації місць їх складування. Додатково запровадимо елементи конструкцій виробничого обладнання, заготовок та інструменту що виключають наявність гострих кутів, країв і шорстких поверхонь [13].

Для видалення стружки з ділянки також використовуємо спеціалізовану тару, металеві гачки з екранами та відповідний спеціальний одяг і засоби захисту робітників.

Згідно затверджених стандартів нанесення кольорових маркувань, огороження позначаються методом фарбування у жовтий колір. Передбачається що на зовнішній частині огороження наноситься фарбою або

прикріплюємо відповідний попереджувальний знак . Також є нагальна потреба в обладнанні огорожень особливо небезпечних робочих органів електричними або механічними блокувальними пристроями, для забезпечення миттєвої зупинки обладнання у разі знімання або відкривання захисного огороження. Такі заходи дозволяють уникнути механічних травм і виключають можливість проникнення людини в небезпечну зону обладнання під час його роботи. Блокувальні системи бувають механічні, електромеханічні та фотоелектричні. В механічних системах блокування передбачається, що для зняття запобіжника, необхідно остаточно зупинити привод верстата, що дасть змогу зняти відповідний запобіжник [18].

Для запобігання ураження працівників металообробної ділянки електричним струмом заплановані наступні нижченаведені технічні та організаційні заходи [13]:

а) Комплексна ізоляція струмопровідних частин обладнання та комунікацій, яка забезпечується нанесенням діелектричних матеріалів. Монтаж заземлюючих пристроїв. Періодична перевірка опору ізолюючих матеріалів та розтікання струму у заземлюючих пристроях.

б) Розташування неізольованих струмопровідних частин обладнання та комунікацій за захисними огорожами чи на недосяжній висоті.

в) Використання пасивних засобів захисту таких як попереджувальна сигналізація, що забезпечує своєчасне інформування про існуючі небезпеки. За видами розрізняють світову та звукову сигналізації.[13].

Застосування сигнальних кольорів, сигналізації, відповідних знаків та плакатів попереджають працівників про ймовірні небезпеки безпеки. Затверджені державні нормативи з охорони праці передбачають наявність декількох попереджувальних кольорів для нанесення на частини устаткування та комунікацій. Так фарбування елементів устаткування у червоний колір позначає безпосередню небезпеку та заборону. Використання жовтої фарби попереджає про наявну імовірну небезпеку. Так у жовтий колір фарбують попереджувальні знаки небезпеки, конструктивні елементи будівель таких як

вантажні платформи, люки, низькі балки, малопомітні сходи та ін., відкриті рухомі частини обладнання, границі огорожувальних конструкцій, що не цілком закривають рухомі частини. Чередування смуг жовтого і чорного кольорів застосовується для позначення зменшених габаритів чи закінчень конструкцій таких як низькі балки, колони, виступи, звуження проходів, проїздів, та ін. Фарбування у синій колір зазначає відповідну вказівку чи інформацію. Синій колір застосовується у зобов'язувальних і вказівних знаках безпеки, позначення спеціальних символів у місцях приєднання заземлювачів, встановлення домкратів тощо. Зелений колір використовується як сигнал, що сигналізують про нормальну роботу машини. Також зеленим кольором позначаються евакуаційні виходи. Крім кольорової сигналізації, в промисловості передбачено відомості про виникнення небезпеки передавати за допомогою відповідних пристроїв світлової та звукової сигналізації [11].

Для правильного розташування обладнання на ділянці виготовлення стакану підшипника та забезпечення безпеки працівників під час виконання службових обов'язків, розглянемо нормовані відстані між технологічним обладнанням для планування безпосередньо робочого місця яке для безпеки праці повинно передбачати місця для збереження тари з заготовками та готовою продукцією, стелажі для зберігання технічної документації та інструменту, а також місця для відходів виробництва. У приміщеннях де відбувається механічна обробка металів, нормативи відстаней між верстатами за фронтом залежно від їхніх розмірів знаходяться в межах від 0,7 до 1,8 м; між тильними боками верстатів від 0,7 до 1,3 м відповідно; при розміщенні верстатів одного за одним – від 1,3 до 1,8 м; при розміщенні фронтом: один працюючий обслуговує один верстат від 2,0 до 2,8 м; один працюючий обслуговує два верстати від 1,3 до 1,5 м; відстань між стіною або колоною будівлі і тильним або бічним боком верстата - від 0,7 до 1,0 м; між стіною або колоною і фронтом верстата від 1,3 до 1,8 м. При плануванні робочого місця, також, враховуємо зручність розташування потрібних для роботи пристроїв, а

також зони досяжності рук працівників, що дає можливість підвищити продуктивність. [13].

