

**МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
ПОЛІСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ**

Факультет інженерії та енергетики

Кафедра механіки та інженерії агроєкосистем

Кваліфікаційна робота
на правах рукопису

ТАРАСЮК ІВАН ВАЛЕРІЙОВИЧ

УДК 621.9

КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА

**ОБҐРУНТУВАННЯ РАЦІОНАЛЬНОЇ ТЕХНОЛОГІЇ СЕРІЙНОГО
ВИРОБНИЦТВА ДЕТАЛІ «КОРПУС ОСНОВИ ПІДШИПНИКА 355»**

133 «Галузеве машинобудування»

Подається на здобуття освітнього ступеня бакалавр

Кваліфікаційна робота містить результати власних розробок. Використання ідей, результатів і текстів інших авторів мають посилання на відповідне джерело.

Тарасюк І.В.

Керівник роботи
Забродський П.М.
кандидат технічних наук, доц.

Житомир - 2024

АНОТАЦІЯ

Тарасюк Іван Валерійович. Обґрунтування раціональної технології серійного виробництва деталі «Корпус основи підшипника 355». – Кваліфікаційна робота на правах рукопису.

Кваліфікаційна робота на здобуття першого освітнього ступеня бакалавр зі спеціальності 133 «Галузеве машинобудування». – Поліський національний університет, Житомир, 2024.

В бакалаврській роботі проведено аналіз службового призначення та умов роботи деталі «Корпус основи підшипника 355» в вузлі, конструкція деталі відпрацьована на технологічність, обґрунтовано форму та спосіб виготовлення заготовки деталі. Розроблено новий технологічний процес виготовлення деталі «Корпус основи підшипника 355», вибрано технологічне обладнання, різальний, контроль-вимірювальний інструменти, пристосування. Розраховані припуски на обробку деталі, режими різання та норми часу, як аналого-розрахунковим методом так і табличним. Розроблено та оформлено комплект технологічної документації.

Розроблено та розраховано конструкцію спеціальних верстатних пристроїв.

Ключові слова: технологія, виробництво, технологічний процес, пристрій, деталь «Корпус основи підшипника 355», удосконалення, розрахунки.

ABSTRACT

Tarasiuk Ivan Valeriyovych. Substantiation of the Rational Technology for Serial Production of the "Bearing Base Housing 355" Part. - Qualification work as a manuscript.

Qualification work for obtaining the first educational level of bachelor's degree in the specialty 133 "Branch mechanical engineering". - Polissia National University, Zhytomyr, 2024.

The bachelor's thesis includes an analysis of the operational purpose and working conditions of the "Bearing Base Housing 355" part in the assembly, the design of the part is refined for technological feasibility, and the form and method of manufacturing the part blank are justified. A new technological process for manufacturing the "Bearing Base Housing 355" part has been developed, technological equipment, cutting, inspection-measuring instruments, and adaptations have been selected. Allowances for part machining, cutting modes, and time standards have been calculated both by analytical-computational and tabular methods. Technological documentation set has been developed and prepared.

The design of special machine devices has been developed and calculated.

Keywords: technology, production, technological process, device, "Bearing Base Housing 355" part, improvement, calculations.

ЗМІСТ

ВСТУП.....	3
1. ЗАГАЛЬНО-ТЕХНІЧНИЙ РОЗДІЛ.....	4
1.1. Службове призначення і класифікація корпусних деталей різних груп....	4
1.2. Забезпечення перпендикулярності поверхонь корпусних деталей першої групи.....	6
1.3 Технічний контроль корпусних деталей першої групи.....	9
2. ТЕХНОЛОГІЧНИЙ РОЗДІЛ.....	9
2.1. Призначення деталі.....	10
2.2. Конструкторсько-технологічний аналіз робочого креслення деталі.....	11
2.3. Аналіз конструкції деталі на технологічність.....	14
2.4. Вибір та обґрунтування конструкції заготовки, способу її виготовлення....	15
2.5. Розробка технологічного маршруту виготовлення деталі.....	16
2.6. Розрахунок міжопераційних та загальних припусків.....	17
2.7. Вибір металорізального обладнання, технічні характеристики.....	19
2.8. Проектування детального операційного технологічного процесу виготовлення деталі.....	21
3. КОНСТРУКТОРСЬКИЙ РОЗДІЛ.....	24
3.1. Розрахунок верстатного пристосування для свердління.....	24
3.2. Розрахунок верстатного пристосування для фрезерування, шліфування....	30
СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ.....	34
ДОДАТКИ.....	35

<i>Зм.</i>	<i>Арк.</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>				
<i>Розроб.</i>		<i>Тарасюк І.В.</i>			<i>Пояснювальна записка</i>	<i>Літ.</i>	<i>Арк.</i>	<i>Акрушів</i>
<i>Перевір.</i>		<i>Забродський П.М.</i>						
<i>Реценз.</i>						<i>ПНУ, гр. ГМ20+22ск</i>		
<i>Н. Контр.</i>								
<i>Затверд.</i>		<i>Шелудченко Б.А.</i>						

ВСТУП

Галузь науки, що займається вивченням закономірностей, що діють в процесі виготовлення машин, в необхідній кількості в поєднанні з якістю при найменшій собівартості називається, технологією машинобудування.

Мистецтво організації виробництва і забезпечення його низької собівартості полягає в умінні вибрати таку послідовність комбінацій технологічних процесів, починаючи з заготівельних цехів і кінчаючи механічною розробкою та складанням машин, при якій тривалість всього циклу виробництва і загальна вартість машин при його заданому розрахунку були б найменшими.

Точність виготовлення і пов'язана з нею надійність є в сучасному автоматизованому машинобудуванні першорядним завданням. Низька точність і необгрунтоване завищення її неприпустимі. В першому випадку машина виходить непрацездатною і ненадійною, у другому-різко ускладнюється її виробництво і, отже, завищується собівартість.

Таким чином, важливим завданням при встановленні технологічного процесу є вибір оптимального варіанту виготовлення деталей виробу, визначення необхідної точності на кожному етапі створення машини з урахуванням можливості виробництва та економіки.

Сьогодні без функціональних підшипників складно уявити сучасні механізми та агрегати. Без них не обійтись у виробництві різних запчастин і вузлів. Підшипник абсолютно незамінний в переважній більшості обертових деталей різних вузлів, частин та механізмів. Вони застосовуються як в мініатюрній техніці побутового призначення, так і в гігантських механізмах виробничих промислових комплексах.

Жодне підприємство, виробниче об'єднання, промисловий комплекс не в змозі відмовитися від використання підшипників, попри те, що вони мають обмежений термін дії. Все тому, що у підшипників на сьогоднішній день не існує реальної альтернативи.

						Арк.
						3
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

1. ЗАГАЛЬНО-ТЕХНІЧНИЙ РОЗДІЛ

1.1. Службове призначення і класифікація корпусних деталей різних груп

Корпусні деталі в складальних одиницях є базовими або несучими елементами, призначеними для монтажу на них інших деталей і складальних одиниць. Конструкція цих деталей повинна забезпечувати необхідну точність взаємного розташування встановлених на них елементів, як у статичному стані, так і при експлуатації під навантаженням. Таким чином, при конструюванні і виготовленні корпусних деталей необхідно забезпечити необхідну точність розмірів, форми і розташування поверхонь, а також міцність, жорсткість, вібростійкість, опір температурних деформацій, герметичність, технологічність і зручність монтажу конструкції.

У конструктивному відношенні корпусні деталі можна розділити п'ять основних груп (рис. 1.1) [1]:

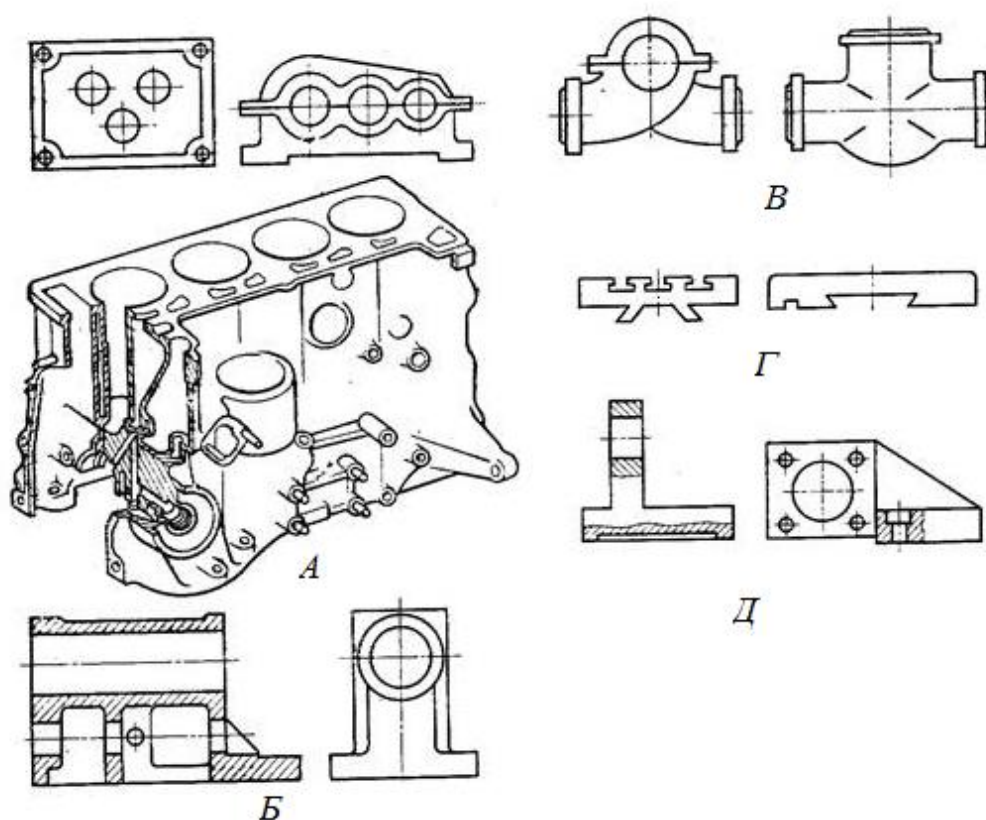


Рис.1.1. Групи корпусних деталей [1]

					Арк.
					4
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	

1. КД коробчастої форми у вигляді паралелепіпеда, габарити яких мають однаковий порядок (рис. 1.1, а). До цієї групи відносяться корпуси редукторів, корпуси коробок швидкостей і подач тощо. Основними базами таких деталей є пласкі поверхні, допоміжними – головні отвори і торці. Конструкція і розміри деталей визначаються умовами розташування в них необхідних деталей і механізмів. Вони мають стінки, ребра і перегородки, які забезпечують підвищення їх жорсткості. З цією ж метою бобишки і приливи, на яких розташовані головні отвори, мають висоту приблизно 2, 5 ... 3 товщини стінки і діаметр в межах 1,4 ... 1,6 діаметра отвору. Деталі можуть бути суцільними і роз'ємними; площа роз'єму в останньому випадку може проходити по осях головних отворів.

