

Позначення оброблюваних поверхонь деталі «Кришка» наведено на комп'ютерній моделі деталі (рисунок 1.2).

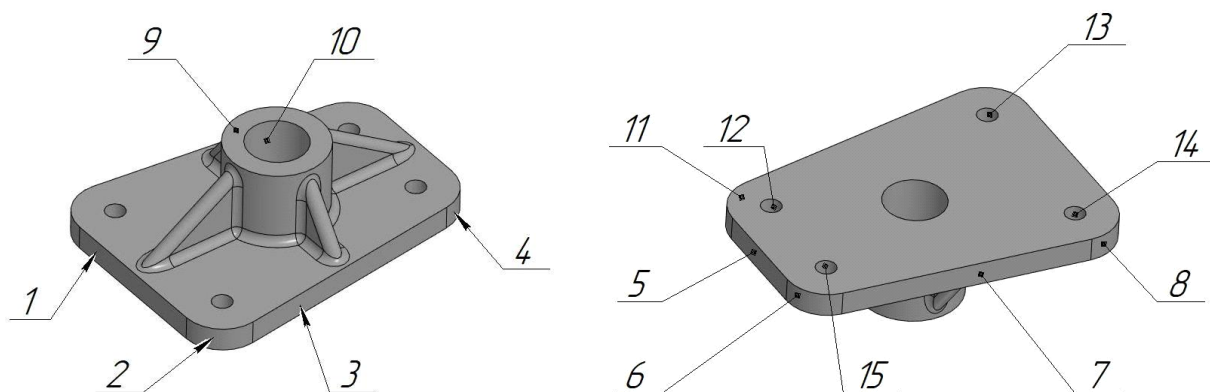


Рисунок 1.2 – Позначення оброблюваних поверхонь деталі «Кришка»

Охарактеризуємо всі оброблені поверхні, для чого надамо всі геометричні параметри деталі «Кришка» в таблицю 1.3.

Таблиця 1.3 – Параметри оброблюваних поверхонь деталі «Кришка»

Нумерація і розташування оброблюваної поверхні		Форма оброблюваної поверхні	Квалітет точності або допуск на розмір	Шорсткість поверхні
1	зовнішня	плоска	h8	Ra 1,6
2	зовнішня	циліндрична	IT12	Ra 1,6
3	зовнішня	плоска	IT12	Ra 1,6
4	зовнішня	циліндрична	IT12	Ra 1,6
5	зовнішня	плоска	h8	Ra 1,6
6	зовнішня	циліндрична	IT12	Ra 1,6
7	зовнішня	плоска	IT12	Ra 1,6
8	зовнішня	циліндрична	IT12	Ra 1,6
9	зовнішня	плоска	h8	Ra 1,6
10	внутрішня	циліндрична	H7	Ra 0,8
11	зовнішня	плоска	h8	Ra 0,8
12	внутрішня	циліндрична	H12	Ra 25
13	внутрішня	циліндрична	H12	Ra 25
14	внутрішня	циліндрична	H12	Ra 25
15	внутрішня	циліндрична	H12	Ra 25

Технологічний аналіз показує, що оброблені поверхні деталі «Кришка» мають квалітет H12 для отворів і квалітет $\pm IT12/2$ для інших поверхонь, що дозволяє виготовити деталь простими технологічними методами обробки отворів і плоских поверхонь на універсальному обладнанні. Складні за формою зовнішні циліндричні поверхні вимагають механічної обробки на фрезерному верстаті з ЧПК.

Деталь «Кришка» в цілому можна назвати технологічною, оскільки простота її геометричних форм дозволяє отримати заготовку для даної деталі методом гарячого штампування.

1.2 Вибір виду заготовки та обґрунтування методу її виготовлення

Матеріал деталі «Кришка» – сплав АК6 ГОСТ 4784-97.

Даний матеріал використовується для силових деталей авіаційної і ракетно-космічної техніки, до яких пред'являють вимоги високої міцності при мінімальній масі.

У розрахунково-графічній роботі пропонується заготовку деталі «Кришка» виготовити методом об'ємної штампування.

Об'ємне штампування заготовок застосовується для деталей авіаційної і ракетно-космічної техніки, які піддаються при експлуатації значним постійним, змінним і ударним навантаженням.

Об'ємне штампування заготовок дозволяє зберігати напрямок волокон в металі, що допомагає конструктору раціонально врахувати напружено-деформований стан деталі в експлуатації.

Основне завдання процесів обробки матеріалів тиском полягає в максимальному наближенні форми і розмірів заготовок до форми і розміри готових деталей при забезпеченні необхідних фізико-механічних властивостей і заданої точності. Це дозволяє різко скоротити обсяг механічної обробки і забезпечити економію матеріальних ресурсів.