5.3 Освітлення дільниці. Основні вимоги.

Ще одним важливим фактором при проектуванні дільниці механічної обробки стакану підшипника є правильний вибір освітлення. Правильний вибір природного та штучного освітлення напряму впливає як на безпеку працівників та і на їх якість роботи.

Штучне освітлення за виробничим призначенням поділяється на робоче, чергове, аварійне і евакуаційне [17].

Робоче освітлення забезпечує безпосереднє освітлення робочої зони де встановлено обладнання та виконуються технологічні процеси.

Чергове освітлення забезпечує часткове освітлення дільниці виготовлення стакану підшипника у неробочий час, з використанням частини світильників [17].

Аварійне освітлення використовується у період припинення електропостачання та зникнення робочого освітлення. Як правило аварійне освітлення забезпечується від незалежного джерела живлення.

Особливістю аварійного освітлення є те що воно повинно автоматично включатися при відсутності робочого освітлення та забезпечувати наявність світла біля систем керування обладнанням.

Евакуаційне освітлення використовується під час евакуації людей з приміщення у період виникнення небезпеки [17].

Освітлення дільниці що проектується, для створення сприятливих умов зорової роботи повинно задовільняти таким вимогам як рівень освітленості робочих поверхонь повинен відповідати регламентуючим нормативам для даного виду робіт, забезпечення рівномірності і часової стабільності рівня

освітленості у приміщенні, відсутні різких контрастів між освітленістю робочої поверхні та навколишнім простором, відсутністю на робочій поверхні тіні, у полі зору предмета повинен бути відсутній сліпучий блиск, штучне світло, що використовується на дільниці, за своїм спектральним складом повинно наближатися до природного [17].

На дільниці виготовлення стакану підшипника передбачаємо встановити світлодіодні світильники необхідної потужності з можливістю секційного включення для підвищення рівня енергоефективності.

5.4 Заходи з протипожежної безпеки

При експлуатації дільниць механічної обробки деталей необхідно приділяти увагу до забезпечення пожежної безпеки та усунення умов виникнення пожежі і мінімізації її наслідків. Виробничі об'єкти певних категорій повинні мати системи протипожежної безпеки, спрямовані на запобігання пожежі, дії її на працівників і обладнання

За наявністю та кількістю пожежонебезпечних речовин приміщення класифікуються за категоріями пожежної небезпеки. Категорія приміщення – це класифікаційна характеристика пожежної небезпеки об'єкта, визначена на підставі розрахунків кількості і переліку пожежонебезпечних речовин що перебувають у ньому.

Основним видом боротьби з пожежами при їх виникненні є пожежогасіння. В основу процесу пожежогасіння покладено принцип примусового припинення процесу горіння. В умовах виробничої дільниці механічної обробки деталей відпрацьовуємо декілька засобів припинення горіння які наведені нижче:

а) Засіб охолодження джерела пожежі, що ґрунтується на принципі який підтверджує що горіння речовини може відбуватися тільки тоді, коли температура її верхнього шару вища за температуру його запалювання [17].

б) Засіб ізоляції ґрунтується на припиненні надходження кисню повітря в зону горіння [17].

г) Засіб механічного зриву полум'я сильним струменем води, порошку чи газу.

Первинні засоби пожежогасіння дільниці виготовлення стакану підшипника представлені вогнегасниками, так як вони дозволяють швидко ліквідувати пожежу у початковій її стадії. На дільниці, що проектується, використовуємо вуглекислотні вогнегасники ємністю три, п'ять та сорок літрів. Також приміщення дільниці облаштовуємо необхідною кількістю пожежних кранів, безпосередньо біля будівлі дільниці ззовні розташовуємо пожежні гідранти.

