

Центральноукраїнський національний технічний університет
Механіко-технологічний факультет
Кафедра «Машинобудування, мехатроніки і робототехніки»

«Допущено до захисту»
Завідувач кафедри ММР
к.т.н., доцент
_____ Андрій ГРЕЧКА
« _____ » _____ 20____ р.

КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА

за першим (бакалаврським) рівнем вищої освіти

на тему:

**«Розробка технологічного процесу механічної обробки
кришки задньої МП90Б-01.003.**

**Development of the technological process of mechanical
processing of the back cover MP90B-01.003.»**

Виконав здобувач вищої освіти 3ск
курсу групи ПМ(ТМ)-21-3СК
ОПП «Комп'ютерний інжиніринг
технологій, робототехніка і 3D-друк»
спеціальності 131 «Прикладна механіка»
_____ Валентин ОЛШЕВСЬКИЙ

Керівник роботи к.т.н., доцент
_____ Олександр СКІБІНСЬКИЙ

Рецензент: д.т.н., професор
_____ Ігор ШЕПЕЛЕНКО

Кропивницький – 2024

Центральноукраїнський національний технічний університет

Факультет	<u>Механіко-технологічний</u>
Кафедра	<u>Машинобудування, мехатроніки і робототехніки</u>
Рівень вищої освіти	<u>перший (бакалаврський)</u>
Галузь знань	<u>13 Механічна інженерія</u>
Спеціальність	<u>131 Прикладна механіка</u>
Освітньо-професійна програма	<u>Комп'ютерний інжиніринг технологій, робототехніка і 3D-друк</u>

ЗАТВЕРДЖУЮ
Завідувач кафедри ММР
_____ Андрій ГРЕЧКА

« ____ » _____ 2024 р.

**ЗАВДАННЯ НА КВАЛІФІКАЦІЙНУ РОБОТУ
ЗА ПЕРШИМ (БАКАЛАВРСЬКИМ) РІВНЕМ ВИЩОЇ ОСВІТИ
ЗДОБУВАЧА ВИЩОЇ ОСВІТИ
Валентина ОЛШЕВСЬКОГО**

(прізвище, ім'я, по батькові)

1. Тема роботи: Розробка технологічного процесу механічної обробки
кришки задньої МП90Б-01.003

2. Керівник роботи: _____ к.т.н., доц., Олександр Скібінський

3. Строк подання роботи до захисту « ____ » _____ 2024 р.

4. Мета та завдання кваліфікаційної роботи:

Метою роботи є: розробка технологічного процесу механічної обробки деталі кришка задня на основі базового технологічного процесу шляхом його раціоналізації.

Завдання:

- виконати аналіз точності та технологічності деталі;
- виконати аналіз матеріалу деталі та способу виготовлення заготовки;
- проаналізувати базовий технологічний процес виготовлення деталі, виявити його переваги та недоліки, розробити раціоналізований технологічний процес, вибрати металорізальні верстати, затискні, допоміжні та контрольні пристрої, розрахувати припуски, режими різання та норми часу;
- спроектувати заготовку та схеми механічної обробки.

5. Консультанти по роботі, із зазначенням розділів

Розділ	Консультант	Підпис, дата	
		Завдання видав	Завдання прийняв
Загальна частина	Олександр СКІБІНСЬКИЙ		
Технологічна частина	Олександр СКІБІНСЬКИЙ		

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

№ п/п	Назва етапів роботи	Строк виконання етапів роботи	Примітка
1	Загальна частина	Квітень 2024	вик.
2	Технологічна частина	Квітень 2024	вик.
3	Графічна частина та оформлення	Червень 2024	вик.

Дата видачі завдання « ____ » _____ 2024 р.

Керівник роботи _____ Олександр СКІБІНСЬКИЙ
(підпис)

Завдання прийнято до виконання « ____ » _____ 2024 р.

Здобувач вищої освіти _____ Валентин ОЛШЕВСЬКИЙ
(підпис)

Анотація

Валентин ОЛШЕВСЬКИЙ. Розробка технологічного процесу механічної обробки кришки задньої МП90Б-01.003. Кваліфікаційна робота для освітнього ступеня «бакалавр»: спец. 131 Прикладна механіка / наук. кер. О. І. Скібінський; Центральноукраїн. нац. техн. ун-т. - Кропивницький: ЦНТУ, 2024. 69 с.

Метою роботи є: розробка технологічного процесу механічної обробки деталі кришка задня на основі базового технологічного процесу шляхом його раціоналізації.

В роботі виконано: опис деталі та її службового призначення, аналіз точності та технологічності; аналіз матеріалу деталі та способу виготовлення заготовки; аналіз базового технологічного процесу виготовлення деталі, визначено його переваги та недоліки, розроблено раціоналізований технологічний процес, вибрано металорізальні верстати, затискні, допоміжні та контрольні пристрої, розраховано припуски, режими різання та норми часу; спроектовано заготовку та схеми механічної обробки.

Актуальність роботи: підвищення продуктивності та зменшення собівартості виготовлення деталі за рахунок удосконалення технологічного процесу автоматизація виробництва шляхом застосування сучасних верстатів з числовим програмним управлінням (ЧПУ).

Практичне значення: розроблено удосконалений технологічний процес виготовлення деталі кришка задня.

Ключові слова: технологічний процес, кришка задня, верстат з ЧПУ, удосконалення.

Annotation

Valentyn OLISHEVSKY. Development of the technological process of mechanical processing of the back cover MP90B-01.003. Qualification work for the educational level "Bachelor", specialty 131 Applied mechanics / Scientific supervisor O. I. Skibinskyi: Central Ukrainian national technical university. – Kropyvnytskyi: CUNTU, 2024. 69 p.

The purpose of the work is: development of the technological process of mechanical processing of the back cover part on the basis of the basic technological process by means of its rationalization.

The work includes: a description of the part and its purpose, an analysis of accuracy and manufacturability; an analysis of the part material and the method of manufacturing the workpiece; an analysis of the basic technological process for manufacturing the part, its advantages and disadvantages were identified, a rationalized technological process was developed, metal-cutting machines, clamping, auxiliary and control devices were selected, allowances, cutting modes and time standards were calculated; the workpiece and machining schemes were designed.

Relevance of the work: increasing productivity and reducing the cost of manufacturing parts by improving the technological process and automating production through the use of modern machine tools with numerical program control (CNC).

Practical significance: an improved technological process for manufacturing the back cover part has been developed.

Keywords: technological process, back cover, CNC machine tool, improvement.

Центральноукраїнський національний технічний університет
Механіко-технологічний факультет
Кафедра «Машинобудування, мехатроніки і робототехніки»

**ПОЯСНЮВАЛЬНА ЗАПИСКА
до кваліфікаційної роботи на тему:**

**«Розробка технологічного процесу механічної обробки кришки задньої
МП90Б-01.003.
Development of the technological process of mechanical processing of the back
cover MP90B-01.003.»**

КРБ.ПМ.24.82.100.00.00.00 ПЗ

Виконав здобувач вищої освіти 3ск
курсу групи ПМ(ТМ)-21-3СК
ОПП «Комп'ютерний інжиніринг
технологій, робототехніка і 3D-друк»
спеціальності 131 «Прикладна механіка»

_____ Валентин ОЛШЕВСЬКИЙ

Керівник роботи к.т.н., доцент

_____ Олександр СКІБІНСЬКИЙ

Зміст

Вступ	7
1 Загальна частина	8
1.1 Характеристика деталі кришка задня	8
1.2 Характеристика виробничої програми.....	10
1.3 Визначення типу виробництва.....	10
2 Технологічна частина	13
2.1 Аналіз технологічності та точності деталі	13
2.2 Аналіз діючого технологічного процесу.....	16
2.3 Вибір заготовки і способу її виготовлення.....	19
2.4 Вибір методів обробки поверхонь деталі	21
2.5 Розробка маршруту виготовлення деталі.....	23
2.6 Вибір технологічних баз.....	25
2.7 Розробка структури технологічних операцій і вибір обладнання для їх здійснення.....	25
2.8 Вибір затискних пристроїв.....	48
2.9 Вибір ріжучих інструментів.....	48
2.10 Вибір вимірювальних пристроїв та інструментів.....	51
2.11 Визначення припусків та операційних розмірів.....	54
2.12 Визначення режимів різання.....	61
2.13 Технічне нормування операцій.....	65
Висновки	67
Список використаних джерел	69

Вступ

В останні роки у технології обробки металів різанням відбулися значні зміни. Інтенсифікація технологічних процесів завдяки використанню різальних інструментів з нових матеріалів, розширення застосування обладнання з ЧПУ, створення роботизованих верстатних комплексів та гнучких виробничих систем з ЕОМ-керуванням, підвищення розмірної та геометричної точності обробки – ось деякі з важливих напрямків розвитку технології механічної обробки в машинобудуванні. Якість машин, їхня надійність, довговічність і економічність в експлуатації залежать не лише від удосконалення конструкції, але й від технології виробництва.

Використання прогресивних високопродуктивних методів обробки, що забезпечують високу точність і якість поверхонь деталей машин, методів зміцнення робочих поверхонь для підвищення ресурсу роботи деталей і машин загалом, ефективне застосування верстатів з числовим програмним управлінням та іншої нової техніки, а також прогресивних форм організації та економіки виробничих процесів – все це спрямоване на вирішення основних завдань: підвищення ефективності виробництва та якості продукції.

1 Загальна частина

1.1 Характеристика деталі кришка задня

Деталь кришка задня (рисунок 1.1) з точки зору базування представляє собою деталь класу циліндрів з $L < d$. У деталей цього класу установчими базами приймаються поверхні максимальної площі, а центруючими - зовнішні циліндричні. Основними базовими поверхнями для більшості операцій даної деталі являються нижня і верхня торцеві поверхні 11, 13, а також центральний отвір 17 та два отвори 39. Нижня торцева поверхня 11 є поверхнею рознімання, тому обробляється з підвищеною точністю. Деталь також має бічний наскрізний отвір, який призначений для розміщення в ньому клапана-золотника. Цей отвір також обробляється з підвищеними вимогами до точності та якості. Похилі отвори в деталі служать для подачі робочої рідини до клапана-золотника. Вільною поверхнею, яка не обробляється є зовнішня циліндрична поверхня. Майже на всіх операціях вона служить для затиску деталі в пристосуваннях. Технічні вимоги на виготовлення деталі кришка задня відповідають відповідним стандартам. Маркується деталь буквами "А" і "В" випуклим шрифтом на нижній частині платиків.

Деталь призначена для герметизації корпусу гідронасосу, підведення магістралей високого та низького тиску і розміщення клапанів керування.

Основними поверхнями деталі є: торцева поверхня 11, внутрішня циліндрична поверхня 17 та внутрішні циліндричні поверхні 39, які визначають положення деталі у виробі.

Допоміжними поверхнями є торцеві поверхні 13, 37, 47, 5, 7, внутрішні циліндричні поверхні 33, 24, 8, 2, 10, так як вони визначають положення інших деталей у виробі.

Всі інші поверхні є вільними і служать для конструктивного оформлення виробу та для зручності його складання.

Конструкторськими базами є геометрична вісь деталі та торцеві поверхні 11, 37, 47, 5, 7, 15.

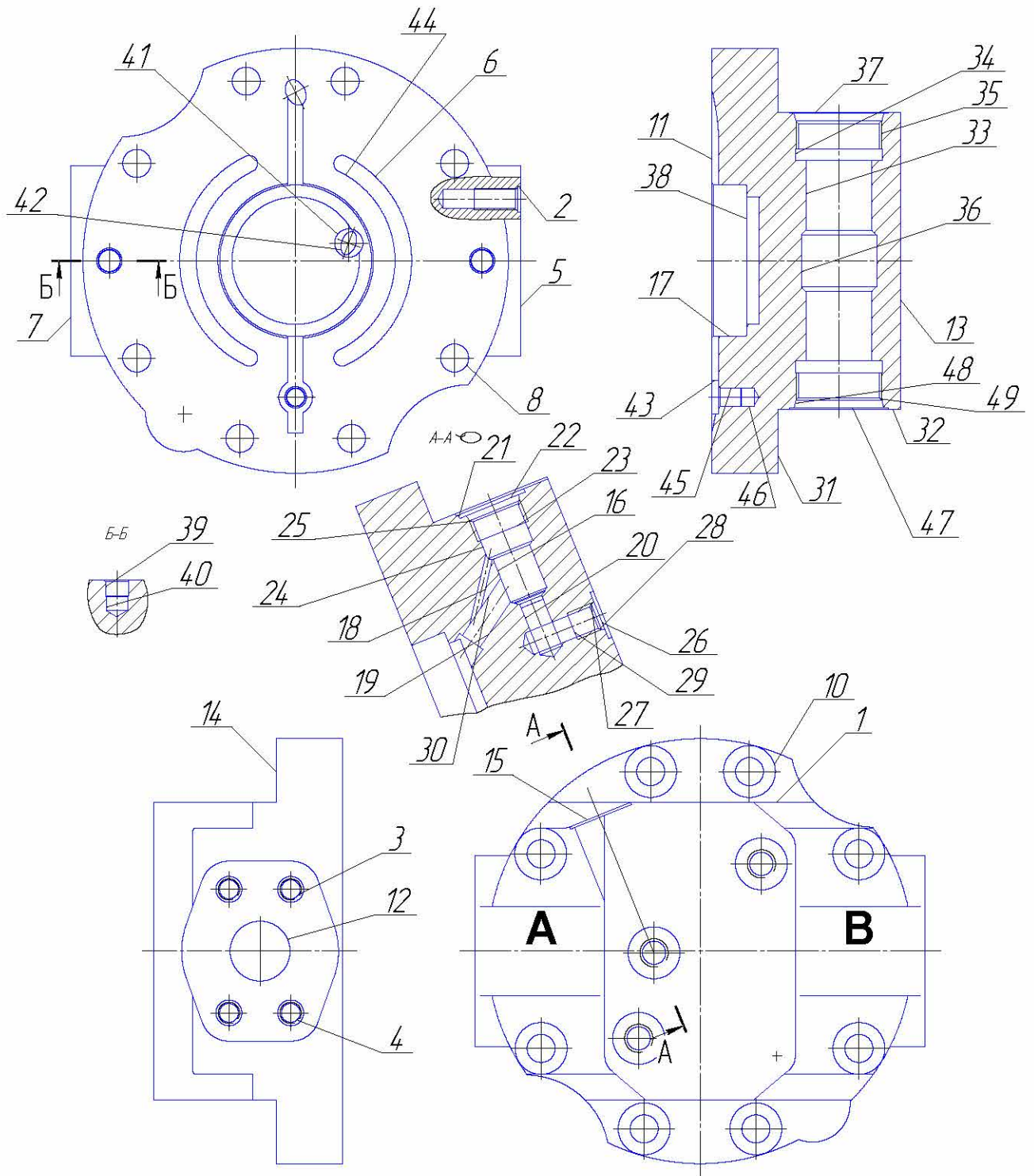


Рисунок 1.1 - Спрощений ескіз деталі кришка задня

1.2 Характеристика виробничої програми

Характер, структура та зміст технологічного процесу визначаються організаційними формами роботи проектного цеху, що залежать від розміру виробничої програми та типу робіт, які виконуються на робочих місцях.