2. КД з гладкими внутрішніми циліндричними поверхнями, протяжність яких перевищує їх діаметральні розміри (рис. 1.1, б). До цієї групи відносяться блоки циліндрів, двигунів і компресорів, корпуси циліндрів і золотників, гільзи тощо. У відповідності до СП до внутрішніх циліндричних поверхонь висувають підвищені вимоги по точності діаметральних розмірів і точності геометричної форми. Ці поверхні звичайно працюють на зношення. Тому до них висувають високі вимоги також по шорсткості і зносостійкості.

3. КД складної просторової форми (рис. 1.1, в) – корпуси турбін, відцентрових pomp, колекторів, трійників, вентилів, кранів. Складна просторова форма і геометричні розміри таких деталей призначені для формування необхідних потоків руху газів чи рідин. До цієї групи відносяться також складні за формою деталі ходової частини машин – картери мостів, корпуси поворотних важелів тощо.

4. КД з напрямними (рис. 1.1, г) – столи, супутники, каретки, салаки, супорти, повзуни тощо. Такі деталі входять у склад несної системи більшості верстатів. У процесі роботи такі деталі здійснюють зворотно-поступові чи обертові рухи по напрямних поверхнях, забезпечуючи точне відносне переміщення оброблюваних заготовок і різальних інструментів. Основними базами є комплект певних поверхонь напрямних. Жорсткість деталей

						Арк.
						5
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

досягається внутрішніми перегородками і ребрами. Співвідношення висоти деталей до інших габаритів знаходиться у межах 0,1 ... 0,18.

5. КД типу кронштейнів, кутників, важелів, вилок, кришок (рис. 1.1, д). Ця група об'єднує найпростіші за конструкцією КД, які виконують функції додаткових опор для забезпечення необхідної точності відносного положення окремих механізмів, валів, зубчастих коліс. Основними базами у більшості випадків є пласкі поверхні чи поєднання пласкої поверхні і одного чи двох базових отворів [1-2].

1.2. Забезпечення перпендикулярності поверхонь корпусних деталей першої групи

Точність геометричних параметрів деталей характеризується не тільки точністю розмірів їх елементів, але й точністю форми і взаємного розташування поверхонь. Відхилення форми і розташування поверхонь виникають у процесі обробки деталей через неточність та деформацію верстата, деформацію оброблюваного виробу, нерівномірності припуску на обробку, неоднорідності матеріалу і т. п.

Відхилення форми і розташування поверхонь знижує не тільки експлуатаційні, але й технологічні показники виробу. Для забезпечення необхідної точності параметрів, його працездатності і довговічності в робочих кресленнях деталей необхідна вказівка не тільки граничних відхилень розмірів, але в необхідних випадках – також допусків форми і розташування поверхонь.

Призначення допусків форми і розташування поверхонь має проводитися на основі державних стандартів [1-2].

Усі відхилення форми і розміщення поділяють на три групи:

- відхилення та допуски форми;
- відхилення та допуски розташування;

						Арк.
						6
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

– сумарні відхилення форми та розташування.

Основні визначення параметрів форми і розташування поверхні наведено в табл. 1.1. [1-2]

Таблиця 1.1

Класифікація відхилень і допусків форми та розташування поверхонь

Група відхилень та допусків	Допуск	Умовний знак
Відхилення та допуски форми поверхонь	прямолінійності	
	площинності	
	круглості	
	циліндричності	
	профілю поздовжнього перерізу	
Відхилення та допуск розташування поверхонь	паралельності	
	перпендикулярності	
	нахилу	
	співвідносності	
	симетричності	
	позиційний	
	перетину осей	
Сумарні відхилення та допуски форми і розташування поверхонь	радіального та торцевого биття в заданому напрямку	
	повного радіального та торцевого биття	
	форми заданого профілю	
	форми заданої поверхні	

1.3 Технічний контроль корпусних деталей першої групи

Технічний контроль корпусних деталей першої групи включає перевірку площин, отворів і їх розташування, а також шорсткості оброблених поверхонь. При перевірці площин вимірюється прямолінійність, площинність і контролюється відсутність дефектів у вигляді ливарних раковин, вибоїн і т.д. Відхилення від прямолінійності визначається за допомогою лекальних і перевірочних лінійок та щупів, за допомогою яких вимірюється найбільший зазор між поверхнею, що перевіряється, і лінійкою. Цей розмір і показує відхилення від прямолінійності у вимірюваній площині. Для контролю площинності вимірюється відхилення від прямолінійності площини в різних перетинах.

Розміщення поверхонь оцінюється по відхиленнях від паралельності і від перпендикулярності. Відхилення від паралельності двох площин визначається шляхом встановлення деталі однією площиною на контрольну плиту, а розміщення іншої площини контролюється за допомогою індикаторної головки, що закріплена на штативі, який переміщують по контрольній плиті. Відхилення від перпендикулярності площин деталей встановлюється звичайно за допомогою лекальних косинців і щупів.

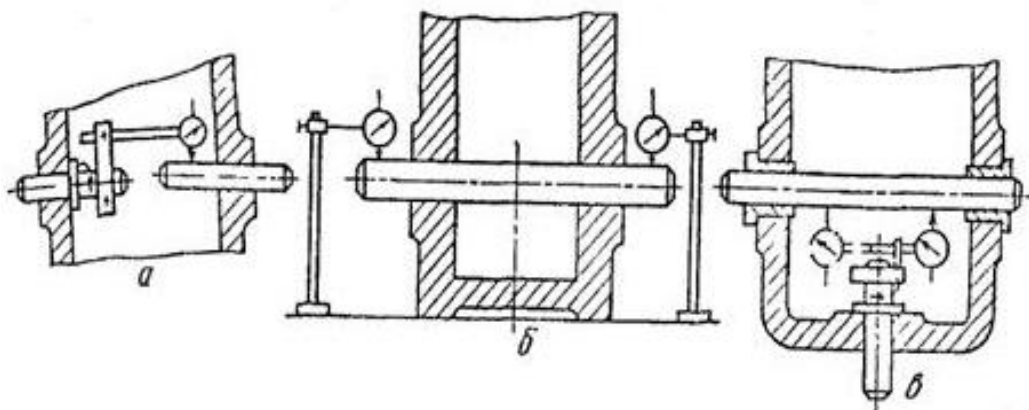


Рис.1.4. Схеми перевірки точності корпусних деталей: а - співвісності отворів; б - паралельності площини осі отворів; в - перпендикулярності осей отворів [2]

					Арк.
					8
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	

Контроль розміщення отворів включає перевірку відхилень від співвісності, паралельності і перпендикулярності, вимір торцевого биття і міжосьової відстані.

Взаємне розташування отворів і площин контролюється по відхиленню від паралельності і по відхиленню від перпендикулярності осі отвору до площини.

Значення відхилень визначаються за допомогою контрольних приспособлень, до складу яких входять різні точно оброблені осі, втулки й індикаторні головки.

						Арк.
						9
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

2. ТЕХНОЛОГІЧНИЙ РОЗДІЛ

2.1. Призначення деталі

За своїми технологічними ознаками деталь відноситься до класу деталей типу «Корпуси» і називається «Корпус основи підшипника 355» (рис.2.1). Дана деталь виготовлена з матеріалу чавун ДСТУ 8833-2019.

Дана деталь «Корпус опори підшипника» призначена для встановлення в ньому підшипників кочення.

Деталь являє собою корпус, габаритні розміри якого становлять 185x56 мм.