Додатково для запобігання пожежам, на дільниці змонтуємо протипожежну сигналізацію, що сповіщає у випадках задимлення чи зростання температури у приміщеннях.

Із складу працівників дільниці створимо добровільну пожежну дружину, до складу якої включимо працівників що пройшли додаткові навчання та тренування з питань забезпечення пожежної безпеки.

Під час проведення інструктажів, працівники дільниці повинні вивчати інструкції з пожежної безпеки як по підприємству в цілому так і об'єктову інструкцію по дільниці обробки стакану підшипника.

Підсумовуючи слід зазначити що для повноцінного вирішення питань безпеки на дільниці виготовлення стакану підшипника, необхідно впровадження цілісної системи яка передбачає наявність у працівників відповідних знань з охорони праці та безумовне їх дотримання в процесі виробництва, забезпечення необхідними засобами індивідуального та колективного захистів, спецодягом та дотримання вимог виробничої санітарії.

ВИСНОВОК

При виконанні дипломної роботи з розробки технологічного процесу виготовлення стакану підшипника в умовах середньо-серійного виробництва, з річною програмою виготовлення деталей яка складає 5000 шт., використано сучасний технологічний підхід, що базується на принципах забезпечення виготовлення деталей відповідної якості при оптимальних показниках собівартості.

Для досягнення відповідного рівня технологічної розробки, на кожному її етапі передбачено впровадження найбільш обґрунтованих та ефективних технічних рішень. Так в процесі розгляду виду та способу отримання заготовки було розглянуто два варіанти її виготовлення методом обробки матеріалу тиском, за результатами розрахунків та відповідних обґрунтувань було обрано гарячу штамповку в закритих штампах на ГKM. Вибір заготовки з високим коефіцієнтом використання металу та невеликими припусками обумовив можливість запровадження прогресивного маршруту її обробки з використанням верстатів обладнаних системами ЧПК. Це дозволило по перше знизити витрати на придбання сталі, а по друге скоротити кількість операцій механічної обробки стакану підшипника та знизити кваліфікацію робітників задіяних в роботі на металообробних верстатах, що в комплексі забезпечує зниження витрат на виробництво.

Розроблені карта заготовки, маршрутна карта, операційні карти та карти ескізів. Розраховані режими різання та проведено нормування технологічних операцій. Для скорочення допоміжного часу на базування та закріплення деталі для механічної обробки, запроваджено робоче пристосування з пневматичним приводом, яке обрано за результатами техніко-економічного обґрунтування. За допомогою комп'ютерних програм розроблена керуюча програма для фрезерної операції на верстаті з ЧПК та виконано розрахунок

деталі на міцність. Розглянуті питання забезпечення вимог охорони праці при функціонуванні дільниці з виготовлення стакану підшипника.

ПЕРЕЛІК ДЖЕРЕЛ ПОСИЛАНЬ

1. Методичні вказівки до виконання практичних робіт з дисципліни «Теоретичні основи технології виготовлення деталей та складання машин», для студентів спеціальності 131 «Прикладна механіка», освітньої програми «Технології машинобудування» галузі знань «Механічна інженерія» всіх форм навчання/ Укл.: Гончар Н.В., Тумарченко Л.О. – Запоріжжя: НУ «Запорізька політехніка», 2021. – 61 с.

2. Справочник технолога-машиностроителя. В 2-х т. С74 Т. 2/Под ред. А. Г. Косиловой и Р. К. Мещерякова. – 4-е изд., перераб. и доп. – М.: Машиностроение, 1986. 496 с., ил.

3. Горбацевич А.Ф., Шкред В.А. Курсовое проектирование по технологии машиностроения: Учебное пособие для вузов.

4. Справочник нормировщика-машиностроителя. Том 2 – Техническое нормирование станочных работ, Под редакцией Е. И. Стружестраха.