Дані про виробничу програму наведені в таблиці 1.1.

Таблиця 1.1 - Подетальна річна програма

Назва виробу, кількість у виробі	Маса одного виробу, кг	Річна програма випуску	
		штук	тон
1	2	3	4
Кришка задня, 1 шт. в гідромоторі	10,1	8000	75,75

1.3 Визначення типу виробництва

Використовуючи дані базового технологічного процесу обробки деталі, за допомогою ПК та відповідного програмного забезпечення, визначаємо тип виробництва, що дозволяє скоротити об'єм і час розрахунків. Тип виробництва – крупносерійний.

Серійне виробництво характеризується обмеженою номенклатурою виробів, які виготовляються періодично повторюваними партіями. Це основний тип сучасного машинобудівного виробництва, що займає проміжне положення між одиничним і масовим виробництвом за всіма технологічними та виробничими характеристиками.

Обсяг випуску підприємств серійного типу варіюється від десятків і сотень до тисяч регулярно повторюваних виробів. Для цього використовуються універсальне, спеціалізоване та частково спеціальне обладнання, включаючи верстати з ЧПУ, оброблювальні центри, гнучкі автоматизовані системи з транспортуючими пристроями, керованими ЕОМ. Обладнання розташовується

за технологічними групами, враховуючи напрямки основних вантажопотоків цеху по предметно і предметно-замкнутих ділянках. Також використовуються групові поточкові лінії та переміно-поточкові автоматичні лінії.

Технологічне оснащення в основному універсальне, але у крупносерійному виробництві часто застосовується високопродуктивне спеціальне оснащення, доцільність якого повинна бути попередньо обґрунтована техніко-економічним розрахунком. Універсальне переналагоджуване технологічне оснащення широко використовується для підвищення коефіцієнта оснащеності серійного виробництва. Необхідна точність досягається як методами автоматичного одержання розмірів, так і методами пробних ходів і промірів із частковим застосуванням розмітки.

Середня кваліфікація робітників у серійному виробництві вища, ніж у масовому, але нижча, ніж в одиничному. Поряд із робітниками високої кваліфікації, що працюють на складних універсальних верстатах, використовуються й робітники-оператори, які працюють на налаштованих верстатах.

Залежно від розмірів партій випущених виробів, характер технологічних процесів серійного виробництва може значно змінюватися, наближаючись до масового (у крупносерійному) або одиничного (у дрібносерійному) типів виробництва. Правильне визначення характеру проектованого технологічного процесу та ступеня його технічної оснащеності, найраціональніших для конкретних умов серійного виробництва, є складним завданням. Воно вимагає від технолога розуміння реальної виробничої обстановки, перспектив розвитку підприємства та вміння проводити серйозні техніко-економічні розрахунки й аналізи.

Розрахунок типу виробництва.

Кришка задня

Вихідні дані		
Програма випуску 7500		
номер операції	дійсний річний фонд часу роботи обладнання	штучний час
5	3890	3.3150
10	3890	1.6521
15	3890	3.5190
20	3890	3.3925
25	3890	3.0510
30	3890	3.4930
35	3890	2.9860
40	3890	5.4220
45	3890	13.8020
50	3890	4.0370
55	3890	10.2250
60	3890	43.2850
65	3890	3.6010
70	3890	5.2210
75	3890	0.8850
80	3890	1.7710
85	3890	1.7710
90	3890	6.3110
95	3890	6.6020
100	3890	2.1240
105	3890	2.1240
110	3890	2.2250
115	3890	1.8990
120	3890	3.1920

Результати розрахунку

номер операції	Розрахункова кількість верстатів	Прийнята кількість верстатів	кількість операцій на даному верстаті
5	0.1332	1	6.01
10	0.0664	1	12.06
15	0.1413	1	5.66
20	0.1363	1	5.87
25	0.1225	1	6.53
30	0.1403	1	5.70
35	0.1199	1	6.67
40	0.2178	1	3.67
45	0.5544	1	1.44
50	0.1622	1	4.93
55	0.4107	1	1.95
60	1.7386	2	0.92
65	0.1446	1	5.53
70	0.2097	1	3.81
75	0.0355	1	22.50
80	0.0711	1	11.25
85	0.0711	1	11.25
90	0.2535	1	3.16
95	0.2652	1	3.02
100	0.0853	1	9.38
105	0.0853	1	9.38
110	0.0894	1	8.95
115	0.0763	1	10.49
120	0.1282	1	6.24

Коефіцієнт закріплення операцій 6.654422

Тип виробництва - крупносерійний










2 Технологічна частина

2.1 Аналіз технологічності та точності деталі

Дані аналізу представлено в таблиці 2.1, ескіз на деталь з нумерацією поверхонь, які оброблюються представлено на рисунку 1.3.

Технологічність конструкції виробу визначає її пристосованість до досягнення оптимальних затрат при виробництві, експлуатації та ремонті для заданих показників якості, об'єму випуску та умов виконання робіт. Основні показники якості виробу включають безвідмовність функціонування, довговічність, точність з'єднань, рівень шуму, безпеку, коефіцієнт корисної дії, зручність і простоту обслуговування, ступінь механізації тощо.

Таблиця 2.1 - Параметри точності деталі кришка задня

№ по в	Найменування поверхні	Розмір з відхиленням	Точність		Шорсткість поверхні
			відносних	форми	
1	Бічні поверхні	126 ^{+0,6}	 R 0,2 M		Ra 12,5
2	8 отворів	Ø11 ^{+0,43}			Ra 12,5
3	Різь	M10			
4	8 отворів	Ø9 ^{+0,36}			Rz 20
5,7	Торцеві поверхні	95,25±0,24		 0,024	Ra 2,5
6	Дугообразний паз	Ø84,2 ^{+1,0}	 Ø0,58 M A		Ra 12,5
44	Дугообразний паз	Ø98,3 _{-1,0}	 Ø0,58 M A		Ra 12,5
8	8 отворів	Ø11,9 ^{+0,75} _{-0,11}			Ra 12,5
9	Отвір	Ø21±0,7			Ra 2,5
10	Отвір	Ø22 ^{+1,9} _{-1,4}			Ra 12,5
11 13	Торцева поверхня	80±0,11			Ra 12,5
12	Отвір	Ø25,4 ^{+0,49} _{-0,09}	 T/2 0,37 Г		Ra 12,5
14 31	Торцева поверхня	27,5±0,4			Ra 2,5
15	Паз	Ø32 ^{+0,6}			Ra 2,5
16	Отвір	Ø16,662±0,024	 Ø0,05 T		Ra 12,5
17	Циліндр. пов.	Ø54,3 ^{+0,043} _{+0,018}		 0,02 Б	Ra 12,5
18	Отвір	Ø3,1±0,2			Ra 2,5
19	Отвір	Ø9 ^{+0,36}			Ra 2,5
20	Отвір	Ø10±0,2			Ra 12,5
21	Циліндр. пов.	Ø30±0,3	 0,1 Ф		Ra 2,5
22	Паз	1,5±0,13			Ra 2,5
23	Різь	M20			Ra 12,5
24	Отвір	Ø19 ^{+0,52}			Ra 2,5
25	Отвір	Ø23,93 ^{+0,11}	 Ø0,22 Ф		Ra 12,5

Продовження таблиці 2.1

26	Торцева пов.	$\varnothing 15^{+0,52}$			Ra 2,5
27	Отвір	$\varnothing 12,37^{+0,13}$			Ra 2,5
28	Фаска	1×45^0			Ra 2,5
29	Різь	M10			Ra 2,5
30	Отвір	$\varnothing 9^{+0,36}$			Ra 2,5
32 36	Бокові пов.	$125 \pm 0,22$			Ra 2,5
33	Отвір	$\varnothing 28^{+0,013}$ $+0,005$			Ra 0,4
34	Канавка	$\varnothing 37^{+0,62} \times 5$			Ra 2,5
35	Різь	M36 x 1,5			
37	Отвір	$\varnothing 32 \pm 0,31$			Ra 6,3
38	Торцева пов.	$15,01_{-0,05}$			Ra 2,5
39	2 отвори	$\varnothing 9,566^{+0,012}$			Ra 12,5
40	2 отвори	$\varnothing 9,14^{+0,36}$			Ra 2,5
41	Отвір	$\varnothing 10,5^{+0,43}$			Ra 2,5
42	Отвір	$\varnothing 9^{+0,36}$			Ra 2,5
43	Отвір	$\varnothing 14,27^{+0,37}$ $-0,24$			Ra 2,5
45	Отвір	$\varnothing 7,951^{+0,05}$			Ra 12,5
46	Отвір	$\varnothing 7,5^{+0,3}$			Ra 2,5
47	Торцева пов.	$\varnothing 42^{+0,3}$			Ra 2,5
48	Конічна пов.	$\varnothing 38,1^{+0,13}$ $15^0 \pm 1^0$			Ra 2,5
49	Фаска	1×45^0			Ra 2,5

Деталь, яка аналізується, - задня кришка, має призматичну форму і належить до деталей корпусного типу. Всі поверхні деталі мають правильну геометричну форму, яка легко отримується при виготовленні заготовки. Майже всі поверхні, що оброблюються, легко доступні для обробки. Для даної форми заготовки базові поверхні мають вдалу форму та розміщення, що полегшує технологічний процес виробництва деталі. Єдиними нетехнологічними елементами можна вважати два глибокі отвори малого діаметру, розташовані під кутом до основних отворів деталі.

Більшість конструктивних елементів кришки можна закласти у форму заготовки, що зменшує витрати на матеріал та економить ресурси при обробці.

Таким чином, загалом конструкцію деталі можна вважати технологічною. До всіх оброблюваних поверхонь забезпечений вільний підхід ріжучого інструменту. Відсутні поверхні з необґрунтовано високою точністю обробки. Всі невідповідальні поверхні обробляються за 14-м квалітетом. При обробці відповідальних поверхонь дотримується принцип єдності баз, що знижує відсоток браку.

Проаналізувавши всі вищезазначені фактори, можна вважати деталь технологічною.

2.2 Аналіз діючого технологічного процесу

У більшості випадків для механічної обробки деталі використовуються застарілі моделі технологічного обладнання, зокрема металообробні автомати та напівавтомати, а також агрегатні верстати. Діючий технологічний процес та використовувані моделі верстатів не забезпечують необхідної гнучкості виробництва, що є важливим в умовах сучасного ринку. Завдяки використанню нових конструкцій обробних центрів та верстатів з ЧПУ можна значно скоротити загальну кількість верстатів та іншого технологічного обладнання. Це дозволить зменшити виробничі площі, витрати електроенергії та чисельність робітників, що, в свою чергу, знизить собівартість виготовлення деталі.

Базовий технологічний процес виготовлення деталі "задня кришка" наведено в таблиці 2.2.

Таблиця 2.2 - Базовий технологічний процес механічної обробки кришки задньої

№ п/п	Верстат	Штучний час $T_{шт}, хв$	Час обробки програми	Коефіцієнт завантаження $K_3 = T_N / T_{ар}$	Час переналагодження на іншу деталь, год	Коефіцієнт гнучкості технології $K_{гн} = W_{гн} < 0.025$
1	2	3	4	5	6	7
005	Карусельно-фрезерувальний ГФ2223	3,315	414,38	0,1	4	0,01
010	Плоскошліфувальний ЗЕ756Л	1,6521	206,51	0,052	3	0,015
015	Агрегатний АМ 12135	3,519	439,88	0,111	4	0,009
020	Барабанно-фрезерний ГФ-1080МС264	3,3925	424,06	0,107	4	0,009
025	Плоскошліфувальний ЗБ722	3,05085	381,36	0,096	3	0,008
030	Агрегатний	3,493	436,63	0,11	4	0,009
035	Слюсарна					
040	Спеціально фрезерний ДФ513РК213	2,98625	373,28	0,094	5	0,013
045	Фрезерний з ЧПУ ЛФ341Ф3	5,42212	677,77	0,17	4	0,006
050	Слюсарна					
055	Фрезерний з ЧПУ 6Д12Ф20	13,80163	1725,2	0,433	4	0,002
060	Фрезерний з ЧПУ 6Д12Ф20	4,03663	504,58	0,127	4	0,008
065	Обрабат. центр ІР320ПМФ4	10,2247	1278,09	0,321	5	0,004
070	Обрабат. центр ІР320ПМФ4	43,285	5410,63	1,359	5	0,009

Продовження таблиці 2.2

1	2	3	4	5	6	7
075	Вертикально-свердильний 2С132	3,60115	450,14	0,113	3	0,007
080	Вертикально-свердильний 2С132	5,22115	652,69	0,164	3	0,005
085	Вертикально-свердильний 2С132	0,8850	110,63	0,028	3	0,027
090	Вертикально-свердильний 2С132	1,7712	221,4	0,056		0,014
095	Вертикально-свердильний 2С132	1,7712	221,4	0,056	3	0,014
100	Вертикально-свердильний 2С132	6,31066	788,83	0,198	3	0,004
105	Слюсарна					
110	Вертикально-свердильний 2С132	6,60228	825,29	0,207	3	0,004
115	Плоскошліфувальний DSR2600/1000	2,1237	265,46	0,07	3	0,011
120	Плоскошліфувальний DSR2600/1000	2,1237	265,46	0,07	3	0,011
125	Слюсарна					
130	Алмазно- розточувальний КК- 1286	2,25517	281,9	0,726	4	0,014
135	Слюсарна					
140	Алмазно-розточувальний КК- 1286	1,89875	237,34	0,06	4	0,017
145	Слюсарна					
150	Доводочний FL-12	3,1924	399,05	0,1	2	0,005

При виготовленні деталі дотримується принцип єдності технологічних та вимірювальних баз, а деталь обробляється у пристосуваннях на всіх етапах – чорнових, чистових та проміжних. Технологічний процес обробки задньої кришки виконується на спеціальних високопродуктивних верстатах. Для цього використовується спеціальне технологічне оснащення, призначене виключно для обробки даної деталі. Переналаштування верстатів для обробки іншої деталі потребує значних затрат і змін.