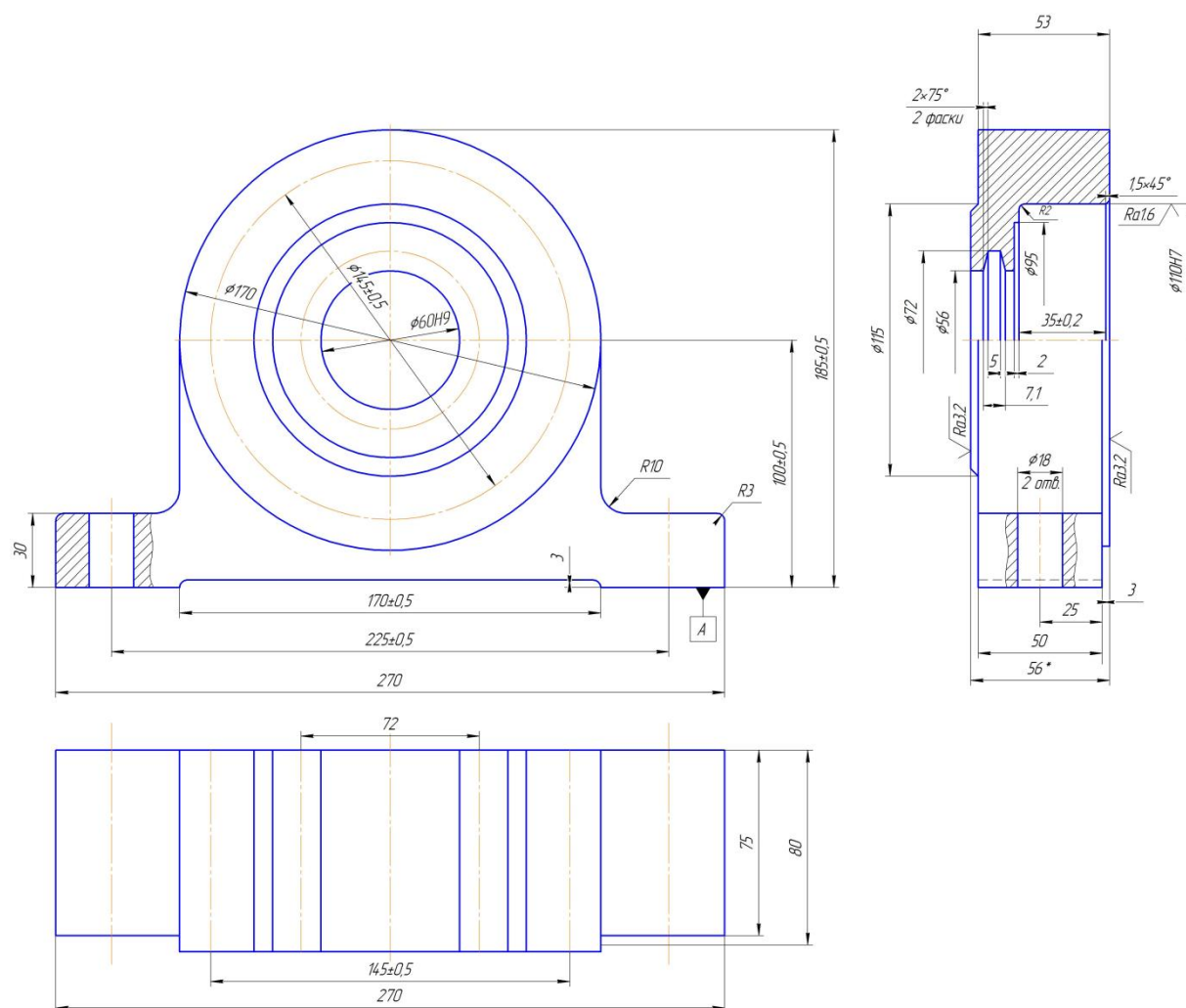
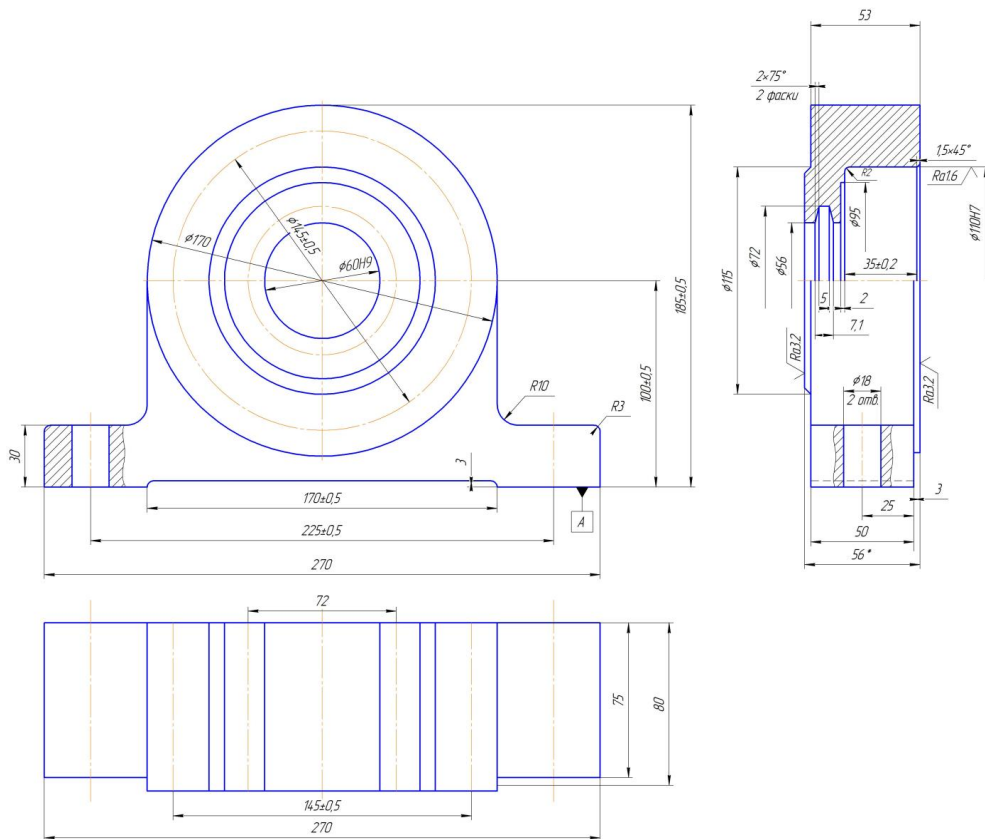


Рис. 2.1. Деталь «Корпус основи підшипника»

					Арк.
					10
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	

2.2. Конструкторсько-технологічний аналіз робочого креслення деталі

Запуск в виробництво нового виробу починається з технологічного опрацювання конструкторської документації. Таке опрацювання зазвичай проводиться і раніше (на етапі конструювання), тобто технологічна служба КБ оцінює можливість виробництва деталі з мінімальними витратами. При передачі конструкторської документації на серійне підприємство проводиться технологічне опрацювання з умов виробничих можливостей підприємства і його традицій. В ході даної роботи перевіряється узгодження конструкторських вимірювань виробу, який повинен привести до зменшення витрат на підготовку виробництва і часу освоєння виробу.



2.2. Деталь «Корпус основи підшипника 355»

Робоче креслення деталі «Корпус підшипника» дає повне уявлення про деталь, має достатню кількість проєкцій, перетинів і видів; розміри всіх поверхонь із допусками на їхнє виконання; технічні вимоги за формою й

					Арк.
					11
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	

розташуванням поверхонь. Креслення за оформленням відповідає стандартам ЕСКД.

Проаналізуємо креслення деталі та технічні вимоги, які пред'являються до даної деталі:

1. Указати назву деталі – «Корпус основи підшипника 355»;
2. Номер креслення деталі і складальної одиниці – КП100025.088/118;
3. Призначення деталі – КП призначений для встановлення в ньому підшипників кочення;
4. Матеріал деталі - СЧ20 ДСТУ 8833:2019;
5. Точність діаметральних і лінійних розмірів – Поверхні деталі виконані за 7, 9, 10 та 14 класами точності;
6. Точність взаємного розташування поверхонь деталі - Співвісність, овальність, паралельність;
7. Шорсткість поверхонь – Ra1,6; Ra3,2; Ra6,3; Ra12,5;
8. Твердість поверхонь – HB 180;
9. Наявність покриття – без покриття.

2.3. Аналіз конструкції деталі на технологічність

Аналіз технологічності за якісними показниками

Деталь «Корпус основи підшипника 355» відноситься до деталей класу «Корпуса», складається з поверхонь які не потребують складної форми заготовки.

Деталь виготовляється з сірого чавуну СЧ20 ДСТУ 8833:2019, який добре оброблюється різанням на металорізальних верстатах.

Усі поверхні деталі доступні для обробки на металорізальних верстатах і безпосереднього вимірювання. Нетехнологічними є внутрішні канавки. Всі розміри деталі в основному уніфіковані і не потребують

						Арк.
						12
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

великої номенклатури ріжучого інструменту для обробки. У деталі передбачена технологічна ув'язка точності розмірів і величини шорсткості. При розробці технологічного процесу обробки можуть бути використані типові технологічні процеси.

Висновок: в цілому, за якісними показниками деталь технологічна

Аналіз технологічності за кількісними показниками

Аналіз технологічності конструкції деталі за кількісними показниками здійснюють за коефіцієнтом точності обробки і за коефіцієнтом шорсткості поверхонь.

Для визначення цих коефіцієнтів заповнюємо таблицю 1.3, в якій вказуємо кількість конструктивних елементів деталі, виконаних за квалітетом точності і параметром шорсткості.

Таблиця 2.3. Показники кількісного виду оцінки технологічності конструкції деталі

Найменування конструктивного елемента деталі	Показники кількісного виду оцінки технологічності конструкції деталі							
	За квалітетом точності				За параметром шорсткості			
	7	8	9	14	1,6	3,2	6,3	12,5
Зовнішні циліндричні поверхні		1		1		1		1
Внутрішні циліндричні поверхні	1		2		4		2	
Плоскі поверхні		1	2	1	1	1	2	1
Отвори	4							
Різьбові отвори								
Канавки								
Фаски								
Всього	5	2	4	2	5	2	4	2

Визначаємо коефіцієнт точності обробки:

$$Km = 1 - \frac{1}{A_{cp}} \geq 0,8 ,$$

де A_{cp} – середній квалітет точності обробки.

$$A_{cp} = \frac{\sum A_i \cdot n_i}{\sum n_i} ,$$

де A_i – квалітет точності обробки;

n_i – кількість розмірів i -го квалітету точності.

$$A_{cp} = \frac{7 \cdot 5 + 8 \cdot 3 + 9 \cdot 4 + 14 \cdot 2}{13} = 9,46.$$

$$Km = 1 - \frac{1}{9,46} = 0,895 > 0,8.$$

Висновок: за коефіцієнтом точності деталь технологічна.