Конфігурація штампованих заготовок повинна проектуватися так, щоб лінія роз'єму штампа лежала в одній площині або максимально до цього наближалася. При виконанні цієї умови штампове оснащення має більш просту конструкцію і меншу собівартість.

Залежно від ступеня відповідальності деталей присвоюється група контролю. До першої групи відносять особливо відповідальні деталі. Кожна деталь першої групи піддається повній перевірці. До другої групи відносять відповідальні деталі, які піддаються вибірковій перевірці (одна або кілька деталей в партії). До третьої групи відносять деталі, які не беруть для спеціальних перевірок і випробувань, особливо обумовленим в конструкторській та технологічній документації.

На всі поверхні заготовки, перпендикулярні площині роз'єму, призначають штампувальні ухили. Ухили призначені для полегшення вилучення заготовки з порожнини штампа. В штампуванні розрізняють зовнішні і внутрішні ухили.

На поверхні заготовки, перпендикулярні площині роз'єму штампа, призначаємо штампувальні ухили зовнішні 3° .

Значення радіусів сполучень, переходів, заокруглень заготовки наведені в технічних умовах на робочому кресленні деталі.

У разі відсутності в технічних умовах на робочому кресленні деталі приймаємо не вказані радіуси заокруглень заготовки 2 мм.

1.2.1 Розрахунок операційних припусків і створення 3D-моделі заготовки

Вибравши вид заготовки, необхідно розрахувати припуск на обробку шляхом його підсумовування по всіх технологічних операціях (переходах) для кожної оброблюваної різанням поверхні деталі.

Припуск на обробку поверхонь деталі призначаємо на основі розрахунково-аналітичного методу визначення припусків.

Операційний припуск - це шар матеріалу, що видаляється з заготовки при виконанні однієї технологічної операції. Операційний припуск дорівнює сумі проміжних припусків що входять в дану операцію технологічні переходи.

Односторонній проміжний припуск обчислюють за формулою, мкм

$$Z = [R_z + h + (\bar{\rho}_a + \bar{\varepsilon}_\delta)] + \delta,$$

де Z – номінальний проміжний припуск;

R_z - висота мікронерівностей (величина параметрів шорсткості R_a та R_z для відповідного класу шорсткості поверхні);

h - глибина дефектного поверхневого шару, отриманого на попередньому переході;

$\bar{\rho}_a$ - векторна (геометрична) сума просторових відхилень взаємопов'язаних поверхонь оброблюваної заготовки, що вийшла на попередньому переході;

$\bar{\varepsilon}_\delta$ - похибка базування при виконуваний обробці;

δ - допуск на операційний розмір попередньої обробки.

При збігу настановної і конструктивної баз $\bar{\varepsilon}_\delta = 0$.

Величина $\bar{\rho}_a$ виключається з формул в разі обробки отворів плаваючим інструментом.

Призначення операційних припусків на обробку починають з вибору остаточної операції або технологічного переходу обробки відповідно до економічної точності даної операції. Розмір заготовки-штампування складається з номінального розміру деталі за кресленням і припуску на обробку. Припуск на обробку - це припуск на одну сторону. Якщо розглянутий розмір заготовки - діаметр, то до нього додається два припуску, якщо радіус - один припуск.

Розрахунок двостороннього операційного припуску для штампованих заготовок наведено в таблиці 1.4.

Таблиця 1.4 – Односторонній операційний припуск для штамповок

Технологічний перехід обробки	Елементи припуску, мкм			Двосторонній операційний припуск, мкм
	R_z	h	δ	
штампування	160	500	650	1310
чорнове фрезерування	60	50	135	245
чистове фрезерування	25	35	65	125

Сума значень припуску на всі технологічні переходи обробки за даними таблиці 1.4 становить 1,68 мм. З технологічних міркувань приймаємо односторонній припуск для штампованої заготовки деталі «Кришка» рівним 1,7 мм.

Лінія роз'єму штампа для гарячого об'ємного штампування заготовки деталі «Кришка» лежить в одній площині. З урахуванням виконання всіх технічних умов робочого креслення і вимог до проектування можна вважати штамповану заготовку для деталі «Кришка» технологічною.

На рисунку 1.3 представлена комп'ютерна об'ємна модель штампованої заготовки деталі «Кришка».