Більшість операцій даного технологічного процесу виконується на верстатах з ЧПУ та напівавтоматах, але для операцій 065, 070, 075, 080, 085, 090 та 095 використовуються універсальні вертикально-свердлильні верстати. Для деяких з цих операцій можна також впровадити верстати з ЧПУ, на яких можливо з однієї установки виконати обробку декількох поверхонь, як чорнову, так і чистову.

Як видно з таблиці, згідно коефіцієнтів завантаження (графа 5) необхідно провести довантаження майже всіх операцій.

Але при цьому необхідно на деяких верстатах змінити технологічну оснастку, або застосувати заміну верстатів з метою підвищення коефіцієнту гнучкості технології.

2.3 Вибір способу виготовлення заготовки

Таблиця 2.3 - Хімічний склад та механічні властивості матеріалу деталі кришка задня

Марка матеріалу	Механічні властивості				
	Тимчасовий опір розриву, Н/мм ²	Межа текучості, Н/мм ²	Відносне подовження, %	Ударна в'язкість, Н-м/см ²	Твердість НВ не більш
ВЧ60 ГОСТ 7293-85	60	40	2	2,0	170-269

Високоміцний чавун використовується для виготовлення виливок конструкційного призначення замість сталі та ковкого чавуну. Його міцність при нагріванні до 450-500°C знижується повільніше, ніж у вуглецевих сталей. Високоміцний чавун добре обробляється різанням і легко зварюється за допомогою газового зварювання із застосуванням стрижнів з чавуну. Він добре піддається термічній обробці, яка може значно змінювати структуру та властивості виливок.

Для отримання виливок з чавуну з шароподібним графітом до розплавленого чавуну додають магній або інші спеціальні присадки. Механічні властивості та структура чавуну забезпечуються як у литому вигляді, так і шляхом термообробки.

Виливки складної конфігурації використовуються після зняття литих напружень.

Враховуючи, що деталь має нескладну форму, невисокі вимоги до чистоти поверхні, а також тип виробництва, початково приймаємо метод отримання заготовки шляхом лиття в піщано-глиняні форми.

На основі аналізу деталі за кресленням, а також використовуючи учбову та довідкову літературу, були відібрані два способи отримання виливки: лиття в піщано-глиняні форми та лиття в кокіль.

Щоб остаточно переконатися у правильності вибраного методу отримання заготовки, проведемо вартісний аналіз двох видів заготовок. Чисельним критерієм даного аналізу є коефіцієнт використання матеріалу, який визначається за формулою:

$$K_{em} = m_D / m_3$$

де m_D - маса деталі, кг

m_3 - маса заготовки, кг

Масу отримуємо по формулі:

$$m = \rho \cdot V$$

де ρ - густина матеріалу деталі, кг/см³

V - об'єм деталі, см³

Визначаємо масу заготовки, отриманої при литті в кокіль та при литті в піщано-глиняні форми. Розбиваємо тіло деталі на прості геометричні фігури і визначаємо об'єм:

$$V_{31} = 1521$$

Тоді маса заготовки₁ становить:

$$m_{31} = 11,1$$

Аналогічно визначаємо об'єм та масу заготовки₂:

$$V_{32} = 1603$$

$$m_{32} = 11,7 \text{ кг}$$

З розрахунків добре видно, що коефіцієнт використання матеріалу при виготовленні заготовки литтям в кокіль вище. Підставляючи відомі величини в формулу отримаємо:

$$K_{e,m1} = 10,1/11,1 = 0,91$$

$$K_{e,m2} = 10,1/11,7 = 0,86$$

Визначимо грошовий еквівалент економії матеріалу. Для цього прорахуємо різницю мас двох видів заготовок:

$$m_{з1} - m_{з2} = 11,7 - 11,1 = 0,6\text{кг}$$

Перемножуючи різницю на вартість одного кілограму матеріалу та на річну програму випуску деталі ми отримаємо повну річну економію E .

$$E = 0,6 \cdot 7500 \cdot 0,97 = 4365\text{грн.}$$

Проаналізувавши отримані результати, приймаємо в якості методу отримання заготовки – лиття в кокіль.

Припуски на обробку та допуски розмірів на виливки визначаємо у відповідності до стандартів

Клас розмірної точності виливки - 9

Ступінь короблення елементів виливки - 2

Ступінь точності поверхонь виливки- 10

Клас точності маси - 7

Ряд припусків - 5

Точність виливки 8-2-10-7 ГОСТ 26645-85

Зовнішній радіус закруглень $R = 3 \div 4\text{мм}$. Ливарні нахили 1^0 в сторону збільшення розмірів виливки.

2.4 Вибір методів обробки поверхонь деталі

Приймаємо позначення поверхонь деталі згідно з технологічним кресленням. На кожному з поверхонь, яка підлягає більш ніж одному переходу механічної обробки, призначаємо декілька маршрутів і здійснюємо їх обчислення. Чисельні значення економічних допусків і шорсткості поверхонь приймаємо згідно з [4] та [5].

Розрахунки зводимо до таблиці 2.4.

Як видно з розрахунків, для поверхонь 5, 7, 11, 13 оптимальним є маршрут

№1, при якому $\varepsilon_{заг} < \Pi \varepsilon_i$.

Для поверхонь 16, 17, 38 маршрут №1 теж є більш доцільним. Для поверхні 33 загальні уточнення рівні, але маршрут №1 є більш доцільним у зв'язку з тим, що він має на один перехід менше.

Таблиця 2.4 - Технологічні маршрути обробки поверхонь деталі кришка задня

Позначення поверхні	Допуск на поверхню по кресленню, δ_d мм	Шорсткість поверхні, мкм	Допуск на заготовку по поверхні, δ_3 мм	Загальне уточнення ε_3	Можливі технологічні маршрути обробки поверхні		Економічні допуски на проміжні методи обробки	Частинні коефіцієнти уточнення	Добуток уточнень
					№ п/п	Зміст маршруту			
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
5, 7	0,4	2,5	3	7,5	1	Фрезерувати начорно	1	3	
						Фрезерувати начисто	0,6	1,67	
						Шліфування	0,4	1,5	7,5
					2	Точіння чорнове	1,2	2,5	
						Точіння чистове	0,3	4	
Шліфування	0,4	1,5	15						
11 13	0,03	2,5	3	100	1	Фрезерувати начорно	0,5	6	
						Фрезерувати начисто	0,2	2,5	
						Шліфування чорнове	0,1	2	
						Шліфування чистове	0,03	3,33	100
					2	Точіння чорнове	1,2	2,5	
						Точіння чистове	0,6	2	
						Шліфування чорнове	0,1	6	
						Шліфування чистове	0,03	3,33	99,8
16	0,048	1,25	1,5	31,2	1	Свердлування	0,3	5	
						Розточування	0,1	3	
						Розгортання	0,048	2,08	31,2
					2	Свердлування	0,3	5	
						Розгортання чорнове	0,07	4,28	
						Розгортання чистове	0,048	1,46	31,39
17	0,025	2,5	2,2	88	1	Зенкерування	0,2	11	
						Розгортання	0,12	1,67	
						Розточування чорнове	0,05	2,4	
						Розточування чистове	0,02	2,5	110
					2	Зенкерування	0,2	11	
						Розгортання	0,12	1,67	
Розгортання чистове	0,03	4	73,48						

Продовження таблиці 2.4

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10					
33	0,008	0,4	1,9	237,5	1	Зенкерувати	0,4	4,75						
						Розточити	0,3	1,34						
						Розгортання	0,06	5						
											Розгортання чистове	0,012	5	
											Розгортання тонке	0,008	1,5	240,1
					2	Зенкерувати	0,4	4,75						
						Розточити	0,3	1,34						
Розточування	0,05	6												
Розгортання попереднє	0,03	1,67												
Розгортання чорнове	0,013	2,32												
Розгортання чистове	0,012	1,09												
						Розгортання тонке	0,008	1,5	240,1					
38	0,05	2,5	2	40	1	Зенкерування	0,2	10						
						Розгортання	0,12	1,67						
						Розточування	0,05	2,4	40,08					
					2	Зенкерування	0,2	10						
						Розгортання	0,12	1,67						
						Розгортання чистове	0,03	4	66,8					

2.5 Розробка маршрутів виготовлення деталі

Спершу слід обробляти поверхні деталі, до яких висуваються найбільші вимоги щодо точності, тобто найважливіші конструкторські бази. Від базових поверхонь, підготовлених на першій операції, планується подальша обробка інших поверхонь. Найбільш точні та легко пошкодзовані поверхні повинні оброблятися в останню чергу. При проектуванні маршруту обробки слід прагнути до мінімізації переустановок деталі з верстата на верстат.

З урахуванням вимог в першу чергу на кришці необхідно обробити нижню та верхню торцеві поверхні. Це обумовлено тим, що до них найбільше вимог точності.

При обробці кришки задньої в останню чергу обробляються центральний отвір, та різьбові отвори на торцях.

При цьому майже на всіх операціях кришка задня установлюється на торцеві поверхні та базові отвори. Маршрут обробки деталі представлено в табл. 2.5.

Таблиця 2.5 – Маршрут обробки деталі кришка задня

№ оп.	Найменування операції	Зміст операції	Технологічне обладнання
1	2	3	4
001	Транспортна	Транспортувати заготовки на ділянку мехобробки	Електрокара
005	Карусельно-фрезерна	Фрезерувати поверхні	Карусельно-фрезерний ГФ2223
010	Плоскошліфувальна	Шліфувати площини	Плоскошліфувальний 3Е756Л
015	Комплексна на ОЦ	Обробити отвори зі сторони площини роз'єму, фрезерувати дугоподібні канавки, цекувати отвори, фрезерувати поверхні та уступ, фрезерувати платики, обробити отвори зі сторони платиків	Оброблювальний центр МСН-500
020	Горизонтально-фрезерна	Фрезерувати паз	Горизонтально-фрезерний ДФ513РК21
022	Слюсарна	Зачистити заусенці	
025	Плоскошліфувальна	Шліфувати платики	Плоскошліфувальний 3Б722
030	Комплексна на ОЦ	Центрувати отвори, свердли, зенкерувати отвори, обробити бічний отвір, та отвір під кутом	Оброблювальний центр МСН-500
035	Вертикально-свердлильна	Свердли отвір	Вертикально-свердлильний 2Н135
040	Вертикально-свердлильна	Цекувати та свердли отвір	Вертикально-свердлильний 2Н135
045	Вертикально-свердлильна	Нарізати різьбу	Вертикально-свердлильний 2Н135
050	Вертикально-свердлильна	Нарізати різьбу	Вертикально-свердлильний 2Н135
055	Вертикально-свердлильна	Нарізати різьбу	Вертикально-свердлильний 2Н135
060	Вертикально-свердлильна	Нарізати різьбу	Вертикально-свердлильний 2Н135
065	Вертикально-свердлильна	Розвернути отвір попередньо та кінцево	Вертикально-свердлильний 2С132
075	Плоскошліфувальна	Шліфувати поверхні	Плоскошліфувальний 3Б722

Продовження таблиці 2.5

1	2	3	4
080	Алмазно-розточувальна	Розточити отвір попередньо та кінцево	Алмазно-розточний КК-1286
085	Алмазно-розточувальна	Розточити 2 базових отвори	Алмазно-розточний КК-1286
095	Доводочна	Довести поверхню	Вертикально-доводочний FL-12
100	Миєчна	Промити та продути деталі	Машина для миття
101	Контрольна	Перевірити розміри	Стіл контрольний
103	Транспортна	Транспортувати деталі на склад	Електрокара

2.6 Вибір технологічних баз

Для першої чорнової бази необхідно вибирати поверхню з найбільшою площею. Чорнова база при обробці, як правило, застосовується лише один раз. На наступних операціях механічної обробки необхідно дотримуватися принципів єдності та постійності баз. Якщо застосування принципу єдності баз неможливе, слід дотримуватися принципу переходу від менш точної базової поверхні до більш точної. Вибір технологічних баз здійснюємо одночасно з розробкою маршруту обробки деталі.

Схеми базування деталі приведені в таблиці 2.6.