5. Методичні вказівки до дипломного проектування з технології авіадвигунобудування і машинобудування для студентів спеціальностей «Технологія машинобудування» (8.090202) та «Двигуни та енергетичні установки літальних апаратів» (7.100102) усіх форм навчання. / Склали: Яценко В.К., Ципак В.І., Коренєвський Е.Я., Хорошков В.Д., Кононов В.В., Смирнов О.С., Санхо О.Г., Зінкевич К.В., Гончар Н.В., Рубель О.В., Пухальська Г.В., Олексієнко О.В., Каліуш В.І., Савчук Н.О.– Запоріжжя, ЗДТУ, 2000. 245 с.

6. Станочные приспособления В.А. Богуслаев, В.А, Леховицер, А.С. Смирнов.

7. https://stud.com.ua/97111/tehnika/pohibki_ustanovki_zagotovki

8. Додатки до методичних вказівок для виконання практичних занять з дисциплін «Технологічні основи машинобудування», «Технологія машинобудування», «Теоретичні основи технології виготовлення деталей та

складання машин» для студентів спеціальності 131 «Прикладна механіка» освітньої програми «Технології машинобудування» та спеціальності 133 «Галузеве машинобудування» освітніх програм «Металорізальні верстати та системи» і «Колісні та гусеничні транспортні засоби» галузі знань «Механічна інженерія» всіх форм навчання // Укл.: В.І. Ципак (перевидання 3-є). Під ред. Гончар Н.В. – Запоріжжя: НУ «Запорізька політехніка», 2019 – 61 с.

9. Методичні вказівки до виконання практичних робіт з дисципліни «Технологічна оснастка» для студентів зі спеціальностей: 131 «Прикладна механіка» освітня програма «Технології машинобудування» 133 «Галузеве машинобудування» освітня програма «Металорізальні верстати та системи» усіх форм навчання / укл.: Е.В. Вишнепольський, О.Б. Козлова – Запоріжжя: НУЗП, 2020. – 70 с.

10. Методичні рекомендації для дипломного проектування “Оцінка економічної ефективності технічних рішень” для студентів зі спеціальності 131 «Прикладна механіка» освітньої програми «Технології машинобудування» усіх форм навчання / Укл. Г.В. Пухальська - Запоріжжя: НУ«Запорізька політехніка», 2023 - 43 с.

11. Ткачук, К.Н Охорона праці та промислова безпека: Посібник / К.Н. Ткачук, В.В. Зацарний, Р.В. Сабарно, та ін.; за редакцією К.Н. Ткач 18 Жидецький, В.Ц. Основи охорони праці. Підручник / В.Ц. Жидецький. -Львів: УАД, 2006. - 336с.

12. НПАОП 0.00-4.12-05 «Типове положення про порядок проведення навчання і перевірки знань з питань охорони праці». Наказ Держнаглядохоронпраці від 26.01.2005 №15

13. ДНАОП 1.1.10-1.07-01 „Правила експлуатації електрозахисних засобів”– Харків: ФОРТ, 2001. – 117с.

14. Методичні вказівки до виконання дипломного проекту бакалавра для студентів денної і заочної форми навчання спеціальності 131 «Прикладна механіка» освітньої програми «Технології машинобудування» галузі знань

«Механічна інженерія» / Укл. Гончар Н.В., Дядя С.І., Козлова О.Б. – Запоріжжя: НУ «Запорізька політехніка», 2021 – 33 с.

15. Методичні вказівки з оформлення технологічної документації в курсових проектах та магістерських роботах для студентів спеціальності 131 "Прикладна механіка" усіх форм навчання / Укл.:В.О. Логомінов. – Запоріжжя: ЗНТУ, 2017. – 70 с.

16. Тексти (конспект) лекцій з дисципліни «Теоретичні основи технології виробництва деталей та складання машин» для студентів спеціальності 131 «Прикладна механіка» освітньої програми «Технології машинобудування» усіх форм навчання / Укл. Н.В. Гончар – Запоріжжя: НУ «Запорізька політехніка», 2019. – 70 с.