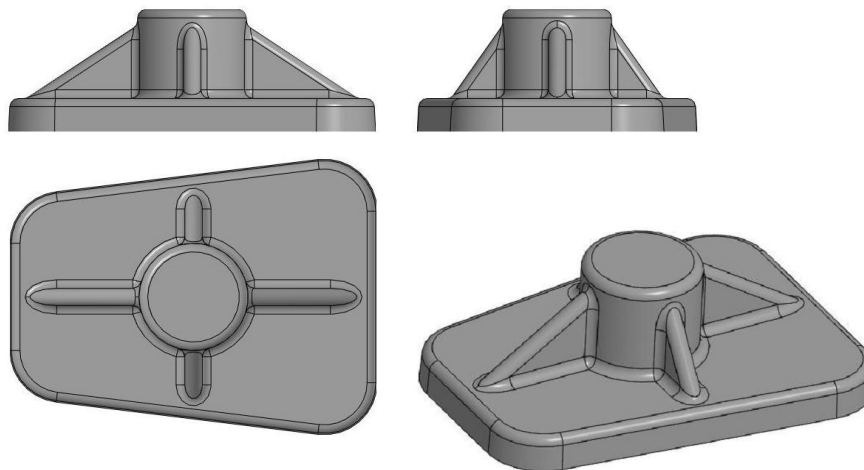


Рисунок 1.3 – Комп'ютерна 3D-модель заготовки деталі «Кришка»

Креслення заготовки деталі «Кришка» 104.РГР.140.01.02 наведено в Додатку.

1.3 Складання технологічного маршруту виготовлення деталі

Розробка технологічного маршруту виготовлення деталі «Кришка» передбачає вирішення двох завдань:

- вибір методів обробки для кожної поверхні деталі;
- вибір послідовності виконання технологічних операцій для виготовлення деталі.

Вибір методів механічної обробки визначається конфігурацією деталі, її габаритами, видом обраної заготовки, вимогами до точності і якості оброблених поверхонь.

Послідовність виконання операцій (маршрут обробки) складають з урахуванням того, що кожен вид робочого процесу забезпечує відповідний ступінь точності і шорсткості лише в тому випадку, якщо проведена попередня обробка. В першу чергу обробляються поверхні, які будуть використовуватися в якості технологічних баз для наступних операцій. Закінчується процес виготовлення деталі чистовою обробкою отворів.

Для реалізації принципу суміщення технологічних і конструкторських баз і принципу сталості технологічності отвори свердлять попередньо як чорнові.

У таблиці 1.5 представлений укрупнений технологічний маршрут виготовлення деталі «Кришка».

Таблиця 1.5 - Технологічний маршрут обробки деталі «Кришка»

№ операції	Найменування і зміст операції	Устаткування, інструмент	Оснащення
005	4262 Горизонтально-фрезерна. Фрезерувати пов. 9, 11, витримуючи виконавчі розміри згідно карти ескізів.	Верстат фрезерний 6P83; фреза циліндрична Ø40 ГОСТ 29092	Лещата верстатні
010	4214 Вертикально-свердлильна. Виготовити отвори 12, 13, 14, 15 витримуючи виконавчі розміри згідно карти ескізів.	Верстат вертикально-свердлильний 2Н125; свердло Ø5 ГОСТ 886- 77	Кондуктор
015	4234 Фрезерна з ЧПК. Фрезерувати пов. 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, витримуючи виконавчі розміри згідно карті ескізів та РТК	Верстат фрезерний з ЧПК МА-655А; фреза кінцева Ø 16 ГОСТ 26595- 85	УСП
020	4214 Вертикально-свердлильна. Свердлити, зенкерувати та розгорнути отвір 10, витримуючи виконавчі розміри згідно карти ескізів.	Верстат вертикально-свердлильний 2Н125; свердло: Ø14 ГОСТ 886- 77, зенкер Ø14,7 ГОСТ 12489-71: розгортка Ø14,9; Ø 15Н7 ГОСТ 1672-80	УСП

1.3.1 Розробка карти ескізів для операцій обробки деталі

Технологічна операція - це закінчена частина технологічного процесу, виконувана на одному робочому місці. Технологічна операція є основною одиницею виробничого планування і врахування. Установ є закінченою частиною технологічної операції, виконувана при незмінному базуванні і закріплення заготовки. Карта ескізів це основний графічний документ системи стандартів ЕСТД (єдиної системи технологічної документації), який дає наочну інформацію про виконувану технологічну операцію.

На операційній карті ескізів обробки необхідно показати:

1. Заготовку в робочому положенні щодо розташування ріжучого інструменту на верстаті. Контур заготовки зображують в такому вигляді, який заготовка отримає в кінці виконання даної операції або установка. Якщо технологічна операція виконується за кілька установ, то операційний ескіз оформляють для кожного установи заготовки окремо.

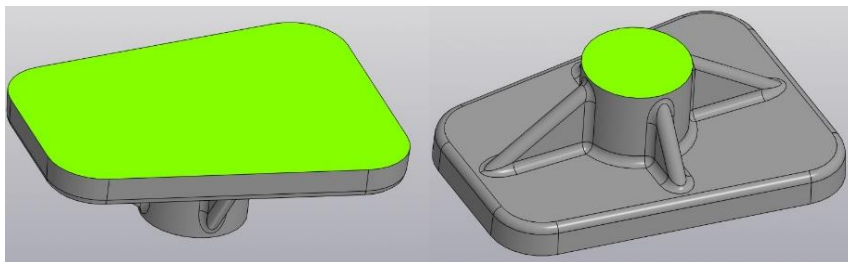
2. Поверхні заготовки, які обробляються на даній технологічній операції, виділяються потовщеними лініями. У навчальних цілях допускається виділяти оброблювані поверхні червоним кольором.