Визначаємо коефіцієнт шорсткості поверхонь:

$$Kш = \frac{1}{B_{cp}} \leq 0,32 ,$$

де B_{cp} – середній параметр шорсткості.

$$B_{cp} = \frac{\sum B_j \cdot m_j}{\sum m_j} ,$$

де B_j – параметр шорсткості поверхні;
 m_j – кількість поверхонь j -го параметру шорсткості.

$$B_{cp} = \frac{1,6 \cdot 5 + 3,2 \cdot 2 + 6,3 \cdot 4 + 12,5 \cdot 2}{13} = 4,96.$$

$$Kш = \frac{1}{5,43} = 0,18 < 0,32.$$

Висновок: за коефіцієнтом шорсткості деталь технологічна.

Таким чином, за якісними і кількісними показниками деталь технологічна.

За всіма показниками деталь «Корпус основи підшипника 355» має достатньо високий рівень технологічності, що дозволяє застосовувати високоефективні методи обробки, прогресивний різальний інструмент.

						Арк.
						14
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

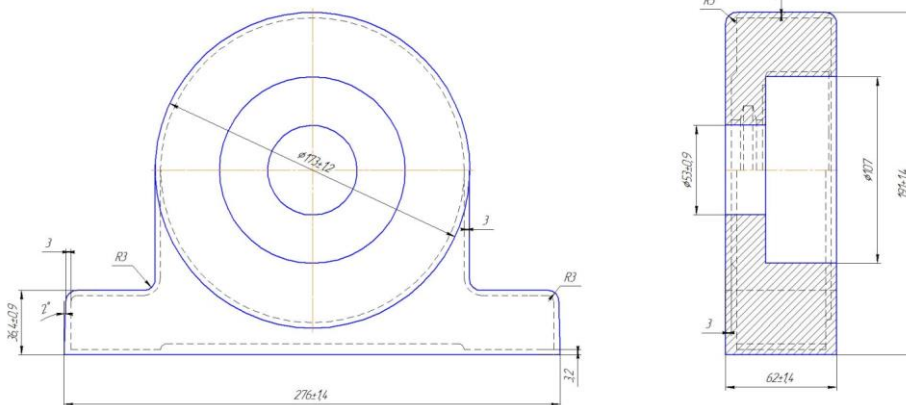
2.4. Вибір та обґрунтування конструкції заготовки, способу її

Виготовлення

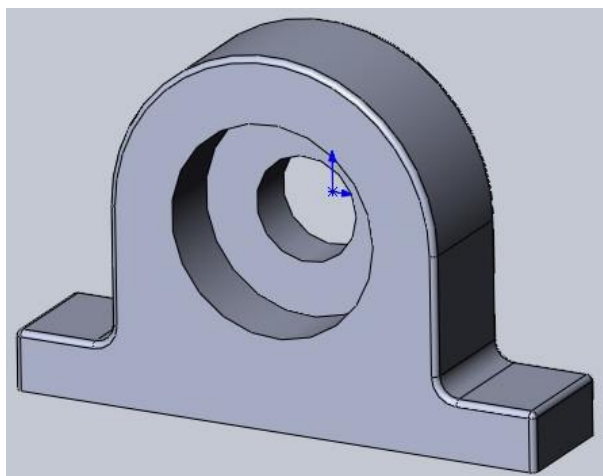
Так ,як матеріал деталі – сірий чавун СЧ20, тому найбільш раціонально виготовити заготовку методом *лиття*. Для деталі "Корпус основи підшипника 355" найбільш підходять два перших способи лиття:

- 1) Лиття в пісчано-глиняні форми з ручним формуванням.
- 2) Лиття в пісчано-глиняні форми з машинним формуванням.

При машинній формовці заготовка отримується точнішою, то і відповідно менші витрати на механічну обробку, а також коефіцієнт вагової точності більший, що знижує відходи стружки. Тому робимо висновок, що використання машинної формовки є вигіднішим.



2.3. Ескіз заготовки, отриманої литтям в пісчані форми з машинною формовкою



2.4. 3D модель заготовки

					Арк.
					15
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	

2.5. Розробка технологічного маршруту виготовлення деталі

Технологічний процес обробки деталі «Корпус основи підшипника 355» представлено у таблиці 2.4.

Таблиця 2.4. Розробка маршрутного технологічного процесу

№	Найменування операцій і переходів	Обладнання
1	2	3
005	<p>Заготівельна</p> <p>1.Відливка заготовки</p> <p>2.Обрубка і очистка відливка</p> <p>3.Перевірка розмірів</p> <p>4.Відпал заготовки</p>	
010	<p>Вертикально-фрезерна з ЧПК</p> <p>1.Фрезерувати основу витримуючи розмір 33,2 мм на L=276 мм;</p> <p>2.Фрезерувати западину основи на глибину t=3 мм та ширину B=170±0,5 мм.</p>	Haas VF-1
015	<p>Багатоцільова</p> <p>1.Фрезерувати бокові поверхні основи в розмір 270 мм;</p> <p>2.Фрезерувати основу остаточно витримуючи розмір 30 мм з обох сторін;</p> <p>3.Фрезерувати радіуси заокруглень R10;</p> <p>4.Фрезерувати деталь по контуру в розмір $\varnothing 170$ мм на глибину t=3 мм в витримуючи розмір 53 мм;</p> <p>5. Фрезерувати деталь по контуру в розмір $\varnothing 115$ мм на глибину t=3 мм в витримуючи розмір 52,2 мм.</p>	Cormak H-MILL 500

						Арк.
						16
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

020	<p>Токарна з ЧПК</p> <p>1.Точити внутрішню поверхню витримуючи розмір $\varnothing 108.5$ мм на $L=35$ мм;</p> <p>2.Точити внутрішню поверхню витримуючи розмір $\varnothing 54.5$ мм $L=15$мм;</p> <p>3.Точити внутрішню поверхню витримуючи розмір $\varnothing 109.8$ мм на $L=35$ мм під шліфування;</p> <p>4.Точити внутрішню поверхню витримуючи розмір $\varnothing 56$ мм $L=15$ мм;</p> <p>5.Розточити поверхню в розмір $\varnothing 95$ мм на $L=2$ мм;</p> <p>6.Розточити поверхню $\varnothing 72$ мм з двома фасками $2 \times 75^\circ$;</p> <p>7.Розточити фаску $1.5 \times 45^\circ$.</p>	Haas ST-10
025	<p>Вертикально-свердлильна з ЧПК</p> <p>1.Свердлити 2 отв. $\varnothing 18$ мм наскрізь.</p>	Haas VF-1
030	<p>Горизонтально-свердлильна з ЧПК</p> <p>1.Центрувати 6 отв. $\varnothing 5$ мм на глибину $t=2,5$ мм;</p> <p>2.Свердлити 6 отв. $\varnothing 10,5$ мм на глибину $t=36$ мм;</p> <p>3.Зенкувати 6 фаски $1 \times 45^\circ$;</p> <p>4.Нарізати різьбу M12-7H на глибину $t=35$ мм в 6 отв.</p>	Cormak H-MILL 500
035	<p>Внутрішньошліфувальна</p> <p>1.Шліфувати внутрішню поверхню $\varnothing 110H7$ мм остаточно.</p>	Okamoto GM-15ex

						Арк.
						17
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

040	Плоскошліфувальна 1.Шліфувати площину $\varnothing 170$ мм остаточно витримуючи розмір 50,1 мм; 2.Шліфувати площину $\varnothing 115$ мм остаточно витримуючи розмір 50 мм.	JET JPSG- 2448TD
045	Контрольна 1.Контроль всіх розмірів деталі	Контрольні прилади

2.6. Розрахунок міжопераційних та загальних припусків

Визначення припусків на механічну обробку виконуємо за двома методами:

- за допомогою нормативних матеріалів;
- розрахунково-аналітичним методом.

Розрахунок припусків на обробку проводимо для поверхні $\varnothing 110H7$, на решту оброблюваних поверхонь призначаємо припуски і допуски по ДСТУ.

Вихідні дані: Корпус підшипника - вага 4.3 кг, спосіб отримання – лиття з машинним формуванням, матеріал – Сірий чавун СЧ20 ДСТУ 8833:2019.

						Арк.
						18
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Таблиця 2.5. Розрахунок припусків та граничних розмірів за технологічними переходами на обробку поверхні Ø110H7

Техн. переходи обробки поверхні Ø 110H7	Елементи припуска				Розвий прип. 2Z _{min} мкм	Розвий діаметр d _c мм	Допуск δ мкм	Критичні розміри		Критичні значення припусків	
	R _z мкм	T мкм	ε мкм	ρ мкм				dm in мм	d _{ma} x мм	2Z ^{np} _{mi} n мкм	2Z ^{np} _{ma} x мкм
Заготовка	40	260	1	326	-	111,75	800	111,75	112,55	-	-
Розточування	30	30	20	16	2*626	110,05	250	110,05	110,3	1700	2250
Шліфування	10	20	1	-	2*76	109,9	100	109,9	110	150	300

Величини R_z і T характеризують поверхні лиття складають:

$$R_z - 40 \text{ мкм}, \quad T - 260 \text{ мкм}$$

Для точіння:

$$R_z = 30; \quad T = 30 \text{ мкм}$$

Для шліфування:

$$R_z = 10; \quad T = 20 \text{ мкм}$$

Сумарне значення просторових відхилень для заготівлі даного типу визначиться за формулою:

$$\rho_3 = \sqrt{\rho_{\text{кор}}^2 + \rho_{\text{ст}}^2}$$

Викривлення слід враховувати як у діаметральному, так і в осьовому його перетині, тому:

$$\rho_{\text{кор}} = \sqrt{(\Delta_{\text{кd}})^2 + (\Delta_{\text{кл}})^2}$$

										Арк.
										19
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата						

$$\rho_{\text{кор}} = \sqrt{(0,7 \times 40)^2 + (0,7 \times 114)^2} = 85 \text{ мкм}$$

Для нашого випадку $\rho_{\text{ст}}$ згідно схеми дорівнює допуску на довжину розмір 35 мм.