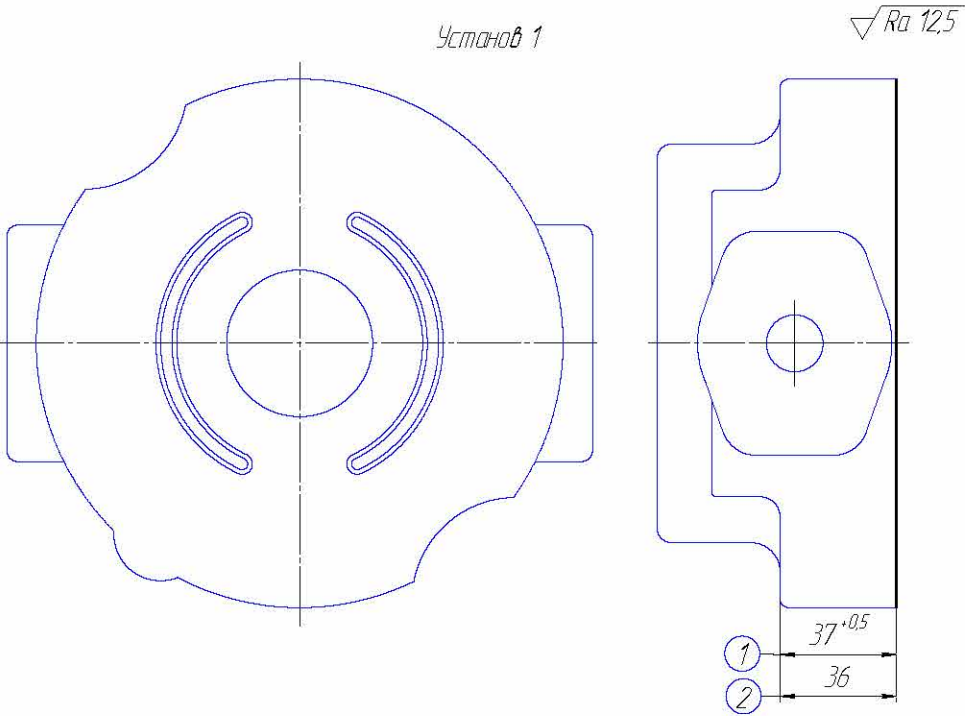
2.7 Розробка структури технологічних операцій і вибір обладнання для їх здійснення

З урахуванням програми випуску деталі в межах 7500 шт. на рік, найбільш доцільно застосування гнучкої технології з використанням верстатів з ЧПУ.

Виходячи з того, що тип виробництва деталі серійний, при розробці технологічного процесу будемо використовувати універсальне і спеціальне обладнання, верстати з ЧПУ, що дає можливість швидко переналагоджувати верстат на обробку партії інших деталей.

Структура технологічних операцій обробки деталі відображена в таблиці 2.6.

Таблиця 2.6 - Структура та зміст технологічних операцій

№ та назва операції	Модель верстату, назва	Операційний ескіз	Зміст операції
1	2	3	4
<p>005 Карусельно-фрезерна</p>	<p>ГФ2223 Карусельно-фрезерний</p>		<ol style="list-style-type: none"> 1. Встановити та закріпити заготовку. Установ 1. 2. Фрезерувати поверхню Б попередньо, витримуючи розмір 1. 3. Фрезерувати поверхню Б кінцево, витримуючи розмір 2. 4. Фрезерувати поверхню В попередньо, витримуючи розмір 3. 5. Фрезерувати поверхню В кінцево, витримуючи розмір 4 та допуск 5. 6. Відкріпити та зняти деталі, первстановити деталь.

Продовження таблиці 2.6

1	2	3	4
		<p style="text-align: center;"><i>Установ 2</i></p> <p style="text-align: center;">$\sqrt{Ra} 12,5$</p> <p style="text-align: center;">5</p> <p style="text-align: center;">5</p> <p style="text-align: center;">3 $83^{+0,5}$</p> <p style="text-align: center;">4 $80,9 \pm 0,1$</p>	

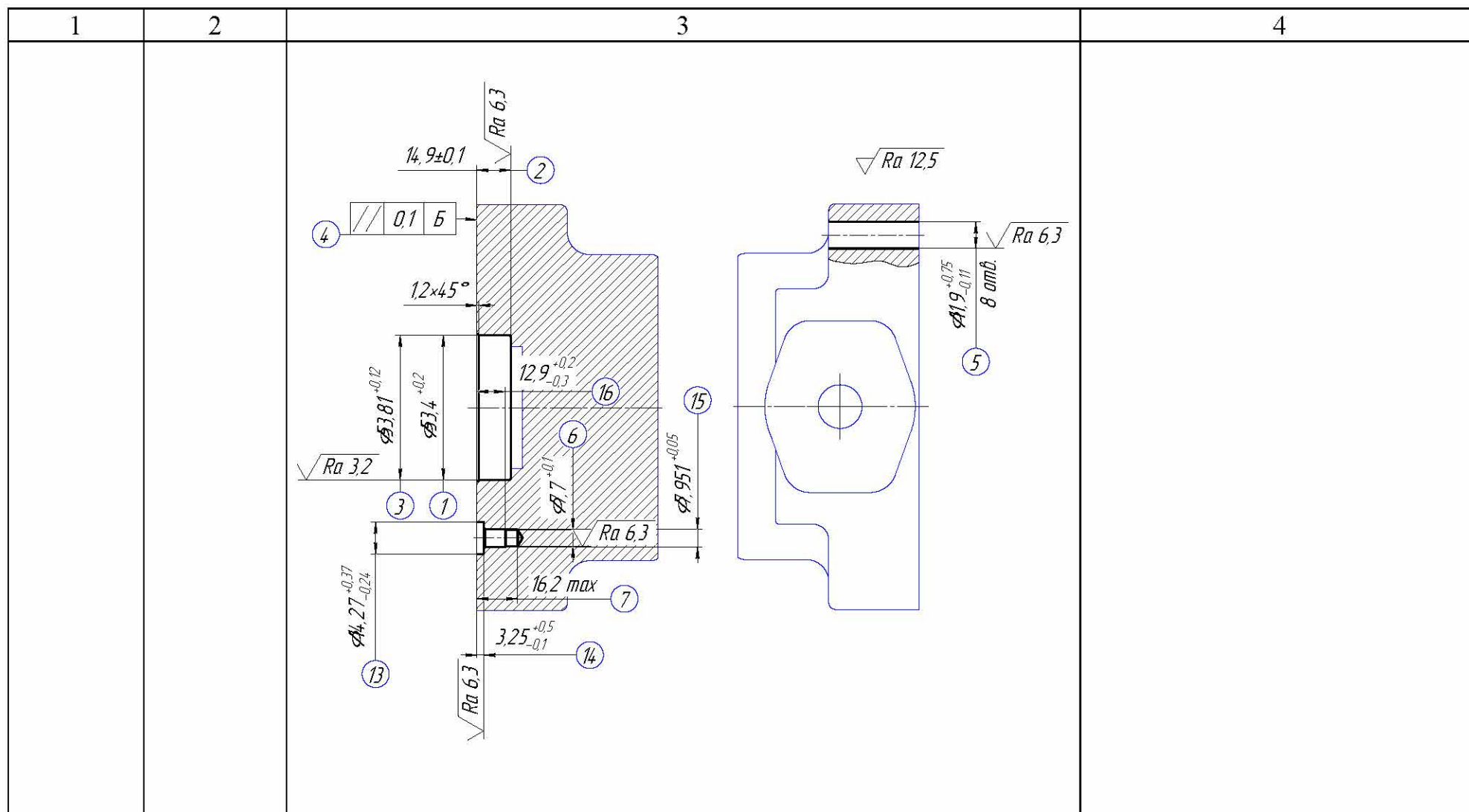
Продовження таблиці 2.6

1	2	3	4
<p>010 Плоскошліфувальна</p>	<p>ЗЕ756Л Плоскошліфувальний</p>		<ol style="list-style-type: none"> 1. Встановити 12 деталей на магнітний стіл. 2. Шліфувати площину Б, витримуючи розмір 1 та допуск 4. 3. Встановити деталі на іншу поверхню. 4. Шліфувати поверхню, витримуючи розмір 2 та допуски 3, 4. 5. Зняти деталі.

Продовження таблиці 2.6

1	2	3	4
<p>015 Комплексна на ОЦ</p>	<p>МСН-500 Оброблювальний центр</p>		<p>Установ 1. 1. Встановити та закріпити деталь. 2. Зенкерувати отвір, витримуючи розміри 1,2. 3. Розвернути отвір, витримуючи розміри 2,3 та допуск 4. 4. Свердлити вісім отворів, витримуючи розмір 5. 5. Свердлити отвір, витримуючи розміри 6,7. 6. Свердлити 2 отвори, витримуючи розміри 10-12. 7. Цекувати отвір, витримуючи розміри 13,14. 8. Розвернути отвір, витримуючи розміри 15,16. 9. Розвернути два отвори, витримуючи розміри 17,18. 10. Фрезерувати дугоподібні канавки, витримуючи розміри 23-25 та допуск 26.</p>

Продовження таблиці 2.6



Продовження таблиці 2.6

1	2	3	4
			<p>Установ 2. Позиція 1. 11.Цекувати 8 отворів, витримуючи розміри 27,-29. 12.Фрезерувати поверхні, витримуючи розміри 30-32. 13.Фрезерувати уступ, витримуючи розмір 33. 14. Поворот столу на 90°. Позиція 2. 15.Фрезерувати платик попередньо, витримуючи розмір 34. 16.Фрезерувати платик кінцево, витримуючи розмір 35 та допуск 36. 17.Свердлити 4 отвори, витримуючи розміри 37-40. 18.Зенкерувати отвір, витримуючи розміри 41,42. 19. Нарізати різьбу в чотирьох отворах, витримуючи розміри 43,44.</p>

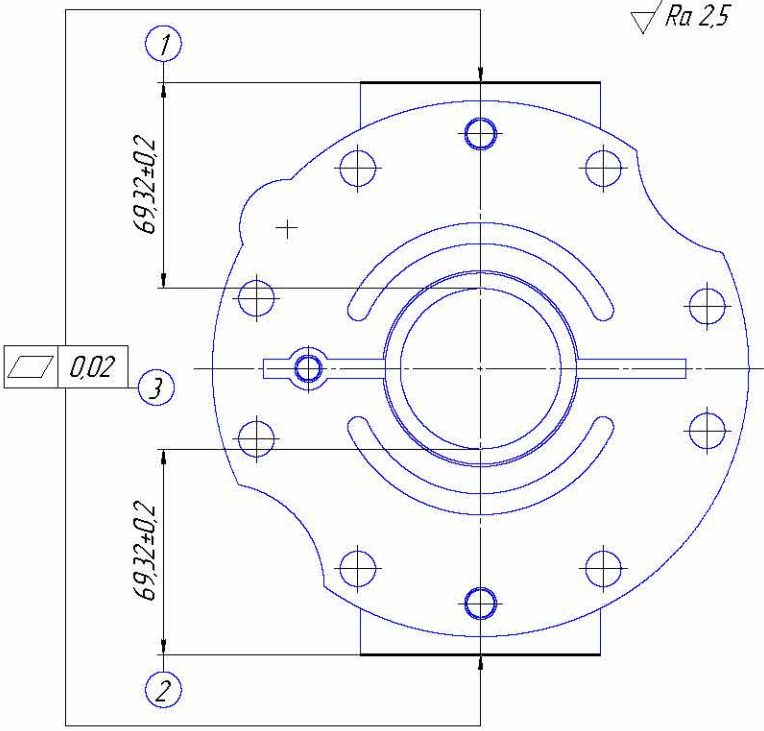
Продовження таблиці 2.6

1	2	3	4
		<p>Technical drawing showing a cross-section of a mechanical part with dimensions and callouts. Callouts 34, 35, 36, 37, 38, 39, 40, 41, 42, 43, 44 are present. Dimensions include 63,6^{+0,5}, 64,6^{+0,5}, 41,1±0,7, 1,1±0,7, 19,6 min, 32,7 max, 4, and 3/8-16UNC-2B. Surface roughness values Ra 6,3 and Ra 3,2 are shown. A section line II-II is indicated.</p>	<p>20. Поворот столу на 180°. Позиція 3. 21. Повторити переходи 13-17 для другого платика. 22. Відкріпити та зняти деталь.</p>

Продовження таблиці 2.6

1	2	3	4
<p>020 Горизонтально-фрезерна</p>	<p>ДФ513РК21 Горизонтально-фрезерний</p>	<p>Technical drawing showing a circular part with a central slot and a side profile. Dimensions include $6,4 \pm 0,8$, $73^{+0,16}$, and $27^{+0,3}$. Surface roughness values are $\sqrt{Ra 6,3}$ and $\sqrt{Ra 12,5}$. Circled numbers 1-6 indicate specific features. A tolerance box shows $0,25$ and B.</p>	<ol style="list-style-type: none"> 1. Встановити та закріпити деталь. 2. Фрезерувати паз, витримуючи розміри 1-5 та допуск б. 3. Відкріпити та зняти деталь.

Продовження таблиці 2.6

1	2	3	4
<p>025 Плоско- шліфува- льна</p>	<p>ЗБ722 Плоскошлі- фувальний</p>		<ol style="list-style-type: none"> 1. Встановити та закріпити 5 деталей. 2. Шліфувати платики, витримуючи розмір 1 та допуск 3. 3. Повернути деталі, закріпити. 4. Шліфувати платики, витримуючи розмір 2 та допуск 3. 5. Відкріпити та зняти деталі.