3. Умовне позначення опор, затискачів, установочних пристроїв на операційній карті ескізів виконують згідно з ГОСТ 3.1197-81 «Опори, затискачі та установочні пристрої. Графічні позначення».

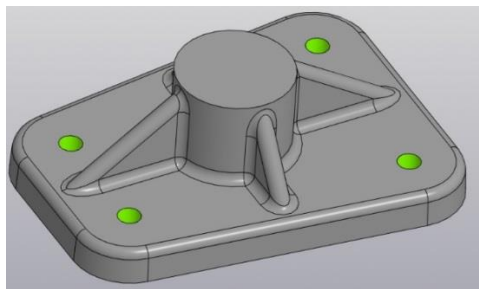
4. Нумерацію розмірів обробки заготовки проставляють в кружках, починається з цифри 1. Послідовність проставляння номерів в кружках ведуть по ходу годинникової стрілки. Нумерація відноситься тільки до даної технологічної операції. На наступних операціях нумерацію знову починають з цифри 1.

Карта ескізів для операцій механічної обробки різанням деталі «Кришка» представлена в Додатку (креслення 104.РГР.140.01.03).

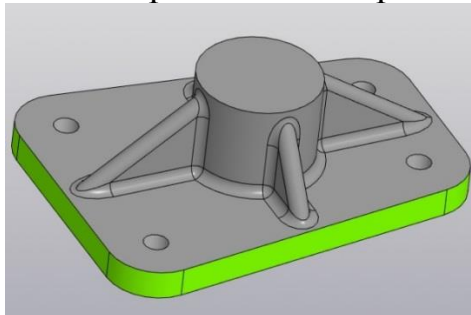
Технологічний маршрут виготовлення деталі «Кришка» представлено комп'ютерними моделями оброблюваних поверхонь на рисунку 1.4.



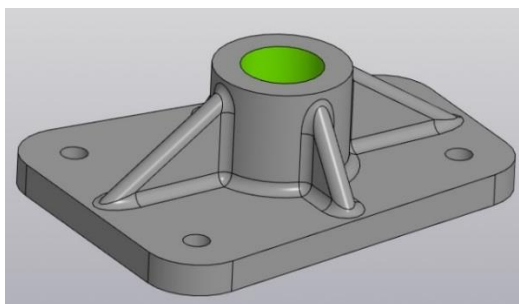
005 4262 Горизонтально-фрезерна (два установа)



010 4214 Вертикально-свердлильна



015 4234 Фрезерна з ЧПК



020 4214 Вертикально-свердлильна

Рисунок 1.4 – Моделювання поопераційної обробки деталі «Кришка»

1.4 Призначення технологічних баз для операцій обробки деталі

При розробці кожної операції обробки на металорізальних верстатах необхідно забезпечити базування і закріплення заготовки. Базиування при механічній обробці задає необхідне положення заготовки на верстаті щодо різального інструменту.

Закріплення заготовки в верстатному пристосуванні забезпечує нерухомість положення заготовки, досягнутого при базуванні.

Геометричне положення заготовки щодо різального інструменту і фіксацію заготовки при механічній обробці показують на схемі базування і закріплення.

Схему базування і закріплення на кожну технологічну операцію і кожен установ в складі операції розробляють у вигляді операційного ескізу. На операційному ескізі заготовку показують в тому стані, яке вона набуває в результаті виконання заданої операції.

В якості технологічних баз для операцій необхідно вибирати конструкторські бази деталі або поверхні, щодо яких задано положення найбільшої кількості оброблюваних поверхонь. При виборі технологічних баз для операцій виготовлення деталі необхідно керуватися принципами суміщення і сталості баз. Принцип суміщення баз - в якості технологічних баз слід приймати конструкторські бази деталі у виробі.

Принцип постійності баз - на всіх основних операціях використовують одні і ті ж технологічні бази. В цьому випадку відсутні можливі зсуви заготовки при кожній перестановці на нових операціях за рахунок зміни баз. Точність обробки заготовки при виконанні цього принципу буде найбільшою.

Технологічні бази для виконання кожної операції механічної обробки заготовки призначають в два етапи. На першому етапі призначають технологічні бази, які необхідні для отримання найбільш відповідальних розмірів деталі або які можна використовувати при обробці більшості поверхонь заготовки. На другому етапі вирішують питання про вибір поверхонь для базування заготовки на першій технологічній операції обробки.