17. http://opcb.kpi.ua/wp-content/uploads/2014/05/%D0%9B%D0%B5%D0%BA%D1%86_OO%D0%9F_ITC.pdf

18. https://zp.edu.ua/sites/default/files/konf/opg_mf-konstrukt.pdf

Додаток А

Формат		Зона	Поз.	Обозначение	Наименование	Кол.	Примечание	
№	наим.							
<i>Документація</i>								
A2				НУЗП293224.016СК	Складальне креслення			
<i>Складальні одиниці</i>								
			1		Пневмоциліндр	1		
<i>Деталі</i>								
			2		Корпус	1		
			3		Плита	1		
			4		Кришка корпусу	1		
			5		Важіль	1		
			6		Призма	1		
			7		Упор для важіля	1		
			8		Тяга	1		
			9		Шток	1		
			10		Поршень	1		
			11		Стінка пневмоприводу	1		
			12		Упор	1		
<i>Стандартні вироби</i>								
			19		Вісь ГОСТ 9650-80			
			20		Вісь ГОСТ 9650-80			
			21		Вісь ГОСТ 9650-80			
				НУЗП293224.016				
Изм.		Лист	№ докум.	Подп.	Дата			
Разраб.		Пальчик О.С.						
Пров.		Вишнепольський Є.В.						
Н.контр.		Дядя С.І.						
Утв.		Дядя С.І.						
Пристрій для фрезерування вікна						Лист	Лист	Листов
							1	2
						НУЗП М-110сп		
Не для коммерческого использования				Копировал		Формат		A4

Рисунок А1 Аркуш 1 – Специфікація робочого пристосування

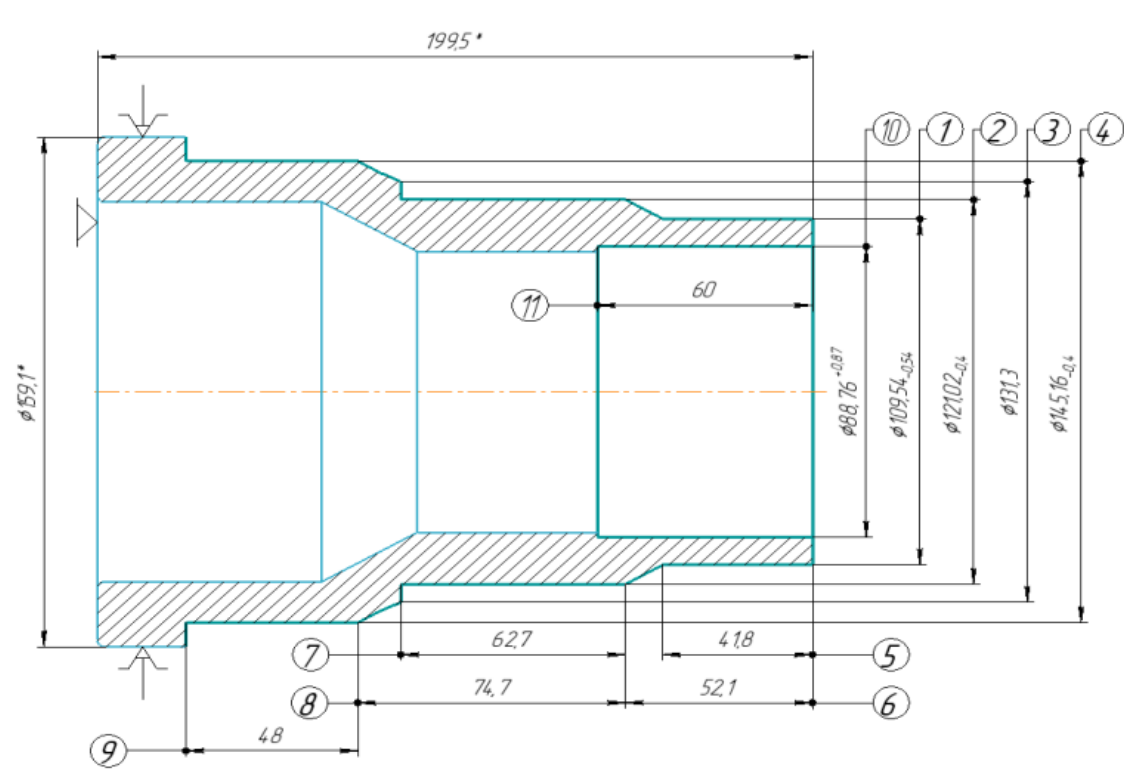
Додаток Б

				ГОСТ 3.1105-84 форма 2			
Дубл.							
Взам.							
Подл.							
				НУЗП	М-110сп		
<p>КОМПЛЕКТ ДОКУМЕНТІВ</p> <p>технологічний процес обробки деталі</p> <p>Стакан підшипнику</p>							
				Розробив:	(Пальчик О.С.)		
				Перевірив:	(Вишнепольський Є.В.)		
				Н.контр.:	(Дядя С.І.)		
ТЛ	Титульний лист						