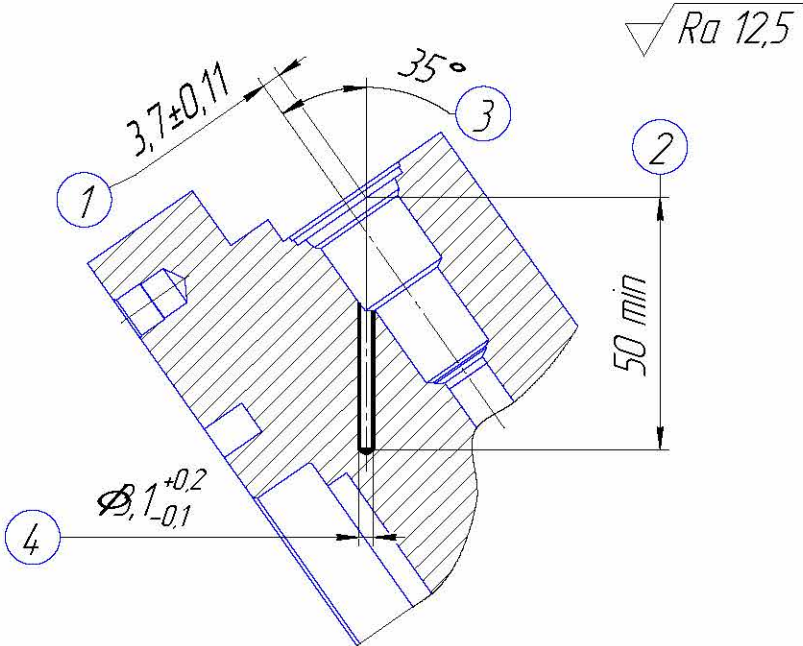
Продовження таблиці 2.6

1	2	3	4
<p>030 Комплек- сна на ОЦ</p>	<p>МСН-500 Оброблю- вальний центр</p>		<ol style="list-style-type: none"> 1. Встановити та закріпити деталь. Позиція 1. 2. Центрувати 3 отвори, витримуючи розміри 1-6. 3. Свердлити 3 отвори, витримуючи розміри 7-8. 4. Зенкерувати 3 отвори, витримуючи розміри 1-6, 9-14. Позиція 2. 5. Зенкерувати отвір, витримуючи розміри 15, 16. 6. Зенкерувати отвори, витримуючи розміри 17, 18. 7. Розточити отвір, витримуючи розмір 19. 8. Зенкерувати отвори, витримуючи розміри 20-23. 9. Фрезерувати канавку, витримуючи розміри 24-25. 10. Фрезерувати канавки, витримуючи розміри 26, 27, 18.

Продовження таблиці 2.6

1	2	3	4
			<p>11.Розточити отвір, витримуючи розмір 28.</p> <p>12.Розвернути отвір, витримуючи розмір 29. Позиція 3.</p> <p>13.Центрувати отвір.</p> <p>14.Свердлиги отвір, витримуючи розміри 30-32.</p> <p>15.Свердлиги отвір, витримуючи розміри 33-34.</p> <p>16.Зенкерувати отвір, витримуючи розміри 35,36.</p> <p>17.Зенкерувати отвір, витримуючи розміри 37,38.</p> <p>18.Зенкерувати отвір, витримуючи розмір 39,40.</p> <p>19.Зенкерувати отвіри, витримуючи розміри 40,41.</p> <p>20.Розвернути отвір, витримуючи розміри 32,40,42.</p> <p>21.Відкріпити та зняти деталь.</p>

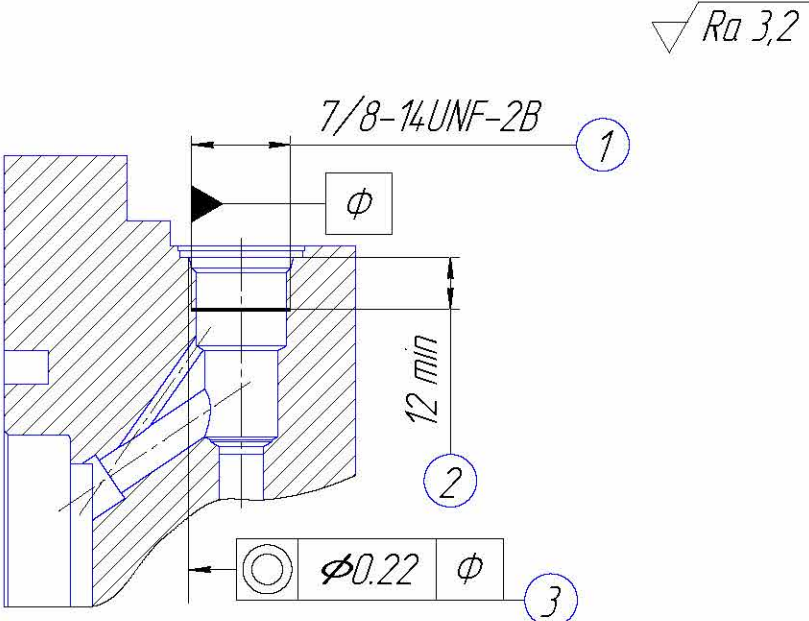
Продовження таблиці 2.6

1	2	3	4
<p>035 Вертикаль- но-сверд- лильна</p>	<p>2Н135 Вертика- льно- сверд- лильний</p>	 <p>Technical drawing showing a vertical drilling operation. The drawing includes the following dimensions and features:</p> <ul style="list-style-type: none"> Dimension 1: Hole diameter, $\varnothing 1^{+0,2}_{-0,1}$ Dimension 2: Depth of the hole, 50 min Dimension 3: Chamfer length, $3,7 \pm 0,11$ Dimension 4: Chamfer angle, 35° Surface texture symbol: $Ra 12,5$ 	<ol style="list-style-type: none"> 1. Встановити та закріпити деталь. 2. Свердлити отвір, витримуючи розміри 1-4. 3. Відкріпити та зняти деталь.

Продовження таблиці 2.6

1	2	3	4
<p>040 Вертикально-свердильна</p>	<p>2Н135 Вертикально-свердильний</p>		<ol style="list-style-type: none"> 1. Встановити та закріпити деталь. 2. Цекувати отвір, витримуючи розміри 1-4. 3. Свердлити отвір, витримуючи розміри 1-3,5. 4. Відкріпити та зняти деталь.

Продовження таблиці 2.6

1	2	3	4
<p>045 Вертикаль- но- свердлильна</p>	<p>2Н135 Вертикально- свердильний</p>		<ol style="list-style-type: none"> 1. Встановити та закріпити деталь. 2. Нарізати різьбу, витримуючи розміри 1,2 та допуск 3. 3. Відкріпити та зняти деталь.

Продовження таблиці 2.6

1	2	3	4
<p>050 Вертикально-свердлильна</p>	<p>2Н135 Вертикально-свердлильний</p>		<ol style="list-style-type: none"> 1. Встановити та закріпити деталь. 2. Нарізати різьбу, витримуючи розмір 1 та допуски 2,3. 3. Відкріпити та зняти деталь.

Продовження таблиці 2.6

1	2	3	4
<p>055 Вертикально-свердлильна</p>	<p>2Н135 Вертикально-свердильний</p>		<ol style="list-style-type: none"> 1. Встановити та закріпити деталь. 2. Нарізати різьбу, витримуючи розміри 1,2 та допуски 3,4. 3. Перемістити пристосування. 4. Повторити перехід 2 для другого отвору. 5. Перемістити пристосування. 6. Повторити перехід 2 для третього отвору. 7. Відкріпити та зняти деталь

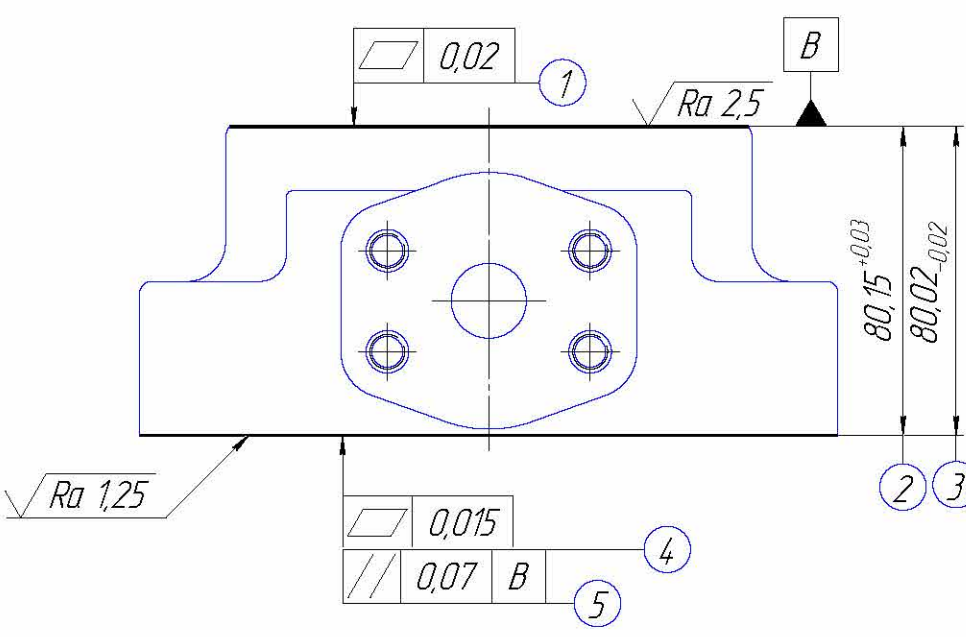
Продовження таблиці 2.6

1	2	3	4
<p>060 Вертикально-свердлильна</p>	<p>2Н135 Вертикально-свердильний</p>		<ol style="list-style-type: none"> 1. Встановити та закріпити деталь. 2. Нарізати різьбу, витримуючи розмір 1 та допуски 2,3. 3. Відкріпити та зняти деталь.

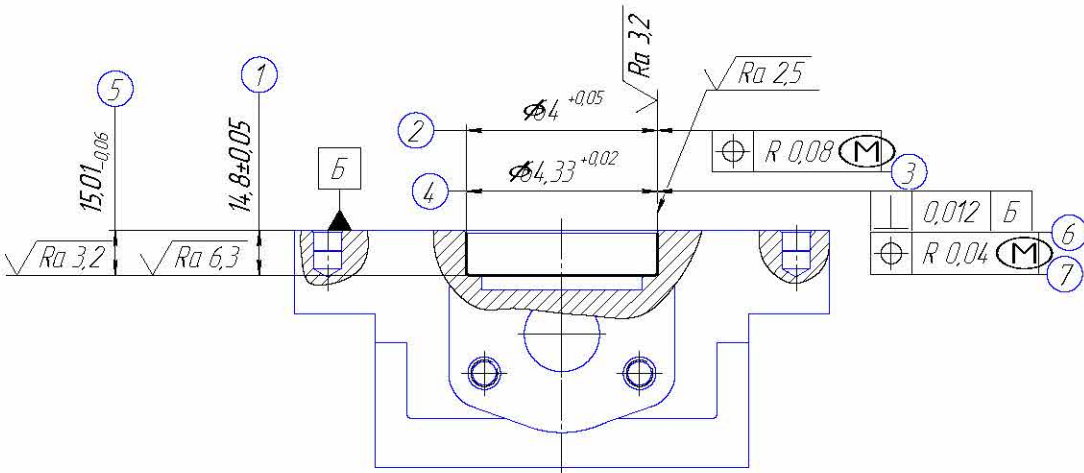
Продовження таблиці 2.6

1	2	3	4
<p>065 Вертикально-свердлильна</p>	<p>2С132 Вертикально-свердлильний</p>		<ol style="list-style-type: none"> 1. Встановити та закріпити деталь. 2. Розвернути отвір попередньо, витримуючи розмір 1. 3. Розвернути отвір, витримуючи розмір 2. 4. Розвернути отвір кінцево, витримуючи розмір 3 та допуски 4,5. 5. Відкріпити та зняти деталь.

Продовження таблиці 2.6

1	2	3	4
<p>075 Плоскошліфувальна</p>	<p>ЗБ722 Плоскошліфувальний</p>	 <p>The drawing shows a mechanical part with a central octagonal hole and four smaller circular holes. The top surface is labeled '1' and has a surface finish specification of $0,02$. The top surface is also labeled 'B' and has a roughness specification of $Ra 2,5$. The bottom surface is labeled '4' and '5' and has surface finish specifications of $0,015$ and $0,07$ respectively. The left side of the part has a roughness specification of $Ra 1,25$. Dimensions are given as $80,15^{+0,03}$ and $80,02_{-0,02}$. Dimensions 2 and 3 are indicated by arrows pointing to the top surface.</p>	<ol style="list-style-type: none"> 1. Встановити деталей на магнітний стіл, закріпити. 2. Шліфувати площину В, витримуючи розмір 2 та допуск 1. 3. Встановити деталь на іншу поверхню. 4. Шліфувати поверхню, витримуючи розмір 3 та допуски 4, 5. 5. Зняти деталь.

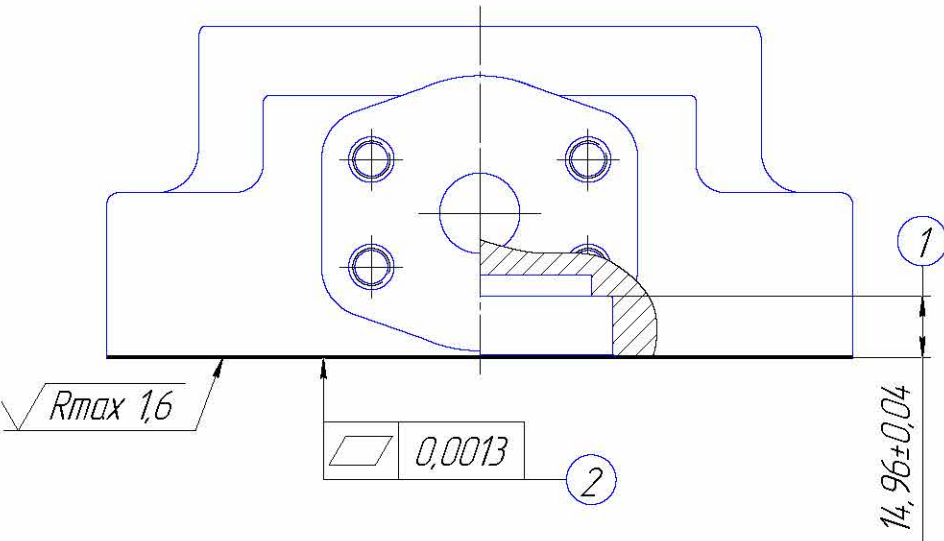
Продовження таблиці 2.6

1	2	3	4
<p>080 Алмазно-розточна</p>	<p>КК-1286 Алмазно-розточний</p>		<ol style="list-style-type: none"> 1. Встановити деталь на позицію 1, закріпити. 2. Розточити отвір попередньо, витримуючи розміри 1,2. 3. Зняти деталь з позиції 1, встановити на позицію 2, закріпити. 4. Розточити отвір кінцево, витримуючи розміри 4,5 та допуски 3,6,7. 5. Зняти деталь.