На першій операції виготовлення деталі повинні бути оброблені ті поверхні заготовки, які в подальшому будуть служити технологічною базою при чистовій обробки. Для деталей з литих або штампованих заготовок в якості чорнових баз слід приймати поверхні, які в готовій деталі залишаться необробленими.

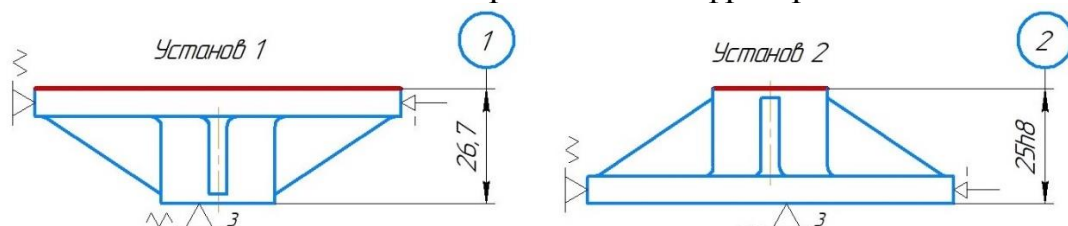
На основі вищевикладених принципів і рекомендацій призначимо технологічні бази для всіх операцій механічної обробки поверхонь штампованої заготовки деталі «Кришка» (рисунки 1.5).

Провівши аналіз схеми базування і закріплення заготовки для операцій механічної обробки деталі «Кришка» можна зробити висновки:

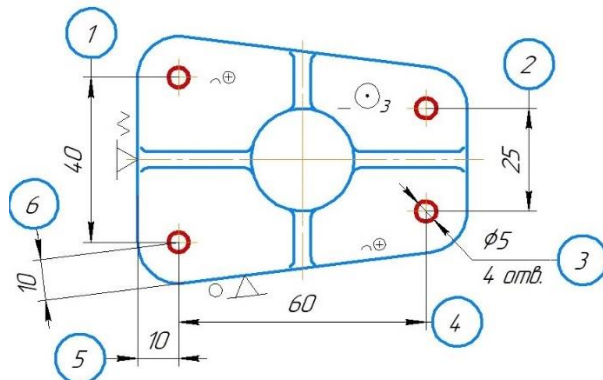
- на всіх операціях для зменшення похибки базування як чистових баз використовуються вже оброблені поверхні заготовки;
- для всіх операцій дотримується принцип суміщення технологічних і конструкторських баз;

- для операцій 015 та 020 в якості технологічних баз використовуються отвори 13, 15 та опорна плоска поверхня 11.

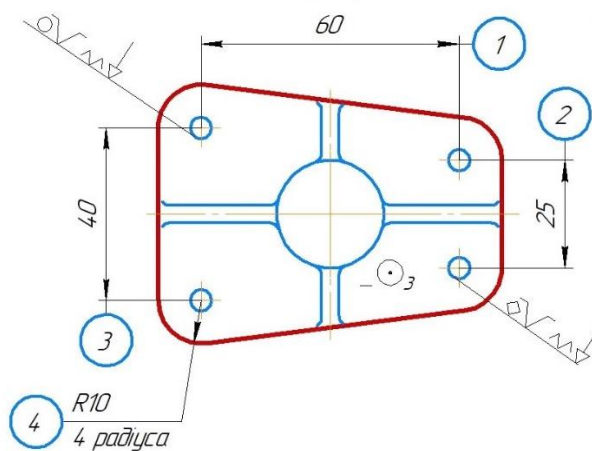
005 4262 Горизонтально-фрезерна



010 4214 Вертикально-свердлильна



015 4234 Фрезерна з ЧПК



020 4214 Вертикально-свердлильна

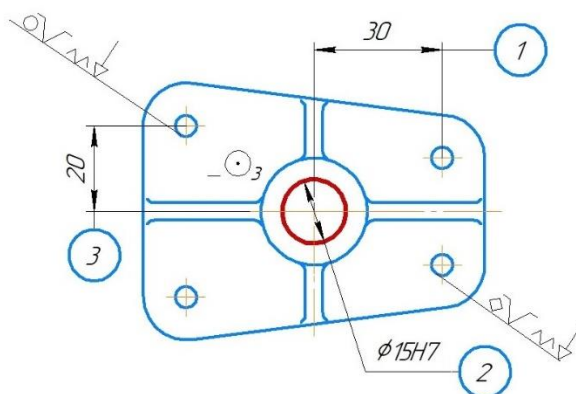


Рисунок 1.5 - Схема базування та закріплення заготовки для операцій механічної обробки деталі «Кришка»

2 РОЗРОБКА ОПЕРАЦІЇ МЕХАНІЧНОЇ ОБРОБКИ ДЕТАЛІ

Одним з основних в технології машинобудування є положення про те, що обрана для виготовлення деталі технологія повинна забезпечувати тільки ту ступінь точності, яка задана конструктором.