Отже, $\rho_{\text{ст}}$ приймаємо рівним 300 мкм.

На підставі записаних у таблиці даних виробляємо розрахунок мінімальних значень міжопераційних припусків, користуючись основною формулою:

$$2Z_{\text{min}} = 2 \times (R_{z_{i-1}} + T_{i-1} + \sqrt{\rho_{i-1}^2 + \varepsilon_i^2})$$

Мінімальний припуск під точіння:

$$2Z_{\text{min1}} = 2 \times (40 + 260 + \sqrt{326^2 + 20^2}) = 2 \times 626 \text{ мкм}$$

Шліфування:

$$2Z_{\text{min2}} = 2 \times (30 + 30 + \sqrt{16^2 + 1^2}) = 2 \times 76 \text{ мкм}$$

Графа таблиці 2.13. «Розрахунковий розмір» (d_e) заповнюємо починаючи з кінцевого (креслярського) розміру послідовним збільшенням розрахункового мінімального припуску кожного технологічного переходу:

$$d_2 = 109 + 0,152 = 110,052 \approx 110,05 \text{ мм}$$

$$d_1 = 110,05 + 1,252 = 111,752 \approx 111,75 \text{ мм}$$

Визначаємо найбільші граничні розміри додатком допуску на обробку по округленому розміру:

$$d_{\text{max2}} = 109 + 0,1 = 110 \text{ мм}$$

$$d_{\text{max1}} = 85,05 + 0,25 = 110,3 \text{ мм}$$

$$d_{\text{max3}} = 111,75 + 0,8 = 112,55 \text{ мм}$$

Граничні значення припусків $Z_{\text{прmax}}$ визначаємо як різницю найменших граничних розмірів і $Z_{\text{прmin}}$ – як різниця найменших граничних розмірів попереднього і виконуваного переходів:

$$2 Z_{\text{прmax2}} = 110,3 - 110 = 0,3 \text{ мм} = 300 \text{ мкм}$$

$$2Z_{\text{прmax1}} = 112,55 - 110,3 = 2,25 \text{ мм} = 2250 \text{ мкм}$$

						Арк.
						20
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

$$2Z_{\text{min}2}^{\text{пр}} = 110,05 - 109,9 = 0,15 \text{ мм} = 150 \text{ мкм}$$

$$2Z_{\text{min}1}^{\text{пр}} = 111,75 - 110,05 = 1,7 \text{ мм} = 1700 \text{ мкм}$$

Загальні припуски $Z_{\text{отax}}$ і $Z_{\text{отin}}$ визначаємо, підсумовуючи проміжні припуски, і записуємо їх значення внизу відповідних граф:

$$2Z_{\text{отin}} = 1700 + 150 = 1850 \text{ мкм}$$

$$2Z_{\text{отax}} = 2250 + 300 = 2550 \text{ мкм}$$

Загальний номінальний припуск:

$$Z_{\text{оном}} = Z_{\text{отin}} + H_3 - H_q$$

Нижнє відхилення заготовки знаходимо за ДСТУ:

$$H_3 = 400 \text{ мкм}$$

$$Z_{\text{оном}} = 1850 + 400 - 100 = 2150 \text{ мкм}$$

$$d_{\text{зном}} = 107 \text{ мм}$$

Робимо перевірку правильності виконаних розрахунків:

$$Z_{\text{max}2}^{\text{пр}} - Z_{\text{min}2}^{\text{пр}} = 300 - 150 = 150 \text{ мкм}$$

$$\delta_2 - \delta_1 = 250 - 100 = 150 \text{ мкм}$$

$$Z_{\text{max}1}^{\text{пр}} - Z_{\text{min}1}^{\text{пр}} = 2250 - 1700 = 550 \text{ мкм}$$

$$\delta_3 - \delta_2 = 800 - 250 = 550 \text{ мкм}$$

Розрахунки виконані вірно.

2.7. Вибір металорізального обладнання, технічні характеристики

Вибір верстата залежить від можливості виконання на ньому операцій, з додержанням всіх необхідних розмірів і форм, а також якості поверхні.

						Арк.
						21
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Вертикально-фрезерный обрабатывающий центр Haas VF-1



Рис.2.5. Вертикально-фрезерный обрабатывающий центр Haas VF-1

Обработывающий центр Comtek H-MILL 500

Верстаты модели Comtek H-MILL 500 предназначены для высокопродуктивной обработки корпусных деталей из различных материалов.



Рис.2.6. Обработывающий центр Comtek H-MILL 500

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

Токарно-револьверний Haas ST-10



Рис.2.7. Токарно-револьверний Haas ST-10

2.8. Проектування детального операційного технологічного процесу виготовлення деталі

Операція 010 Вертикально-фрезерна з ЧПК

Дана операція характеризується тим, що деталь, перш ніж потрапити на цю операцію обробки пройшла відлив заготовки, обрубку і очистка відливка, перевірку розмірів, відпал заготовки.

Зміст даної операції:

- 1.Фрезерувати основу витримуючи розмір 33,2 мм на L=276 мм;
- 2.Фрезерувати западину основи на глибину t=3 мм та ширину v=170±0,5 мм.

Верстат, який буде використовуватися на даній операції - Вертикально-фрезерний оброблюючий центр Haas VF-1.

						Арк.
						23
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Різальний інструмент – торцева фреза $\phi 200$ мм T150M, SECO, QuattroMill.

Пристосування – спеціальний верстатний пристрій..

Контрольно-вимірювальний інструмент – Штангециркуль ШЦ-I-200-0,1.

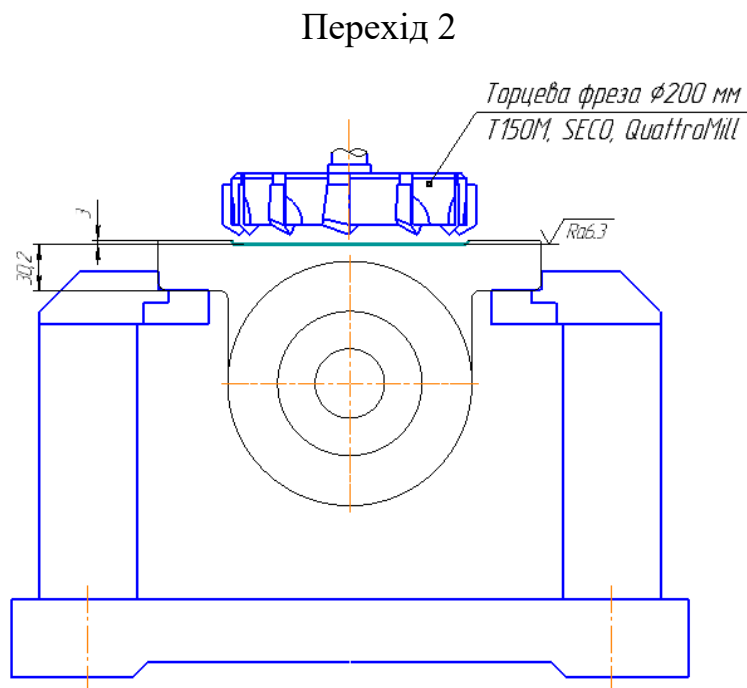
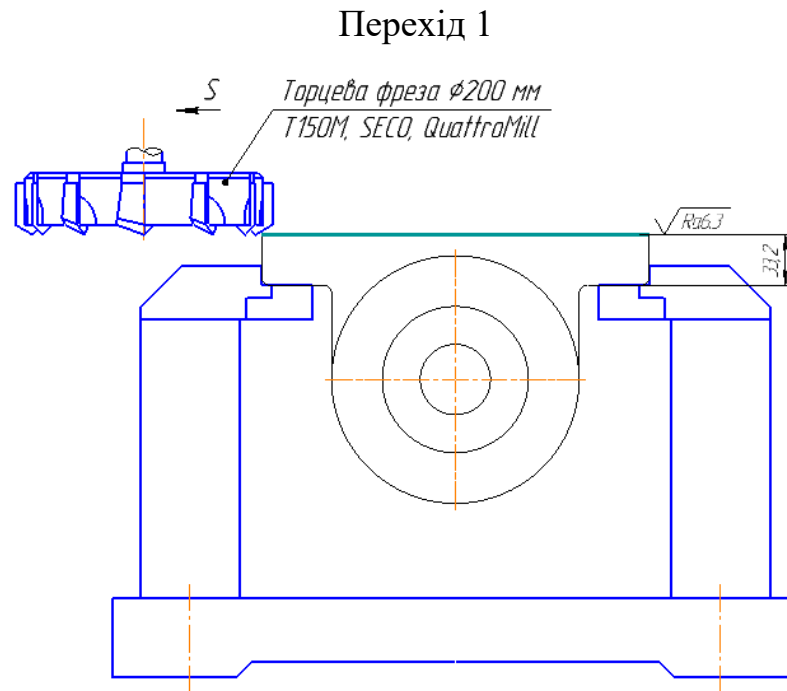


Рис.2.8. Ескіз на виконання 010 операції

						Арк.
						24
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

030 Горизонтально-свердлильна з ЧПК

Дана операція характеризується тим, що заготовка, перш ніж потрапити на цю ступінь обробки пройшла фрезерні та токарні операції, потім перевірку розмірів.

Зміст даної операції:

- 1.Центрувати 6 отв. $\varnothing 3$ мм на глибину $t=3$ мм;
- 2.Свердлити 6 отв. $\varnothing 10,5$ мм під різьбу M12-7H на глибину $t=36$ мм;
- 3.Зенкувати 6 фасок $1 \times 45^\circ$;
- 4.Нарізати різьбу M12-7H на глибину $t=35$ мм в 6 отв.

Верстат, який буде використовуватися на даній операції – Haas VF-1.