Продовження таблиці 2.6

1	2	3	4
<p>085 Алмазно-розточна</p>	<p>КК-1286 Алмазно-розточний</p>		<ol style="list-style-type: none"> 1. Встановити деталь, закріпити. 2. Розточити 2 базових отвори, витримуючи розміри 1,3,4 та допуски 2,5,6. 3. Відкріпити і зняти деталь.

Продовження таблиці 2.6

1	2	3	4
<p>095 Доводочна</p>	<p>FL-12 «Петер Вольтерс» Вертикаль- но- доводочний</p>		<ol style="list-style-type: none"> 1. Встановити деталь в сепаратор. 2. Довести поверхню, витримуючи розмір 1 та допуск 2. 3. Зняти деталь.

2.8 Вибір затискних пристроїв

Для затиску деталі на більшості операцій пристрої є уніфікованими. Вибір верстатних пристроїв здійснюється згідно робіт [3,6,7,8]. Стислу технічну характеристику кожного затискного пристрою для закріплення деталі наводимо в таблиці 2.7.

Таблиця 2.7 - Затискні пристрої для деталі кришка задня

№ операції	Найменування пристрою	Стандарт	Рід приводу
1	2	3	4
005	Пристосування для одночасної обробки 2-х деталей	Спец. 7234-4046	пневматичний
010, 020, 065	Стіл магнітний		магнітний
015, 025	Затискне пристосування	Спец. 7006-4016	пневматичний
030, 035, 050,	Затискне пристосування	Спец. 7366-4043	пневматичний
040, 045	Затискне пристосування	Спец. 7340-4043	пневматичний
055, 060	Затискне пристосування	Спец. 7356-4041	пневматичний
070, 075	Прихват	Спец. 7011-4042	пневматичний
080	Сепаратор	7660-4023	ручний

2.9 Вибір ріжучих інструментів

Зважаючи на метод і послідовність обробки, тип виробництва, фізико-хімічні властивості вихідної заготовки та інструменту, його міцність і стійкість, а також характер обробки, вибираємо відповідний ріжучий інструмент для кожного етапу. Інформацію про вибрані інструменти отримуємо з довідників та каталогів. Характеристики обраного інструменту презентуємо у вигляді таблиці 2.8.

Таблиця 2.8 - Ріжучий інструмент для обробки деталі кришка задня

Номер			Назва інструменту	Стандарт на конструкцію інструменту (код)	Ріжуча частина	
Операції	Позиції	Переходу			Матеріал	Стандарт
1	2	3	4	5	6	7
005	1	1,2	Фреза торцева	ГОСТ 13785-68	ВК8	ГОСТ 9473-80
	2	3	Фреза торцева	ГОСТ 13785-68	ВК8	ГОСТ 9473-80
		4	Фреза торцева	ГОСТ 13785-68	ВК8	ГОСТ 9473-80
010	1,2	1,2	Круг шліфувальний	ГОСТ 2426-82	СМ1-СМ2	ГОСТ 2426-82
015	1	1	Зенкер	2337-4031	Р6М5	19265-78
		2	Розгортка	2364-4001	Р6М5	19265-78
		3	Свердло Ø12	ГОСТ 2092-77	Р6М5	19265-78
		4	Свердло комбіноване	2310-4018	Р6М5	19265-78
		5	Свердло комбіноване	2310-4015	Р6М5	19265-78
		6	Цековка	2323-4052	Р6М5	19265-78
		7	Розгортка Ø 7,951	2363-4172	Р6М5	19265-78
		8	Розгортка	2363-4171	Р6М5	19265-78
		9	Фреза дискова	2240-4052	ВК8	ГОСТ 9473-80
	2	10	Фреза спеціальна	2223-4043	ВК8	ГОСТ 9473-80
	11	Цековка	2350-4070	Р6М5	19265-78	
	12	Фреза	2240-4085	ВК8	ГОСТ 9473-80	
	13	Фреза	2223-4052	ВК8	ГОСТ 9473-80	
	3,4	14, 19	Фреза Ø125	2214-0155	ВК8	ГОСТ 9473-80
		15, 20	Фреза Ø125	2214-0155	ВК8	ГОСТ 9473-80
		16	Свердло	ГОСТ 2092-77	Р6М5	19265-78
		17	Зенкер	2337-4059	Р6М5	19265-78
		18	Мітчик М10х1.5-6Н	2620-4130	Р6М5	19265-78
025	1	1	Круг шліфувальний і ПП450х50х203 24А	ГОСТ 2424-83	Алмазо-замінник	ГОСТ 8768-78
030	1	1	Зенкер	2350-4003	Р6М5	19265-78

Продовження таблиці 2.8

1	2	3	4	5	6	7
		2	Свердло центрувальне	2317-4008	P6M5	19265-78
		3	Свердло	ГОСТ 10902-77	P6M5	19265-78
		4	Зенкер	2337-4033	P6M5	19265-78
	2	5	Зенкер	2323-4088	P6M5	19265-78
		6	Різець	2142-4061-08	T15K6	3882-74
		8	Зенкер	2320-4247	P6M5	19265-78
		9	Фреза дискова Ø25	2234-4034	BK8	ГОСТ 9473-80
		10	Фреза дискова Ø25	2240-4081	BK8	ГОСТ 9473-80
		11	Різець	2142-4061-08	T15K6	3882-74
		12	Розгортка	2363-4256	P6M5	19265-78
		13	Свердло центрувальне	2317-4008	P6M5	19265-78
		14	Свердло Ø16	ГОСТ 10903-77	P6M5	19265-78
		15	Свердло Ø9,5	ГОСТ 10903-77	P6M5	19265-78
		16	Зенкер	2320-4249	P6M5	19265-78
		17	Зенкер комбінований	2337-4032	P6M5	19265-78
		18	Зенкер	2350-4107	P6M5	19265-78
		19	Різець	2342-4136	T15K6	3882-74
		20	Розгортка	2371-4024	P6M5	19265-78
035	1	1	Свердло глибокого свердлення	2302-4042	P6M5	19265-78
040	1	1	Цековка	2323-4133	T15K6	3882-74
		2	Свердло	ГОСТ 887-77	P6M5	19265-78
045	1	1	Мітчик M10x1.5-6H	2620-4130	P6M5	19265-78
050	1	1	Мітчик M36x1.5-6H	2620-4187	P6M5	19265-78
055	1	1	Мітчик M10x1.5-6H	2620-4122	P6M5	19265-78
060	1	1	Мітчик M36x1.5-6H	2620-4187	P6M5	19265-78
065	1	1	Розгортка чорнова	6156-4057	P6M5	19265-78
		2	Розгортка чорнова	6156-4066	P6M5	19265-78

Продовження таблиці 2.8

1	2	3	4	5	6	7
		3	Розгортка чистова	ПИА.01.03 АСМ40/28	P6M5	19265-78
075	1	1	Сегмент 10С46ДВ2	ГОСТ 2426	16В2	ГОСТ 2426
	2	2	Сегмент 10С46Д В2	ГОСТ 2426	16В2	ГОСТ 2426
080		1	Пластина	6330-4441	МС3210	2008-0493
		2	Пластина	6330-4441	МС3210	2008-0493
085	1	1	Пластина	0147-8- 41815	МС3210	2008-0493
095	1	1	Паста доводочна	ГОСТ 26327-84		

2.10 Вибір вимірювальних пристроїв та інструментів

Вибираємо засоби технічного контролю технологічних операцій з урахуванням точності вимірювальної поверхні та типу виробництва. Інформацію про засоби технічного контролю представляємо у вигляді таблиці 2.9.

Таблиця 2.9 - Вимірювальний інструмент для контролю деталі кришка задня

Номер			Параметр деталі, який контролю- ється	Найменування вимірю-	Стандартна
Операції	Позиції	Пере- ходу			
1	2	3	4	5	6
005	1,2	1-4	37 ^{+0,5} 36 ^{-0,5} 85 ^{+0,5} 80,9±0,1	Штангенциркуль ШЦ 1-160-0,05	ГОСТ 166-89

Продовження таблиці 2.9

1	2	3	4	5	6
010	1,2	1,2		Індикатор	ГОСТ 9696-82
015	1	1	$\varnothing 63,21^{+0,12}$	Індикаторний глибино-мір	8151-4196
		2		Пристосування для контролю допуску паралельності	8514-4040
		3	$\varnothing 11,9^{+0,75}_{-0,11}$	Штангенциркуль ШЦ 1-125-0,1	ГОСТ 166-89
		4	$\varnothing 10^{+0,22}$	Штангенциркуль ШЦ 1-125-0,1	ГОСТ 166-89
		5	$\varnothing 8,9^{+0,2}$	Штангенциркуль ШЦ 1-125-0,1	ГОСТ 166-89
		6	$\varnothing 14,27^{+0,37}$	Штангенциркуль ШЦ 1-125-0,1	ГОСТ 166-89
		7	$\varnothing 7,951^{+0,05}$	Калібр-пробка	СТП 23.113.01.073-78
		8	$\varnothing 9,2^{+0,015}$	Нутромір	ГОСТ 9244-75
		9	$73^{+1,6}$	Штангенциркуль ШЦ 1-125-0,1	ГОСТ 166-89
		10	$\varnothing 98,3_{-1}$ $\varnothing 84,2 \pm 1$ $32,3 \pm 1$	Штангенциркуль ШЦ 1-125-0,1	ГОСТ 166-89
	2	11	$\varnothing 11,9^{+0,75}_{-0,11}$	Штангенциркуль ШЦ 1-125-0,1	ГОСТ 166-89
		12	$126^{+0,6}$ $63^{+0,43}$	Штангенциркуль ШЦ П-160-0,05	ГОСТ 166-89
		13	$42,35 \pm 0,3$	Калібр	8102-4380
	3,4	14,19	$64,6^{+0,5}$	Штангенциркуль ШЦ П-160-0,05	ГОСТ 166-89
		15,20	$63,6^{+0,3}$	Щуп набір №1	ТУ-034-225-87
		16,21	$\varnothing 11^{+0,43}$	Штангенциркуль ШЦ 1-125-0,1	ГОСТ 166-89
		17,22	$\varnothing 25,4^{+0,49}_{-0,09}$	Штангенциркуль ШЦ 1-125-0,1	ГОСТ 166-89
	18,23	M10x1,5-6H	Пробка для різі	8221-4014	
025	1,2	1,2		Калібр	8358-4041-00

Продовження таблиці 2.9

1	2	3	4	5	6
	1	1	$\varnothing 22,5^{+1,5}_{-0,4}$	Штангенциркуль ШЦ 1-125-ОД	ГОСТ 166-89
		2	$26 \pm 0,2$	Штангенциркуль ШЦ 1-125-0,1	ГОСТ 166-89
		3	$\varnothing 9,8^{+0,17}$	Калібр-пробка	СТП23.113. 01.073-78
		4	$\varnothing 21 \pm 0,7$	Штангенциркуль ШЦ 1-125-0,1	ГОСТ 166-89
		5	$\varnothing 25,5^{+0,4}$	Штангенциркуль ШЦ Іі-160-0,05	ГОСТ 166-89
		6	$\varnothing 34,43^{+0,25}$	Штангенциркуль ШЦ ІІ-160-0,05	ГОСТ 166-89
		8	$\varnothing 27,8^{+0,3}$	Калібр-пробка	СТП 23,113. 01.073-78
		9	$\varnothing 32^{+0,31}$	Калібр	8102-4384
		10	$\varnothing 28^{+0,52}$	Калібр	8151-4419-01
		11	$54,2 \pm 0,2$	Нутромір	ГОСТ 868-82
		12	$\varnothing 27,95^{+0,03}$	Контрольне пристосування	8244-4147
		13	$\varnothing 15$	Штангенциркуль ШЦ ІІ-160-0,05	ГОСТ 166-89
		14	$42,35 \pm 0,2$ $\varnothing 16^{+0,3}$	Штангенциркуль ШЦ ІІ-160-0,05	ГОСТ 166-89 I
		15	$9,5^{+0,3}$ 68	Штангенциркуль і ШЦ ІІ-160-0,05	ГОСТ 166-89
		16	$\varnothing 20,4^{+0,21}$	Калібр-пробка	СТП23.113. 01.073-78
		17	$\varnothing 30 \pm 0,3$ $\varnothing 23,93^{+0,11}$	Штангенциркуль ШЦ ІІ-160-0,05	ГОСТ 166-89
		18	$\varnothing 16^{+0,18}_{-0,04}$	Калібр	1851-4436
		19	$\varnothing 16,5^{+0,1}$	Калібр-пробка	СТП23.113. 01.073-78
		20		Контрольне пристосування	8364-4266
035	1	1	$\varnothing 3,1^{+0,2}_{-0,1}$	Калібр	8151-4425
040	1	1	$\varnothing 12^{+0,4}$ $56^0 \pm 0,5^0$	Калібр	8151-4424
		2	$\varnothing 9^{+0,36}$	Штангенциркуль ШЦ 1-125-0,1	ГОСТ 166-89
045	1	1	M20x1,5-8H	Пробка для різі	8221-4010
050	1	1	M36x1,5- 8H	Пробка для різі	8221-4031

Продовження таблиці 2.9

1	2	3	4	5	6
055	1	1	M10x1.5-6H	Пробка для різі	8221-4013
060	1	1	M36x1,5-8H	Пробка для різі	8534-4320
065	1	1-3	$\varnothing 27,98^{+0,013}$	Нутромір	ГОСТ 9244-75
075	1	1		Індикатор МИГ	ГОСТ9696-82
	2	2		Контрольне пристосування	ГОСТ 9696-82
080	1	1		Контрольне пристосування	8364-4266
		2		Контрольне пристосування	8364-4266
085	1	1		Контрольне пристосування	8364-4266-01
095	1	1		Контрольне пристосування	8514-4040

2.11 Визначення припусків та операційних розмірів

Аналітичне визначення припусків здійснюємо для центрального отвору $\varnothing 64,32^{+0,02}$.