Уточненням називається відношення похибки заготовки $\Delta_{\text{заг}}$ до похибки деталі $\Delta_{\text{дет}}$: $\varepsilon = \frac{\Delta_{\text{заг}}}{\Delta_{\text{дет}}}$.

Кожна операція обробки даної поверхні повинна мати уточнення більше одиниці, тобто подальша операція повинна забезпечувати більш високу точність обробки, ніж попередня. Якщо уточнення рівне або менше одиниці, то така операція є зайвою.

2.1 Розрахунок режимів різання для операції «4234 Фрезерна з ЧПК»

Режим різання при фрезеруванні визначають параметри:

- швидкість руху різання V , м/хв;
- швидкість руху подачі S , в тому числі S_z – подача на зуб, мм / зуб;
- S_0 – подача на оборот, мм / об; S_m – хвилинна подача, мм / хв;
- глибина різання t , мм;
- ширина фрезерування B , мм.

Призначення режимів різання при механічній обробці фрезеруванням виконують в такій послідовності:

1. Вибір конструкції і геометрії фрези та марки інструментального матеріалу.
2. Призначення глибини різання t .
3. Розрахунок подачі на зуб S_z .
4. Призначення періоду стійкості інструменту T .
5. Розрахунок допустимої швидкості різання V .
6. Розрахунок частоти обертання фрези n .

7. Коригування значень n і S_m за паспортними даними фрезерного верстата в сторону зменшення.

8. Розрахунок сили P_z і потужності різання N_p та порівняння з паспортною потужністю верстата $N_{\text{ст}}$ (Повинно виконуватися умова $N_p < N_{\text{ст}}$).

Призначення режимів різання для операції 4234 «Фрезерна з ЧПК» механічної обробки деталі «Кришка» виконуємо в рекомендованій послідовності:

1. Як ріжучий інструмент для фрезерування по периметру заготовки деталі «Кришка» на верстаті з ЧПК вибираємо фрезу кінцеву ГОСТ 17025-81. З урахуванням ширини фрезерування $B = 6$ мм поверхонь заготовки, що обробляються на даній операції, з каталогу вибираємо кінцеву фрезу з циліндричним хвостовиком нормальної серії діаметром 16 мм.

Матеріал ріжучої частини кінцевої фрези твердий сплав марки Т15К6, який має високу твердість і червоностійкість та забезпечують високі показники при механічній обробці деформованого алюмінієвого сплаву АК6, з якого виготовлена деталь «Кришка». Зовнішній вигляд і геометричні параметри кінцевої фрези нормальної серії по ГОСТ 17025-81 наведені в таблиці 2.1.

Таблиця 2.1 – Зовнішній вигляд і геометричні параметри кінцевої фрези

				
Геометричні параметри кінцевої фрези по ГОСТ 17025-81				
d	L	l	z	d ₁
16	92	32	5	16

2. Глибину різання t для чистового фрезерування призначаємо $t = 0,5$ мм з 1,7 мм прийнятого одностороннього операційного припуску згідно з проведеними раніше розрахунками (див. таблицю 1.4).

3. Подачу на зуб S_z при фрезеруванні кінцевими фрезами з інструментального матеріалу у вигляді твердого сплаву можна знайти емпірично:

$$S_z = 0,0432 \frac{D^{0,45}}{t^{0,22} B^{0,1}} K_m, \quad \text{мм/зуб} \quad 2.1)$$

де поправочний коефіцієнт K_m залежить від шорсткості оброблюваної поверхні за кресленням і береться для значень шорсткості $Ra_{25}, Ra_{12,5}; Ra_{6,3}; Ra_{3,25}$ відповідно $K_m = 1,5; 1,0; 0,65; 0,4$. Приймаємо для шорсткості $Ra_{1,6}$ контурної обробки деталі «Кришка» $K_m = 0,4$.

$$\text{Тоді: } S_z = 0,0432 \frac{16^{0,45}}{0,5^{0,22} 6^{0,1}} 0,4 = 0,059 \text{ мм/зуб}$$

4. Період стійкості інструменту T призначають по нормативним даним в залежності від оброблюваного матеріалу, виду, розмірів і матеріалу ріжучого інструменту:

$$T = CD^x, \quad \text{хв} \quad 2.2)$$

де C, x – табличні значення для твердих сплавів, наведені в таблиці 2.2.