Різальний інструмент – свердло центровочне $\varnothing 5$ мм T400D SECO, CrownLoc; свердло спіральне $\varnothing 10,5$ мм T400D SECO, CrownLoc; зенківка $\varnothing 20$ мм T400D SECO, CrownLoc; мітчик M12 SCGX-C2 SECO, Perfomax.

Пристосування – спеціальний верстатний пристрій.

Контрольно-вимірювальний інструмент – Штангециркуль ШЦ-I-125-0,1, різьбомір.

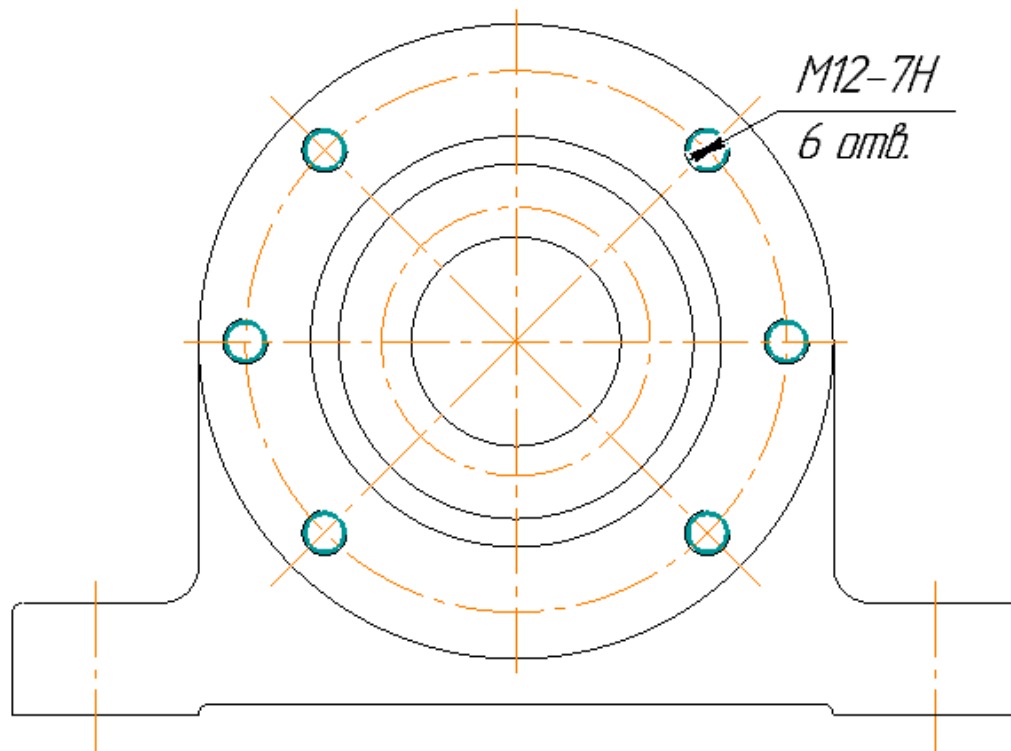


Рис.2.9. Ескіз на виконання 030 операції

					Арк.
					25
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	

3. КОНСТРУКТОРСЬКИЙ РОЗДІЛ

3.1. Розрахунок верстатного пристосування для свердління

3.1.1. Принцип дії пристосування

Даний пристрій використовується при виконанні горизонтально-свердлильної операції 030 для центрування, свердління та нарізання різі М12-7Н в 6 отворах.

Деталь встановлюється на стіл багатоцільового оброблюючого центра мод. IP500ПМФ4. Габаритні розміри пристрою 950×250×310 мм.

Пристрій повинен забезпечувати одержання відповідних розмірів в 6 отворах, а саме М12-7Н від допоміжної установчої бази. За напрямну базу прийнято поверхню 270х50 мм, що також є допоміжною поверхнею.

Переваги даного пристрою:

- просте і зручне базування заготовки;
- скорочення штучного часу за рахунок зменшення допоміжного;
- постійність силового затиску, що забезпечує мінімальну похибку встановлення;
- зменшення собівартості отримання деталі.

Точність, що забезпечується даним пристроєм, повинна бути не нижчою, ніж допуск на розмір від базової до оброблюваної поверхні.

Пристрій складається з корпусу 1, в якому розміщений зварний штовхач 1, втулка для встановлення деталі 9.

Закріплення відбувається за допомогою 4-х гвинтів М8, дві втулки 7, в яких розміщені підпружинені затискачі 8 і гвинти 11, що відіграють роль тяг. Останні шарнірно з'єднані з рівноплечим важелем 13, який в свою чергу шарнірно з'єднаний з важелем 6, на кінцях якого розміщені ролики 5. У пазах основи корпусу 1 закріплено 2 шпонки 19.

						Арк.
						26
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Пристрій встановлюється і закріплюється на столі горизонтально-свердлильного верстату оброблюючий центр IP500ПМФ4 разом із стандартним силовим приводом, який шарнірно з'єднаний із штовхачем 2.

Пристрій працює таким чином. На початку роботи штовхач 2 займає крайнє ліве положення, а затискачі 8 знаходяться в протилежних положеннях, що наведені на загальному виді. У втулку 9 встановлюється деталь і впирається в упор 12, а затискачі 8 переводяться в робоче положення, як це показано на кресленні. У ліву порожнину силового циліндру подається стиснуте повітря і штовхач 2 переміщується вправо, тисне клином на ролик 5. Оскільки правий ролик 5 впирається в корпус 1, то лівий ролик 5 повертається вниз і тягне в тому ж напрямку важіль 13 разом із двома гвинтами 11 і затискачами 8, які затискають деталь. Гайки 23 служать для регулювання ходу затискачів 8.

Структурний аналіз і синтез компоновки пристрою

При виборі схеми компоновки пристрою необхідно забезпечити такі умови:

- 1) заготовка повинна займати стійке положення до прикладання сили затиску;
- 2) в процесі закріплення заготовки не повинно бути порушене надане їй при встановленні положення;
- 3) сили, які виникають в процесі різання, не повинні зміщувати заготовку.

						Арк.
						27
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

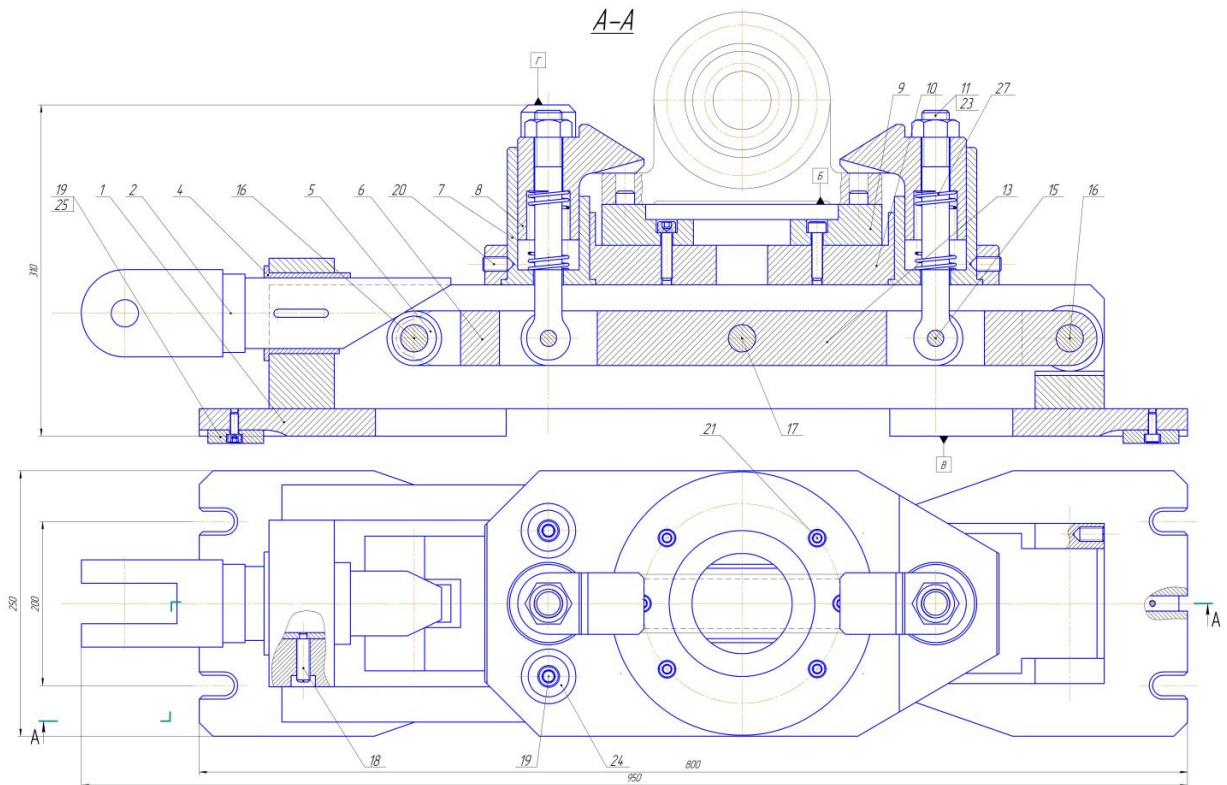


Рис.3.1. Схема пристрою для свердильної операції

3.1.2. Розрахунок на точність пристрою

На точність оброблення впливає ряд факторів, яку викликають сумарну похибку:

$$\epsilon_{\Sigma} = K \sqrt{\epsilon_{\text{в}}^2 + \epsilon_{\text{рп}}^2 + \epsilon_{\text{ру}}^2 + \epsilon_{\delta}^2 + \epsilon_{\text{з}}^2 + \epsilon_{\text{рн}}^2 + \epsilon_{\text{н}}^2 + \epsilon_{\text{рз}}^2 + \epsilon_{\text{і}}^2 + \epsilon_{\text{зн}}^2 + \epsilon_{\text{т}}^2}$$

де $\epsilon_{\text{в}}$ – похибка верстату в не навантаженому стані;

$\epsilon_{\text{рп}}$ – похибка розташування пристрою на верстаті;

$\epsilon_{\text{ру}}$ – похибка розташування установчих елементів відносно поверхонь пристрою стола;

ϵ_{δ} - похибка базування;

$\epsilon_{\text{з}}$ – похибка закріплення;

$\epsilon_{\text{рн}}$ – похибка розташування напрямних елементів пристрою;

$\epsilon_{\text{н}}$ – похибка налагодження;

					Арк.
					28
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	

ε_{pz} – похибка розмірного зношування інструменту;

ε_i – похибка інструменту;

ε_{pi} – похибка розташування інструменту;

ε_{zn} – похибка через зношування напрямних і установчих елементів;

ε_t – похибка внаслідок температурного впливу обробки.