Технологічний маршрут обробки отвору складається з чотирьох переходів: зенкерування, розгортання, розточування чистового та тонкого. Заготовка базується на площину основи і два оброблених раніше отвори. Сумарне значення R_z і T , що характеризує якість литих поверхонь, складає 800 мкм. Після першого технологічного переходу величина T для деталей з чавуну виключається з розрахунків. Тому для зенкерування, розгортання та розточування знаходимо тільки значення R_z .

Таблиця 2.10 - Розрахунок припусків для обробки отвору $\varnothing 64,32^{+0,02}$

№	Параметр, що визначається	Розрахункова формула	Розрахунок
1	Короблення отвору, мкм	$\rho_{кор} = \sqrt{(\Delta_k \cdot d)^2 + (\Delta_k l)^2}$	$\rho_{кор} = \sqrt{(0,9 \cdot 64,32)^2 + (0,9 \cdot 14,8)^2}$ $\rho_{кор} = 59,42$
2	Сумарний зсув отвору відносно зовнішньої поверхні, мкм	$\rho_{см} = \delta$	$\rho_{ні} = 1400$
3	Сумарне значення просторових відхилень для заготовки, мкм	$\rho_3 = \sqrt{(\rho_{кор})^2 + (\rho_{см})^2}$	$\rho_3 = \sqrt{60^2 + 10400^2} = 1401$
4	Мінімальний припуск на зенкерування, мкм	$2Z_{min1} = 2(Rz_0 + T_0) + \sqrt{(\rho_0)^2 + (\varepsilon_1)^2}$	$2 \cdot Z_{min1} = 2 \cdot (800 + \sqrt{1401^2 + 110^2})$ $2 \cdot Z_{min1} = 2 \cdot 2205$
5	Просторове відхилення після зенкерування, мкм	$\rho_1 = \rho_3 \cdot Ky$	$\rho_1 = 1401 \cdot 0,06 = 84$
6	Мінімальний припуск на розгортання, мкм	$2Z_{min2} = 2(Rz_1 + T_1) + \sqrt{(\rho_1)^2 + (\varepsilon_2)^2}$	$2 \cdot Z_{min2} = 2 \cdot (40 + \sqrt{84^2 + 41^2})$ $2 \cdot Z_{min2} = 2 \cdot 168$
7	Просторове відхилення після розгортання, мкм	$\rho_2 = \rho_3 \cdot Ky$	$\rho_2 = 1401 \cdot 0,05 = 70$
8	Мінімальний припуск на розточування, мкм	$2Z_{min3} = 2(Rz_2 + T_2) + \sqrt{(\rho_2)^2 + (\varepsilon_3)^2}$	$2 \cdot Z_{min3} = 2 \cdot (32 + \sqrt{70^2 + 25^2}) = 2 \cdot 159$
9	Мінімальний припуск на розточування тонке, мкм	$2Z_{min4} = 2(Rz_3 + T_3) + \sqrt{(\rho_3)^2 + (\varepsilon_4)^2}$	$2 \cdot Z_{min4} = 2 \cdot (20 + 24) = 2 \cdot 44$

Продовження таблиці 2.10

1	2	3	4
10	Максимальний припуск на розточування тонке, мкм	$2Z_{max4} = 2Z_{min4} + \delta_3 - \delta_4$	$2Z_{max4} = 2 \times 44 + 50 - 20$ $2Z_{max4} = 120$
11	Максимальний припуск на розточування, мкм	$2Z_{max3} = 2Z_{min3} + \delta_2 - \delta_3$	$2Z_{max3} = 2 \times 159 + 120 - 50$ $2Z_{max3} = 390$
12	Максимальний припуск на розгортання, мкм	$2Z_{max2} = 2Z_{min2} + \delta_1 - \delta_2$	$2Z_{max2} = 2 \times 168 + 200 - 120$ $2Z_{max3} = 410$
13	Максимальний припуск на зенкерування, мкм	$2Z_{max1} = 2Z_{min1} + \delta_0 - \delta_1$	$2Z_{max1} = 2 \times 2205 + 2200 - 200$ $2Z_{max3} = 6500$
14	Мінімальний розмір після розточування, мм	$D_{min3} = D_{min4} - 2Z_{min4}$	$D_{min3} = 64,32 - 0,12 = 64,20$
15	Максимальний розмір після розточування, мм	$D_{max3} = D_{max4} - 2Z_{max4}$	$D_{max3} = 64,32 - 0,19 = 64,24$
16	Мінімальний розмір після розгортання, мм	$D_{min2} = D_{min3} - 2Z_{min3}$	$D_{min2} = 64,25 - 0,39 = 63,81$
17	Максимальний розмір після розгортання, мм	$D_{max2} = D_{max3} - 2Z_{max3}$	$D_{max2} = 64,24 - 0,32 = 63,93$
18	Мінімальний розмір після зенкерування, мм	$D_{min1} = D_{min2} - 2Z_{min2}$	$D_{min1} = 63,81 - 0,41 = 63,40$

Продовження таблиці 2.10

1	2	3	4
19	Максимальний розмір після зенкерування, мм	$D_{max1} = D_{max2} - 2Z_{max2}$	$D_{max1} = 63,93 - 0,33 = 63,60$
20	Мінімальний розмір заготовки	$D_{min0} = D_{min1} - 2Z_{min1}$	$D_{min0} = 63,40 - 6,50 = 56,90$
21	Максимальний розмір заготовки, мм	$D_{max0} = D_{max1} - 2Z_{max1}$	$D_{max0} = 63,60 - 4,50 = 59,10$
22	Середній операційний припуск на розточування тонке, мм	$\Delta Z_4 = \frac{Z_{max4} + Z_{min4}}{2}$	$\Delta Z_4 = \frac{0,09 + 0,12}{2} = 0,105$
23	Середній операційний припуск на розточування, мм	$\Delta Z_3 = \frac{Z_{max2} + Z_{min3}}{2}$	$\Delta Z_3 = \frac{0,32 + 0,39}{2} = 0,355$
24	Середній операційний припуск на розгортання, мм	$\Delta Z_2 = \frac{Z_{max2} + Z_{min2}}{2}$	$\Delta Z_2 = \frac{0,33 + 0,41}{2} = 0,37$
25	Середній операційний припуск на зенкерування, мм	$\Delta Z_1 = \frac{Z_{max1} + Z_{min1}}{2}$	$\Delta Z_1 = \frac{4,5 + 6,5}{2} = 5,5$
26	Глибина різання на розточування тонке, мм	$t_4 = Z_{min4} + \frac{5(Z_{max4} - Z_{min4})}{6}$	$t_4 = 0,09 + \frac{5(0,12 - 0,09)}{6} = 0,115$
27	Глибина різання на розточування, мм	$t_3 = Z_{min3} + \frac{5(Z_{max3} - Z_{min3})}{6}$	$t_3 = 0,32 + \frac{5(0,39 - 0,32)}{6} = 0,378$
28	Глибина різання на розгортання, мм	$t_2 = Z_{min2} + \frac{5(Z_{max2} - Z_{min2})}{6}$	$t_2 = 0,33 + \frac{5(0,41 - 0,33)}{6} = 0,397$
29	Глибина різання на зенкерування, мм	$t_1 = Z_{min1} + \frac{5(Z_{max1} - Z_{min1})}{6}$	$t_1 = 4,5 + \frac{5(6,5 - 4,5)}{6} = 6,167$

Всі розраховані значення припусків та допусків для даної поверхні заносимо

в карту розрахунків (таблиця 2.11).

Таблиця 2.11 - Карта розрахунку припусків на обробку поверхні $\text{Ø}64,32^{+0,02}$

Технологічні переходи	Елементи припуску, мкм			Розрахунковий припуск, $2Z_{\min}$, мкм	Розрахунковий мінімальний розмір, мм	Допуск на виготовлення, σ , мкм	Граничні розміри, мм		Граничні значення припусків, мкм	
	R_z 800	T	P				d_{\min}	d_{\max}	$2Z_{\min}$	$2Z_{\max}$
Заготовка		800	1401	-	59,108	2200	56,9	59,1		
Зенкерування	40	-	84	2x 2205	63,598	200	63,40	63,60	4500	6500
Розгортання	32	-	70	2x 168	63,934	120	63,81	63,93	330	410
Розточування	32	-	20	2x 159	64,252	50	64,20	64,25	320	390
Розточування тонке	20	-	-	2x44	64,34	20	64,32	64,34	90	120

Схема припусків і допусків для поверхні $\text{Ø}64,32^{+0,02}$ представлено на рисунку 2.1.

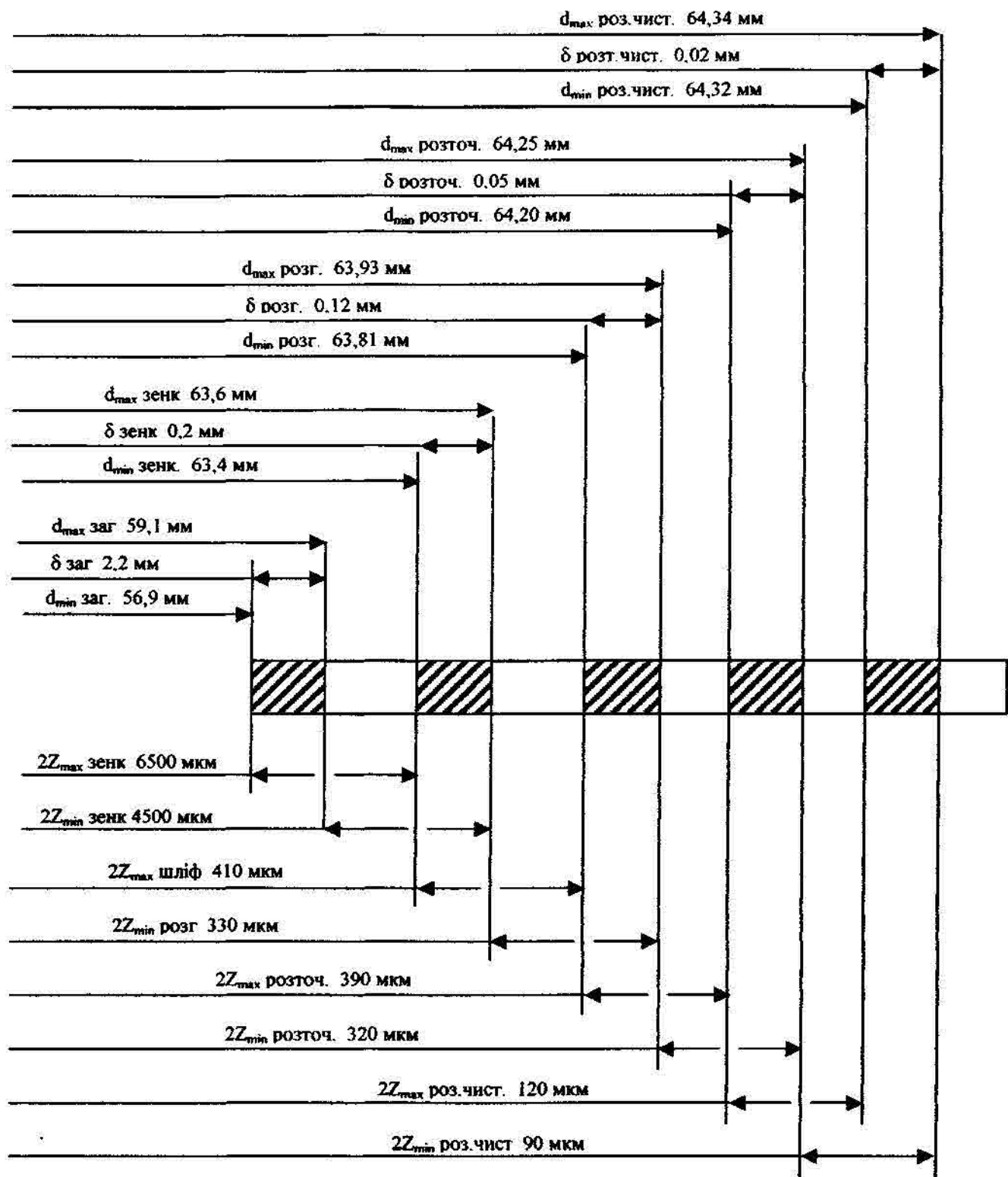


Рис. 2.1 Схема графічного розташування припусків і допусків для обробки отвору

$$\text{Ø}64,32^{+0,02}$$

На решту поверхонь деталі припуски визначаємо за довідковими таблицями
(Таблиця 2.12.