Таблиця 2.2 – Дані для розрахунку періоду стійкості фрези діаметром D , мм

Інструментальний матеріал	Значення	
	C	x
Твердий сплав	0,81	1,10

$$\text{Тоді } T = 0,81 \cdot 16^{1,1} = 17,1 \text{ хв}$$

5. Розрахунок допустимої швидкості різання визначаємо за емпіричною формулою:

$$V = \frac{37,3D^{0,45}}{t^{0,3}S_z^{0,2}B^{0,1}z^{0,1}}K_v, \quad \text{м/хв} \quad (2.3)$$

де поправочний коефіцієнт K_v залежить від виду і марки оброблюваного матеріалу і вибирається з таблиці 2.3.

Таблиця 2.3 – Значення поправочного коефіцієнта K_v

Оброблюваний матеріал	АК6
Значення коефіцієнта K_v	1,0

На підставі отриманих даних допустима швидкість різання має величину:

$$V = \frac{37,3 \cdot 16^{0,45}}{0,5^{0,3}0,047^{0,2}6^{0,1}5^{0,1}}K_v = 175,68 \text{ м/хв}$$

6. Визначимо розрахункову частоту обертання шпинделя верстата з кінцевою фрезою по співвідношенню:

$$n = \frac{1000 \cdot V}{\pi \cdot D} = \frac{1000 \cdot 151,68}{3,14 \cdot 16} = 3495 \frac{1}{\text{хв}}$$

7. Технічні характеристики фрезерного верстата з ЧПК моделі МА-655А (таблиця 2.4) не забезпечують розрахункову частоту обертання шпинделя. Тому приймаємо частоту обертання шпинделя верстата $n_{\text{прин}} = 2500 \frac{1}{\text{хв}}$.

Таблиця 2.4 – Технічні характеристики верстата з ЧПК моделі МА-655А

Клас точності за ГОСТ 8-82	Н
Розміри робочої поверхні, мм	1250x500
Найбільше вертикальне переміщення каретки Z, мм	630
Межа частот обертання шпинделя, 1/хв	20-2500
Потужність привода головного руху, кВт	17
Швидкості робочих переміщень X, Y мм/хв	1-10000
Швидкості робочих переміщень Z мм/хв	1-7000
Прискорене переміщення за координатами X, Y, мм/хв	10000
Прискорене переміщення по координаті Z, мм/хв	7000
Кількість інструментів у магазині, шт.	8
Точність позиціонування X (стола), мм	0,02
Точність позиціонування Y (повзуна), мм	0,02
Точність позиціонування Z (вертикальна), мм	0,02
Габаритні розміри верстату (ДхШхВ), мм	10000
Маса верстату, кг	10000

Тоді фактична швидкість різання:

$$V_{\phi} = \frac{\pi \cdot D \cdot n_{\text{прин}}}{1000} = \frac{3,14 \cdot 16 \cdot 2500}{1000} = 125,66 \frac{\text{м}}{\text{хв}}$$

Розрахуємо хвилинну подачу для чистового фрезерування заготовки деталі «Кришка»:

$$S_m = S_z \cdot z \cdot n_{\text{прин}} = 0,059 \cdot 5 \cdot 2500 = 732 \frac{\text{мм}}{\text{хв}}$$

Технічні характеристики верстата МА-655А (таблиця 2.4) забезпечують дану хвилинну подачу робочих переміщень кінцевої фрези по траєкторії програмної обробки заготовки деталі «Кришка».

8. Силу різання для фрезерування кінцевою фрезою заготовки деталі «Кришка» розраховуємо за формулою:

$$P = \frac{10 \cdot C_p t^x S_z^y B^u z K}{D^q n^w}, \quad H \quad (2.4)$$

де C_p – коефіцієнт пропорційності. $C_p = 34.5$ для твердого сплаву.
 K – поправочний коефіцієнт, що враховує конкретні умови роботи;
 x, y, u, q, w – показники ступеня, наведені в таблиці 2.5;

Таблиця 2.5 – Значення коефіцієнтів для розрахунку сили різання

Інструментальний матеріал	Коефіцієнт і показники степеню у формулі сили різання				
	x	y	u	q	w
Твердий сплав	0,85	0,75	1,00	0,73	0,13

Поправочний коефіцієнт K враховує вплив на силу різання міцностних характеристик оброблюваного матеріалу, матеріалу ріжучої частини фрези, головного ϕ і переднього кута γ зуба фрези. Дорівнює добутку ряду поправочних коефіцієнтів:

$$K = K_{M_p} K_{V_p} K_{\phi_p} K_{\gamma_p}$$

Коефіцієнт K_{M_p} при фрезеруванні алюмінієвих сплавів дорівнює 0,25.

Далі визначаємо значення переднього кута зуба кінцевої фрези. Для обробки алюмінієвих сплавів $\gamma = 15^\circ$.