ГОСТ 3.1118-82 Форма 2а																				
Дубл.																				
Взам.																				
Подл.																				
НУЗП0214.123016											Листів 3		Лист 2							
				НУЗП				НУЗП713452.016				М-110сп1014.1.00000								
А	Цех	Діл	РМ	Опер.	Код, найменування операції					Позначення документа										
Б	Код, найменування цистаткування				СМ	Проф.	Р	УТ	КР	КОІД	ЄП	ОП	Кшт	Тп.з.	Тшт					
А 01				035	4260 Фрезерна з ЧПК					ЮП №0004										
Б 02				381024	Фрезерний з ЧПК OPTImill F 3Pro CNC					1	19479	3	1	1	1	1	95	1	18	0,659
03																				
А 04				040	5030 Термічна					ЮП №0005										
Б 05				XXXXXX	Піч					2	19100	5	1	1	1	1	95	1	25	
06																				
А 07				045	0190 Слюсарна					ЮП №0006										
Б 08				XXXXXX	Верстак					3	18446	5	1	1	1	1	95	1	23	
09																				
А 10				050	4130 Шліфувальна					ЮП №0007										
Б 11				381311	Краглошліфувальний універсальний 3А151					2	19630	5	1	1	1	1	95	1	16	1,66
12																				
А 13				055	4130 Шліфувальна з ЧПК					ЮП №0007										
Б 14				381025	Універсальний шліфувальний з ЧПК					2	19630	5	1	1	1	1	95	1	16	2,31
15					Jones Shipman Suprema 650															
А 16				060	0190 Слюсарна					ЮП №0006										
Б 17				XXXXXX	Верстак					3	18446	5	1	1	1	1	95	1	5	
18																				
19																				
МК																				

ГОСТ 3.1118-82 Форма 2а																	
Дубл.																	
Взам.																	
Подл.																	
										НУЗПО214.123016		Листів 3	Лист 3				
					НУЗП		НУЗП713452.016				М-110сп1014.1.00000						
А	Цех	Діл	РМ	Опер.	Код найменування операції					Позначення документа							
Б	Код найменування устаткування				СМ	Проф.	Р	УТ	КР	КОІД	ЄП	ОП	Кшт	Тп.з.	Тшт		
А 01				065	0125 Мийна					ІОП №0008							
Б 02				514.230	Мийна машина ММ-3				2	14252	5	1	1	1	95	1	18
03																	
А 04				070	0210 Контрольна					ІОП №0009							
Б 05				XXXXXX	Контрольний стіл				3	13063	5	1	1	1	95	1	5
06																	
07																	
08																	
09																	
10																	
11																	
12																	
13																	
14																	
15																	
16																	
17																	
18																	
19																	
МК																	

ГОСТ 3.1105-84 , форма 7												
Дубл.												
Взам.												
Подл.												
ІОТ №05					НУЗП02141.23016			1	1			
Розроб.	Пальчик О.С.			НУЗП	НУЗП713452.016			М-110сп20141.00010				
Перевірів	Вишнепольський			Стакан підшипнику					Цех	Уч.	РМ	010
Н.контр.	Дядя С.І.											