Таблиця 2.12 - Припуски на обробку деталі кришка задня

Номер поверх- хні	Найменування поверхні	Найменування переходу	Припуск Z_{min} , мм	Технологічний допуск, мм
1	2	3	4	5
2	8 отворів	Свердлувати	8	0,2
4	8 отворів	Свердлувати	11	0,43
5,7	Пластики	Фрезерувати начорно	2,4	0,5
		Фрезерувати начисто	1	0,3
		Шліфувати	0,16	0,04
6 44	Дугоподібний паз	Фрезерувати	1,5	1
8	8 отворів	Свердлувати напрохід	11,9	0,86
10	8 отворів	Цекувати	10,1	2,2
		Зенкерувати	1	1,9
11	Торцева поверхня	Фрезерувати начорно	6	0,5
		Фрезерувати начисто	4,1	0,2
		Шліфувати	0,1	0,03
		Шліфування чистове	0,13	0,02
		Довести	0,02	0,0013
12	Отвір	Зенкерувати	1,8	0,58
13	Торцева поверхня	Фрезерувати начорно	3	0,5
		Фрезерувати начисто	1	0,5
		Шліфувати	0,3	0,1
		Шліфування чистове	0,13	0,03
15	Уступ	Фрезерувати	2,15	0,6
16	Отвір	Центрувати	15	0,6
		Свердлувати	16	0,3
		Зенкерувати	0,2	0,22
		Зенкерувати	0,3	0,1
		Розгорнути	0,162	0,048
18	Отвір	Свердлувати	3,1	0,3
19	Отвір	Свердлувати	9	0,36
20	Отвір	Свердлувати	9,5	0,4
		Зенкерувати	0,5	0,4
		Розгорнути	0,31	0,26
24	Отвір	Свердлувати	16	0,3

Продовження таблиці 2.12

1	2	3	4	5
		Зенкерувати	3,6	0,21
		Зенкерувати	3,53	0,11
		Нарізати різь	M20x1,5-6H	
27	Отвір	Свердлувати	9,8	0,17
		Зенкерувати	2,57	0,13
30	3 отвори	Центрувати	10	0,5
		Свердлувати	9,8	0,17
		Зенкерувати	2,57	0,14
32 36	Бокові пов.	Фрезерувати	4,3	0,6
33	Отвір	Зенкерувати	3,32	0,4
		Розточити начорно	2,3	0,3
		Розточити начисто	0,08	0,05
		Розгорнути	0,07	0,03
		Розгортання напівчисте	0,03	0,013
		Розгортання чистове	0,01	0,012
34	Канавка	Фрезерувати	5	0,3
35	2 отвори	Зенкерувати	3,32	0,25
		Зенкерувати	5,5	0,15
		Нарізати різь	M10x1,5-6H	
37	Канавка	Фрезерувати	4,2	0,31
39	2 отвори	Свердлувати	8,9	0,2
		Розгорнути	0,3	0,015
		Розточити	0,366	0,012
41	Канавка	Фрезерувати	3	0,6
46	Отвір	Свердлувати	7,7	0,1
		Розгорнути	0,251	0,05

2.12 Визначення режимів різання

Розрахунок режимів різання здійснюємо розрахунково-аналітичним методом для операції 005 Карусельно-фрезерна, дані розрахунку представлені в таблиці 2.13, 2.14, 2.15.

Таблиця 2.13 - Розрахункові вихідні дані

№ оброблюваної поверхні	13		11	
	1	2	3	4
Ширина оброблюваної поверхні, В мм	250	250	250	250
Довжина оброблюваної поверхні, L мм	180	180	180	180
Глибина різання, мм	4	1	4	1

Таблиця 2.14 - Вихідні дані для розрахунку режимів різання

№ з/п	Назва елемента	Значення	Джерело інформації
1	2	3	4
1	Матеріал деталі	ВЧ60 ГОСТ 7293-85	Креслення деталі
2	Твердість деталі	НВ 170...269	Технологічний процес термообробки
3	Потужність головного приводу верстата ГФ2223, кВт	18,25	Паспорт верстата
4	Матеріал ріжучої частини інструментів	ВК8 ГОСТ 9473-80	Розділ 2.9.
5	Подача на зуб при чорновому фрезеруванні, мм	0,32	[2]. Т.2, табл.33
6	Подача на оберт фрези при чистовому фрезеруванні, S_0 мм/об	2,7	[2]. Т.2, табл.37
7	Стійкість інструменту, Т хв.	250	[21. Т.2, табл.40
8	Коефіцієнт C_v	445	[2]. Т.2, табл.39
9	Показники ступеня q	0.2	
	X	0.15	
	Y	0.35	
	U	0.2	
	p	0	
	m	0.32	
10	Поправочні коефіцієнти n_v	1.25	[2]. Т.2, табл.2
	K_{nv}	0.85	[2]. Т.2, табл.5
	K_{uv}	0.83	[2]. Т.2, табл.6
11	Коефіцієнти C_p	491	[2]. Т.2, табл.41
12	Показники ступеню X	1.0	
	Y	0.75	
	u	1.1	
	q	1.3	
	W	0,2	

Таблиця 2.15 - Розрахунок режимів різання

№	Назва параметру, що визначається	Розрахункова формула	Розрахунок	
			Перехід 1, 3	Перехід 2,4 Перехід 2,4
1	2	3	4	5
1	Загальний поправочний коефіцієнт	$K_v = K_{mv} \cdot K_{nv} \cdot K_{uv} = (150/HB)_v^n \cdot K_{nv} \cdot K_{uv}$	$K_v = (150/200)^{1,25} \cdot 0,85 \cdot 0,83 = 0,492$	
2	Швидкість різання, м/хв	$V = \frac{C_v \cdot D^g}{T^m \cdot t^x \cdot (s_z)^y \cdot B^u \cdot z^p}$	$V = \frac{445 \cdot 250^{0,2}}{250^{0,32} \cdot 4^{0,15} \cdot 0,32^{0,35}} \cdot 0,492 = 48,35$	$V = \frac{445 \cdot 250^{0,2}}{250^{0,32} \cdot 1^{0,15} \cdot 2,7^{0,35}} \cdot 0,492 = 63,17$
3	Кількість обертів шпинделя, об/хв	$n = \frac{1000 \cdot V}{\pi D}$	$n = \frac{1000 \cdot 48 \cdot 35}{\pi 250} = 61$	$n = \frac{1000 \cdot 63 \cdot 17}{\pi 250} = 80,43$
4	Фактична швидкість, м/хв	$V = \frac{\pi \cdot D \cdot n}{1000}$	$V = \frac{3,14 \cdot 250 \cdot 61,5}{1000} = 48,28$	$V = \frac{3,14 \cdot 250 \cdot 80,43}{1000} = 63,14$
5	Загальний поправочний коефіцієнт на силу різання P_z	$k_{mp} = \left(\frac{HB}{150}\right)^n$	$k_{mp} = \left(\frac{200}{150}\right)^{0,4} = 1,122$	
6	Тангенціальна сила різання, Н	$P_z = \frac{10 \cdot C_p \cdot t^x \cdot (s_z)^y \cdot B^n \cdot k_{mp}}{D^g \cdot n^w}$	$P_z = \frac{10 \cdot 491 \cdot 4^{1,0} \cdot 0,32^{0,75}}{250^{1,3} \cdot 61,5^{0,2}} \cdot 1,122 = 15200$	$P_z = \frac{10 \cdot 491 \cdot 1^{1,0} \cdot 0,32^{0,75}}{250^{1,3} \cdot 63,03^{0,2}} \cdot 1,122 = 2241$
7	Потужність різання, кВт	$N = \frac{P_z \cdot V}{1020 \cdot 60}$	$N = \frac{15200 \cdot 61,5}{1020 \cdot 60} = 15,2$	$N = \frac{3781 \cdot 20,63}{1020 \cdot 60} = 1,275$
8	Крутний момент, Н-м	$M_k = \frac{P_z \cdot D}{2 \cdot 100}$	$M_k = \frac{15200 \cdot 250}{2 \cdot 100} = 19000$	$M_k = \frac{2241 \cdot 250}{2 \cdot 100} = 2801$

Таблиця 2.16 - Режими різання на операціях механічної обробки

Номер			t, мм	S ₁ , мм/об S ₂ , мм/хв	V, м/хв	n	t ₀ , хв
опе- рації	по- зиції	пере- ходу					
1	2	3	4	5	6	7	8
005	1	1	4	160	49,5	63	3,0
		2	1	160	20	100	
	2	3	4	160	49,5	63	
		4	1	160	20	100	
010	1	1	0,0241	0,024	23	975	0,5
	2	3	0,0241	0,024	23	975	
015	1	1	31,7	0,13	30	150	
		2	31,9	0,44	9	45	
		3	6,1	0,12	19,2	500	
		4	3,86	0,09	15,7	650	
		5	4,45	0,1	20,2	600	
		6	7,15	0,09	29,2	650	
		7	3,97	0,15	10	400	
		8	4,6	0,187	9,2	320	
		9	3,2	63	41,5	210	
		10	3	55	9,1	550	
	2	11	11,5	0,15	28,9	400	
		12	3,2	45	110	180	16,56
		13	2	30	50,2	500	
	3	14	2,5	250	62,8	160	
		15	2	250	78,5	200	
		16	5,5	0,1	10,3	500	
		17	12,7	0,15	17,9	225	
		18	1	1,585	4,7	150	
	4	19	2,5	250	62,8	160	
		20	2	250	78,5	200	
		21	5,5	0,1	10,3	500	
		22	12,7	0,15	17,9	225	
		23	1	1,585	4,7	150	
025	1	1	0,03	20	10	1450	1,5
030	1	1	5,2	50	20	300	37,47
		2	5	60	15	500	
		3	4,9	60	15	500	
		4	5,5	50	20	300	
		5	1,8	40	50	600	
		6	0,4	50	44	500	

Продовження таблиці 2.17

1	2	3	4	5	6	7	8
		18	0,3	80	50	1000	
		19	0,2	40	20	400	
		20	0,05	100	10	200	
035	1	1	1,5	40	9,4	1000	3,0
040	1	1	6	3,5	13	710	4,5
		2	4,5	0,14	20	710	
045	1	1	1,8	1,814	4,4	125	0,6
050	1	1	1,5	1,5	7	100	1,2
055	1	1	1,2	1,27	4,3	125	1,2
060	1	1	1,2	1,27	4,3	125	0,6
065	1	1	0,05	1	15	180	5,6
		2	0,05	1	15	180	
		3	0,051	1	15	180	
075	1	1	0,1	14	18	573	0,6
		2	0,1	14	18	573	
080	1	1	0,08	0,03	50	250	1,6
		2	0,05	0,03	50	250	
085	1	1	0,366	0,03	50	1680	1,2

2.13 Технічне нормування операцій

Норми часу визначаємо за формулою:

$$t_{\text{ит.к}} = t_0 + t_{\text{дон}} + t_{\text{ТО}} + t_{\text{орг.об}} + \frac{T_{\text{нз}}}{n}$$

де: $T_{\text{нз}}$ - підготовчо-заключний час, хв

$t_0, t_{\text{дон}}, t_{\text{ТО}}, t_{\text{орг.об}}$ - час основної, допоміжної роботи, технічного обслуговування та організаційного обслуговування, хв

n - розмір партії, шт.

Результати розрахунків заносимо в таблицю 2.17.

Таблиця 2.17 - Норми часу на обробку кришки задньої

Номер операції	t_0	$t_{дон}$	$t_{ТО}$	$t_{орг.об}$	t_{eid}	$T_{шт}$	$T_{нз}$	$T_{шт.к.}$
1	2	3	4	5	6	7	8	9
005	3,0	0,195	0,04	0,04	0,04	3,315	9	3,34
010	0,5	1,092	0,02	0,02	0,02	1,652	5	1,67
015	16,56	7,91	0,06	0,09	0,09	24,71	12	24,75
025	1,5	1,43	0,04	0,04	0,04	3,05	5	3,07
030	37,47	7,47	0,06	0,09	0,09	45,18	12	45,23
035	3,0	0,52	0,03	0,03	0,02	3,6	6	3,62
040	4,5	0,62	0,03	0,03	0,01	5,22	6	5,24
045	0,6	0,17	0,04	0,04	0,04	0,89	8	0,91
050	1,2	0,51	0,02	0,02	0,02	1,77	6	1,79
055	1,2	0,51	0,02	0,02	0,02	1,77	6	1,79
060	0,6	0,23	0,02	0,02	0,02	0,89	8	0,91
065	5,6	0,59	0,04	0,04	0,04	6,31	6	6,33
075	0,6	1,74	0,03	0,03	0,02	2,42	5	2,44
080	1,6	0,58	0,03	0,03	0,02	2,26	12	2,6
085	1,2	0,62	0,03	0,03	0,02	1,9	12	1,95
095	2,6	0,47	0,04	0,04	0,04	3,19	11	3,23

Висновки

В кваліфікаційній роботі виконано аналіз діючого на базовому підприємстві технологічного процесу, на основі чого запропоновані зміни. У відповідності до типу виробництва було запропоновано при обробці деталі кришка задня замість агрегатних верстатів, барабано – фрезерного верстата, горизонтально-фрезерного, фрезерного верстату з ЧПУ, які застосовувались для обробки поверхонь деталі застосувати оброблювальний центр з ЧПУ. У відповідності до розробленого технологічного процесу були розроблені структура та зміст операцій, вибране устаткування, визначені режими різання і норми часу.

Список використаних джерел

1. Методичні вказівки до дипломного проектування зі спеціальності 8.090202 “Технологія машинобудування” – Кіровоград: КДГУ, 2002.
2. Методические указания к выполнению дипломного проекта по кафедре «Технология машиностроения» – Кіровоград: КИСХМ, 1986.
3. Проектування технологічних процесів механічної обробки деталей на верстатах з ЧПК. Методичні вказівки до виконання курсового проекту по спеціальності 8090202 “Технологія машинобудування” – Кіровоград , 2000.
4. Методические указания к изучению курса “Проектирование приспособлений” Кіровоград: КИСХМ, 1990.
5. Кузнецов Ю.М. Верстатні з ЧПК та верстатні комплекси. Київ – Тернопіль, 2001.