ε_b – похибка паралельності ходу стола відносно центрального пазу 0,06/600, перераховуємо на довжину 150 мм, тоді :

$$\varepsilon_b = \frac{0,06 \cdot 150}{600} = 0,015 \text{ мм.}$$

Тоді:

$$\varepsilon_{pp} = \frac{S_{\max}}{L} = 0,00014 \text{ мм.}$$

$\varepsilon_{py} = 0,05$ мм – задано на кресленні.

$\varepsilon_b = 0$, оскільки конструкторська і технологічні бази співпадають.

$\varepsilon_{pn} = 0,058$ мм;

$\varepsilon_n = 0,016$ мм.

Іншими складовими похибки можна знехтувати. Тоді:

$$\varepsilon_{\Sigma} = \sqrt{0,015^2 + 0,00014^2 + 0,05^2 + 0,0052^2 + 0,058^2 + 0,016^2} = 0,046 \text{ мм.}$$

Мінімальний допуск на оброблення заданої поверхні, згідно з кресленням, становить 0,05 мм. Таким чином, умова точності пристрою виконується.

В даному випадку похибка базування для обробки 6 отворів в розмір M12-7H буде мати місце оскільки установча база не співпадає з вимірювальною. Похибка залежить від допуску на розмір. Отже, похибка ε_b знаходиться за формулою:

$$\varepsilon_b = T20$$

де ε_b - похибка базування; T - допуск на розмір;

Допуск знаходиться за формулою:

$$T20 = es - ei$$

						Арк.
						29
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

де es - граничне верхнє відхилення,

ei - граничне нижнє відхилення,

$es = +0$ мкм,

$ei = -250$ мкм.

Тоді за формулою $T_{20} = 250$ мкм = 0,25 мм.

Отже, похибка за формулою $\epsilon_6 = 250$ мкм = 0,250 мм.

Для визначення того, чи буде дотримана точність потрібно порівняти похибку базування ϵ_6 з допуском T_{15} . Необхідно щоб виконувалася умова $\epsilon_6 < T_{15}$. Оскільки $T_{15} = 0,43$ мм, а $\epsilon_6 = 0,25$ мм то умова виконується.

3.1.3. Розрахунок сили затиску, параметрів силового приводу

Розраховуємо сили, що діють на заготовку при свердлінні отворів $\varnothing 10,5H10$ мм.

$$M_{kp} = 10 * C_M * D^q * t^x * s^y * K_p$$

де D – діаметр свердла;

s – подача;

t – глибина рязання;

K_p – коефіцієнт що враховує умови праці, визначаємо за формулою:

$$K_p = \left(\frac{HB}{190} \right)^n$$

де HB – твердість матеріалу;

n – коефіцієнт.

$$K_p = \left(\frac{180}{190} \right)^{0,75} = 0,96$$

За табл 32 стор. 281 [СТМ т.2] $C_M = 0,085$; $q = 0$; $x = 0,75$; $y = 0,8$.

Тоді:

$$M_{kp} = 10 * 0,085 * 10,5^0 * 0,75^{0,75} * 0,53^{0,8} * 0,96 = 104,56 \text{ Н*м.}$$

					Арк.
					30
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	

Розрахуємо момент сили різання при свердлінні відносно центра деталі.

Визначимо сили, що викликає момент $M_{кр}$. Її знаходимо за формулою:

$$F_1 = F_2 = \frac{M_{кр}}{2 * D_{св}}$$

де: $M_{кр}$ – момент крутний;

$D_{св}$ – діаметр свердла.

$$F_1 = F_2 = \frac{104,56}{2 * 0,065} = 800 \text{ Н}$$

Розглянемо найгірший варіант: коли сили, що викликає момент $M_{кр}$ знаходиться на відстані $(D+D_{св})/2$ та $(D-D_{св})/2$. Тоді $M_{пов}$ знаходимо за формулою:

$$M_{нов} = M_1 - M_2 = F_1 * \frac{D + D_{св}}{2} - F_2 * \frac{D - D_{св}}{2}$$

де: D – діаметр на якому знаходиться центр отвору.

$$M_{нов} = 1128,0936 * \frac{0,1725 + 0,02}{2} - 800 * \frac{0,1725 - 0,02}{2} = 26,024 \text{ Н*м.}$$

Розраховуємо силу затиску необхідну для утримання заготовки.

Коефіцієнт збільшення сили розраховуємо за формулою:

$$K = K_0 * K_1 * K_2 * K_3 * K_4 * K_5 * K_6$$

Коефіцієнт гарантованого запасу $K_0=1,5$;

Коефіцієнт, що враховує нерівності на поверхні $K_1=1,2$;

Коефіцієнт, що враховує затуплення інструменту $K_2=1,15$;

Коефіцієнт, що враховує преривність різання $K_3=1$;

Коефіцієнт, що враховує постійність сили затиску $K_4=1$;

Коефіцієнт, що враховує ергономічність ручних ЗМ $K_5=1$;

Коефіцієнт, що враховує при моментах $K_6=1$;

Тоді:

$$K = 1,5 * 1,2 * 1,15 * 1 * 1 * 1 * 1 = 2,07$$

Приймаємо:

$$K=2,5.$$

					Арк.
					31
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	

За табл. $f_0=f_1=0,16$.

Знаходимо силу затиску, що необхідна:

$$W_3 = \frac{26,02366 \cdot 2,5}{\frac{1}{3} \cdot 0,16 \cdot \frac{0,2285^3 - 0,205^3}{0,2285^2 - 0,205^2} + \frac{1}{3} \cdot 0,16 \cdot \frac{0,065^3 - 0,032^3}{0,065^2 - 0,032^2}} = 1123,3 \text{ Н.}$$

Зусилля затиску на пневмоциліндрі:

$$Q = \left(\frac{1123,3}{1,036} + 150 \right) \cdot [tg(15 + 0,3) + tg0,3] \cdot \frac{1}{0,9} = 1556 \text{ Н.}$$

Необхідний діаметр поршня гідроциліндра визначається за формулою:

$$D = \sqrt{\frac{4 \cdot Q}{\pi \cdot p \cdot \eta}} = \sqrt{\frac{4 \cdot 1556}{\pi \cdot 0,4 \cdot 0,9}} = 78,9 \text{ мм,}$$

де $p=0,4$ МПа – тиск масла в гідросистемі;

$\eta = 0,9$ – к.к.д. гідроциліндра.

Приймаємо діаметр поршня рівним 100 мм.

3.2. Розрахунок верстатного пристосування для фрезерування, шліфування

3.2.1. Принцип дії пристосування

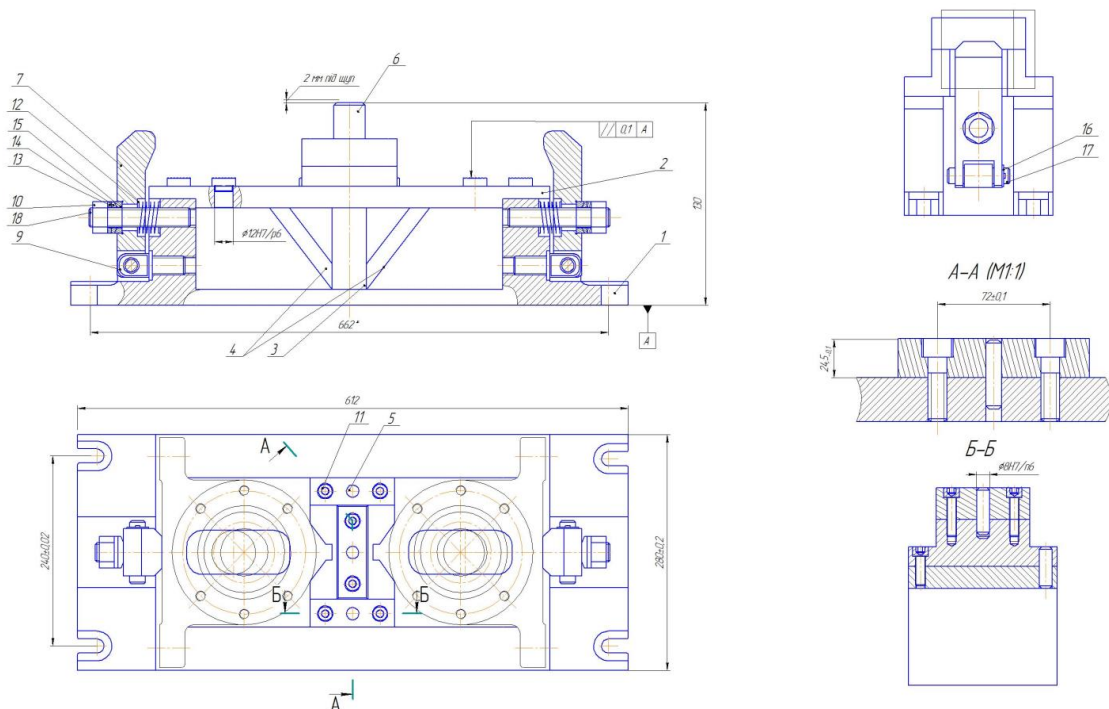


Рис.3.2. Схема пристрою для фрезерної, шліфувальної операції

					Арк.
					32
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	

На рис. 3.5 зображено спеціальний пристрій для фрезерування, шліфування поверхонь деталі «Корпус опори підшипника» на вертикально-фрезерному або плоскошліфувальному верстатах.