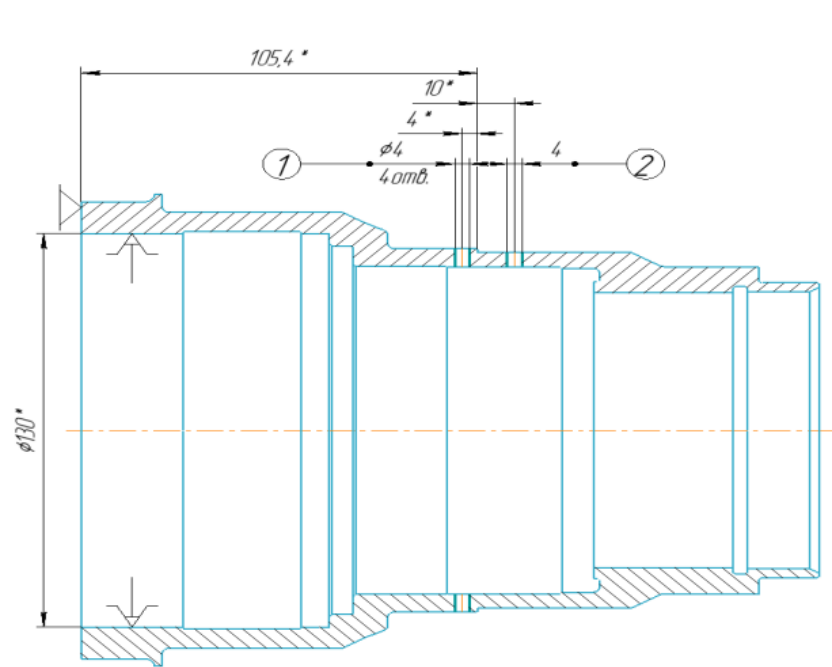


1.* Розміри для довідок

ГОСТ 3.1404-86 форма 3										
Дубл.										
Взам.										
Підл.										
							НУЗП02141.23016	2	1	
Розроб.	Пальчик О.С.			НУЗП	НУЗП713452.016			М-110сп60141.00010		
Перевір.	Вишнепольський									
Н.контр.	Дядя С.І.			Стакан підшипнику				Цех	Уч.	РМ
									010	
Найменування операції		Матеріал		Твердість	ОВ	МД	Профіль та розміри		МЗ	КОВД
4111 Токарна з ЧПК		Сталь 15Х16К5Р2МВФАБ-Ш		294...363HRC	1	4,43	202,6×159,1		11,94	1
Обладнання, пристрій з ЧПК		Позначення програми		То	Тв	Тпз.	Тшт.	ЗОР		
381021 Токарний з ЧПК моделі ГА3300				3,63	0,79	16	4,69	3-5% УКРИНОЛ-1		
P		ПН	D или B	L	t	l	S	n	V	
001	1. Встановити, закріпити, зняти і відкласти									
T02	ПР: Патрон 7100-0005 ГОСТ 2675-80									
03										
004	2. Обробити по програмі, витримуючи розміри 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11									
T05	ВІ:XXXXXX Блок інструментальний									
06	РІ: Різець 2103-0017 ВК8 ГОСТ 18879-73, РІ: Різець 2112-0061 ВК8 ГОСТ 18880-73,									
07	РІ: Різець 2140-0081 ВК8 ГОСТ 18882-73									
P08		01	98,51	19,5	1,45	3	0,19	150	47	
09		02	196,4	40	1,6	3	0,19	100	48,4	
10		03	85,96	62	1,4	3	0,5	90	57	
11										
12										
13										
OK	Операційна карта									

ГОСТ 3.1404-86 форма 2а															
Дубл.															
Взам.															
Побл.															
										НУЗП02141.23016	2				
										НУЗП713452.016	М-110сп60141.00010	010			
Р					П	И	Д	или	В	L	t	i	S	n	V
001	5. Перевірити розміри 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11 згідно норм. контролю														
002	Кабір скоба 8113-0203 8113-0207 8113-0209 8113-0212 ГОСТ 14789-73, Калібр-пробка 9136-0017 ГОСТ 14815-69														
003	Кабір скоба 8102-0031 8102-0037 8102-0238 8102-0046 8102-0035 ГОСТ 18355-73;														
004															
005	6. Покласти деталь у тару														
006	XXXXXX Візок														
007															
008															
009															
010															
011															
012															
013															
014															
015															
016															
017															
OK													Операційна карта		

ГОСТ 3.1105-84 , форма 7										
Дубл.										
Взам.										
Подл.										
ІОТ №05						НУЗП02141.23016		1	1	
Розроб.	Пальчик О.С.			НУЗП	НУЗП713452.016			М-110сп20141.00030		
Перевірів	Вишнєпольський							Цех	Уч.	РМ
Н.контр.	Дядя С.І.			Стакан підшипнику						030



1.* Розміри для довідок

KE

Карта ескізів

ГОСТ 3.1404-86 форма 3										
Дубл.										
Взам.										
Подл.										
							НУЗП02141.23016	1	1	
Разраб.	Пальчик О.С.			НУЗП	НУЗП713452.016		М-110сп60141.00030			
Перевір.	Вишнепольський									
Н.контр.	Дядя С.І.			Стакан підшипнику				Цех	Уч.	РМ
									030	
Найменування операції		Матеріал		Твердість	ОВ	МД	Профіль та розміри		МЗ	КОВД
4212 Свердлильна		Сталь 15Х16К5Р2МВФАБ-Ш		294...363HRC	1	4,43	202,6×159,1		11,94	1
Обладнання, пристрій з ЧПК		Позначення програми		То	Тв	Тпз.	Тшт.	ЗОР		
381217 Радіально-свердлильний SRB50				0,025	0,409	14	0,458	3-5% УКРИНОЛ-1		
Р		ПІ	Д или В	L	t	i	S	n	V	
001	НУЗП02141.23016									
Т02	ПР: Патрон 7100-0005 ГОСТ 2675-80									
03										
004	2. Свердлити 5 отворів, витримуючи розміри 1, 2									
Т05	ВІ:XXXXXX Ділильна головка									
06	РІ: Свердло 2300-7545 Р6М5 ГОСТ 10902-77									
Р07		01	4	6	6	1	0,06	1335	16,77	
08										
009	3. Перевірити розміри 1, 2 згідно норм контролю									
Т10	СІ: Калібр-пробка 8133-0906 ГОСТ 14810-69.									
11										
012	4. Покласти деталь у тару									
Т13	XXXXXX Візок									
OK		Операційна карта								

				ГОСТ 3.1105-84 , форма 7			
Дубл.							
Взам.							
Подл.							
ІОТ №05				НУЗП02141.23016		1	1
Розроб.	Пальчик О.С.			НУЗП	НУЗП713452.016	М-110сп20141.00035	
Перевіряє	Вишнепольський			Стакан підшипнику			Цех
Н.контр.	Дядя С.І.					уч.	РМ
							035

√ Ra 1,6

1.* Розміри для довідок

KE	Карта ескізіє	
-----------	---------------	--

ГОСТ 3.1404-86 форма 3										
Дубл.										
Взам.										
Подл.										
							НУЗП02141.23016	1	1	
Разраб.	Пальчик О.С.			НУЗП	НУЗП713452.016			М-110сп60141.00035		
Перевір.	Вишнепольський							Цех	Уч. РМ 035	
Н.контр.	Дяоя С.І.			Стакан підшипнику						
Найменування операції		Матеріал		Твердість	ОВ	МД	Профіль та розміри		МЗ	КОВД
4260 Фрезерна з ЧПК		Сталь 15Х16К5Р2МВФАБ-Ш		294...363HRC	1	4,43	159,1 × 202,6		11,94	1
Обладнання, пристрій з ЧПК		Позначення програми		То	Тв	Тпз.	Тшт.	ЗОР		
Фрезерний з ЧПК OPTImill F3 Pro CNC				0,09	0,519	18	0,659	3-5% УКРИНОЛ-1		
Р		ПИ	Д или В	L	t	i	S	n	V	
001	1. Встановити, закріпити, зняти та відкласти.									
T02	ПР: Пристрій спеціальний з пневмосистемою									
03										
004	2. Фрезерувати наскрізне вікно, витримуючи розмір 1									
T05	ВІ:XXXXXX Призма									
06	РІ: Фреза 2220-0001 ГОСТ 17025-71									
P07		01	6	6,75	4,75	1	0,1	200	3,14	
08										
009	3. Перевірити розмір 1 згідно норм. контролю									
T10	СІ: Калібр-пробка 8133-0913 ГОСТ 14810-69									
11										
012	4. Покласти деталь у тару									
T13	XXXXXX Візок									
OK	Операційна карта									