Оброблювана деталь – «Корпус основи підшипника 355» 8 встановлюється на опорні штири 19 з рифленими голівками, оскільки нижня площина попередньо не оброблена.

Надійний затиск оброблюваної деталі забезпечує призма 5 і прихват 7, що кріпиться до плити 1 за допомогою гвинтів 11 та штифтів 20. Підвід прихвата 7 забезпечується гайкою 10. Для забезпечення необхідної точності обробки поверхонь деталі у пристрої містяться установи 6, що служать для встановлення фрези на розмір.

Спец. пристрій забезпечує надійний затиск оброблюваної деталі, про що свідчать розрахунки, наведені у наступних пунктах.

3.2.2. Розробка схеми затискання та схеми взаємодії сил, визначення необхідної величини сили затиску заготовки

1. Для забезпечення надійного затискання заготовки в пристрої, розраховані значення сил та моментів, що діють на заготовку в процесі обробки, збільшують на величину коефіцієнта запасу затискання K_z .

Коефіцієнт запасу затискання розраховується за формулою:

$$K_z = k_0 \cdot k_1 \cdot k_2 \cdot k_3 \cdot k_4 \cdot k_5 \cdot k_6 = 1,5 \cdot 1,2 \cdot 1,6 \cdot 1,2 \cdot 1,3 \cdot 1,0 \cdot 1,0 = 4.5$$

де:

K_z – коефіцієнт запасу затискання;

$k_0=1,5$ – коефіцієнт гарантованого запасу затискання; (11. Таб.1. стр.7)

$k_1=1,2$ - коефіцієнт, що враховує підвищення сил різання в залежності від стану шорсткості поверхонь, що обробляються (при чорновій обробці) ;

$k_2=1,6$ - коефіцієнт, що характеризує підвищення сил різання в результаті затуплення різального інструменту;

						Арк.
						33
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

$k_3=1,2$ - коефіцієнт, що враховує підвищення сил різання при переривчастому різанні (торцевому фрезеруванні) ;

$k_4=1,3$ - коефіцієнт, що характеризує нестабільність сили затискання в затискному механізмі (для затискних механізмів з ручним приводом.);

$k_5=1,0$ - коефіцієнт, що характеризує ергономічність затискних механізмів (при зручному положення рукоятки) ;

$k_6=1,0$ -коефіцієнт, що враховується при наявності крутних моментів (при встановленні на опорні штири);

Встановлення заготовки відбувається на опори , що мають рифлення, тому $f_1 =0,7$ - коефіцієнт тертя;

2. Для знаходження необхідної сили затискання складемо схему дії сил (рис.3.3) та рівняння рівноваги:

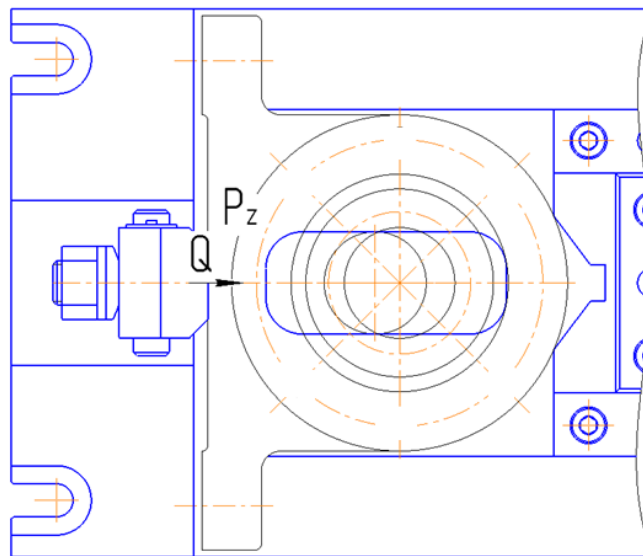


Рис.3.3. Схема дії сил

$$Q \cdot f \geq K_3 \cdot P_z \cdot \sin \alpha$$

$$Q = K_3 \cdot \frac{1}{f} \cdot \sin \alpha \cdot P_z,$$

де:

K_3 - коефіцієнт запасу затискання;

					Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	34

P_z - колова складова сили різання, що виникає при торцевому фрезеруванні, Н;

f – коефіцієнт тертя;

2α - кут призми.

$$Q = \frac{4.5 \cdot \sin 36.5 \cdot 662.23}{0.7} = 2309.2 \text{ Н}$$

Висновок: отже, $Q > P_z$ пристрій забезпечує надійне затискання деталі.

Розрахунок дійсної величини затискання

θ - сила затиску гайки розраховується за формулою:

$$\theta_3 = \frac{P_p \cdot l_p}{r_{cp} \cdot \operatorname{tg}(\alpha + \varphi) + \frac{1}{3} \cdot f \cdot \frac{D^3 - d^3}{D^2 - d^2}}$$

де:

$P_p = 662.23$ Н, сила різання;

$l_p = 10 \cdot d = 10 \cdot 24 = 240$ мм- довжина;

$r_{cp} = 0,45 \cdot d_p = 0,45 \cdot 24 = 10,8$ мм- середній діаметр різі.

α і $\varphi = 60^\circ$ та 20° - кути нахилу витків та кут профілю;

$f = 0,16$ - коефіцієнт тертя;

$D = 40$ мм - діаметр голівки болта;

$$\text{Тоді: } \theta_3 = \frac{662,2 \cdot 240}{10,8 \cdot \operatorname{tg}(80) + \frac{0,7}{3} \cdot \frac{40^3 - 20^3}{40^2 - 20^2}} = 4510,08 \text{ Н}$$

Висновок: дана різь витримає напруження на зминання.

3.2.3. Розрахунок на міцність різі

Основним видом руйнування кріпильних різей: кріпильних - зріз витків, гвинтових механізмів – знос винків. У відповідності до цього основним критерієм працездатності і розрахунку є міцність, що пов'язана з напруженнями зминання .

Умова зносостійкості різі по напрузі зминання:

$$\sigma_{см} = \sqrt{\frac{F}{\pi \cdot d \cdot \varphi_H \cdot \varphi_h}} \leq [\sigma_{см}],$$

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

де: φ_H – коефіцієнт висоти гайки = 2,5;

φ_h - коефіцієнт висоти різі = 0,75;

F – сила затиску;

$[\sigma_{см}] = 4 \dots 6 \text{ МПа}$ – допустиме напруження змінання.

За ДСТУ 16093:2018 приймаємо $d=24$ мм з кроком $S = 1,5 \text{ мм}$.

Отже:

$$d_2 \geq \sqrt{F / (\pi \cdot \varphi_H \cdot \varphi_h [\sigma_{см}])} \cong 19 \text{ мм.}$$

$$\sigma_{см} = \sqrt{\frac{4510.08}{3,14 \cdot 2,5 \cdot 0,75 \cdot 24}} = 4,99 \text{ МПа} \leq 6 \text{ МПа.}$$

Висновок: отже, дана різь витримає напруження на змінання.

						Арк.
						36
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Altintas Y. A General Mechanics and Dynamics Model for Helical End Mills / Y. Altintas, P. Lee // Journal of Manufacturing Science and Engineering. – 1998. – № 120(4). –Р. 684–692.

2. Engin S. Mechanics and Dynamics of general milling cutters. Part 1: helical end mills / S. Engin, Y. Altintas // International Journal of Machine Tools and Manufac-ture. – 2001. – № 45. – P. 2195-2212. 10. Altintas Y. Manufacturing Automation / Y. Altintas // Metal Cutting Mechanics, Machine Tool Vibrations, and CNC Design. – Cambridge : University Press, 2012. – 366 p.

3. Яловий Г.К., Пашін В.П., Сичов В.С. Економіка та організація виробництва : навч. видання. - К.: "Політехніка", 2004. - 80 с.

4. Яновський В.А., Сніцар В.Г. Технологічна оснастка. Практичні заняття. Навчально – методичний посібник. – Житомир: ЖДТУ, 2005. – 120 с

5. Железна А.О., Кирилович В.А.: «Основи взаємозамінності, стандартизації та технічних вимірювань». Навчальний посібник.-Житомир.: ЖІТІ, 2002. - 616 с.

6. Канарчук В.Є. Надійність машин [Текст] / В.Є. Канарчук, С.К. Полянський, М.М. Дмитрієв. – К.: Либідь, 2003. – 424 с.

7. Загальномашинобудівні нормативи режимів різання для технічного нормування робіт на металорізальних верстатах. Частина 1. Токарні, карусельні, токарно-револьверні, алмазно-расточні, свердлильні, строгальні, долбежні та фрезерні верстати.: Машинобудування, 1974 р.

8. Загальномашинобудівні нормативи часу допоміжного, обслуговування робочого місця та підготовчо-заключного для технічного нормування верстатних робіт. Серійне виробництво.: Машинобудування, 1974 р. – 421 с.

9. Загальномашинобудівні нормативи режимів різання для технічного нормування робіт на металорізальних верстатах. Частина 3. Вид. 3-є.: ЦБНТНІІ праць, 1978 р. 360 с.

10. Загальномашинобудівні нормативи часу та режимів різання, для нормування робіт, виконуваних на універсальних та багатоцільових верстатах з ЧПУ. Частина 1.: Машинобудування, 1990 р. – 206 с.

						Арк.
						37
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

ДОДАТКИ

						Арк.
						38
<i>Змн.</i>	<i>Арк.</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>		