Коефіцієнт K_{V_p} для позитивних передніх кутів зуба кінцевої фрези розраховується за емпіричними формулою: $K_{V_p} = \frac{1,92}{V^{0,14}} = \frac{1,92}{78,54^{0,14}} = 1,04$.

Коефіцієнт $K_{\phi_p} = 0.87$ (для головного кута в плані $\phi=90^\circ$)

Коефіцієнт K_{γ_p} для позитивних передніх кутів зуба кінцевої фрези розраховується за емпіричними формулою: $K_{\gamma_p} = \frac{1,36}{\gamma^{0,15}} = \frac{1,36}{15^{0,15}} = 0,91$.

Обчислюємо поправочний коефіцієнт K :

$$K = 0,25 \cdot 1,04 \cdot 0,87 \cdot 0,91 = 0,21.$$

Розраховуємо силу різання:

$$P = \frac{10 \cdot 34,5 \cdot 0,5^{0,85} \cdot 0,059^{0,75} \cdot 6^{1,0} \cdot 5 \cdot 0,21}{16^{0,73} \cdot 2500^{0,13}} = 25 \text{ H} \quad (2.4)$$

Визначимо потужність різання, як:

$$N = \frac{PV_\phi}{61200} = \frac{25 \cdot 125,66}{61200} = 0,05 \text{ кВт.}$$

Технічні характеристики вертикально-фрезерного верстата з ЧПК моделі МА-655А (див. таблицю 2.4) забезпечують необхідну потужність різання при контурно-фрезеруванні кінцевою фрезою заготовки деталі «Кришка».

2.1.1 Розробка РТК для операції обробки деталі на верстаті з ЧПК

Конструктивно-технологічний аналіз оброблюваних поверхонь деталі «Кришка» (див. рисунок 1.2 і таблицю 1.3) показує, що зовнішні циліндричні поверхні 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8 можуть бути виготовлені тільки фрезеруванням на верстаті з ЧПК. Фрезерні верстати з ЧПК і автоматичною зміною інструменту призначені для обробки по керуючій програмі деталей складної криволінійної форми. На верстатах з ЧПК можна виробляти фрезерування площин, пазів, зовнішніх і внутрішніх фасонних контурів з високою точністю.

Для виконання операції 015 4234 «Фрезерна з ЧПК» був обраний фрезерний верстат з ЧПК моделі MA-655A, технічні характеристики якого наведені в таблиці 2.4.

Крім операційного ескізу, обов'язковим елементом операційної технології програмної обробки на верстатах з ЧПК є кінематична схема переміщення інструменту для кожного технологічного переходу - розрахунково-технологічна карта (РТК).

РТК повинна містити наступні дані:

- прямокутну систему координат ХМZ фрезерного верстата з ЧПК з початком відліку в нульовій точці верстата М ;
- прямокутну систему координат деталі з початком відліку в нульовій точці деталі W ;
- координати вихідної точки інструменту O , визначеної щодо нульової точки верстата і використовуваної для початку роботи інструменту по керуючій програмі;
- контур деталі, що підлягає обробці, із зазначенням схеми базування і закріплення заготовки;
- траєкторію руху вихідної точки інструменту O в системі координат верстата ХМZ .

На лінії руху інструменту позначають опорні точки – геометричні та технологічні, в яких відбувається зміна геометрії траєкторії або умов обробки.

Опорна геометрична точка - точка розрахункової траєкторії, в якій змінюється закон, за яким описана траєкторія. Опорна технологічна точка - точка розрахункової траєкторії, в якій відбувається зміна умов протікання технологічного процесу. Основною лінією позначають ділянки робочого ходу, пунктирною - допоміжного ходу. Напрямок обходу для наочності задають стрілками на кожній ділянці траєкторії руху вершини інструменту. Центр інструменту - нерухома щодо державки точка інструменту, по якій ведеться розрахунок траєкторії. РТК для операції 015 4234 «Фрезерна з ЧПК» обробки деталі «Кришка» представлена в Додатку (креслення 104.РГР.140.01.04).

2.2 Проектування схеми спеціального верстатного пристрою

Верстатний пристрій «Кондуктор» (рисунок 2.1) призначений для свердління 4 отворів при виконанні вертикально-свердлильної операції виготовлення деталі «Кришка». Втулки 5 розташовані на кондукторній плиті 1.

Для встановлення заготовки її розміщують відповідно ескізу з упором до робочих поверхонь призми 2 та рухомого упору 6. Рухомий упор 6 переміщується за допомогою пружин 7, до рухаються в отворах пластини 14.

Щоб вузол рухомого упору 6 не від'єднався, його зафіксовано відносно пристрою за допомогою шплінта 9. Після встановлення заготовка фіксується прижимом 12 за допомогою гайки 11. В робочому положенні пристрій встановлюється на стійки 10, які мають по 2 лиски кожна для застосування гайкового ключа при складанні пристрою.

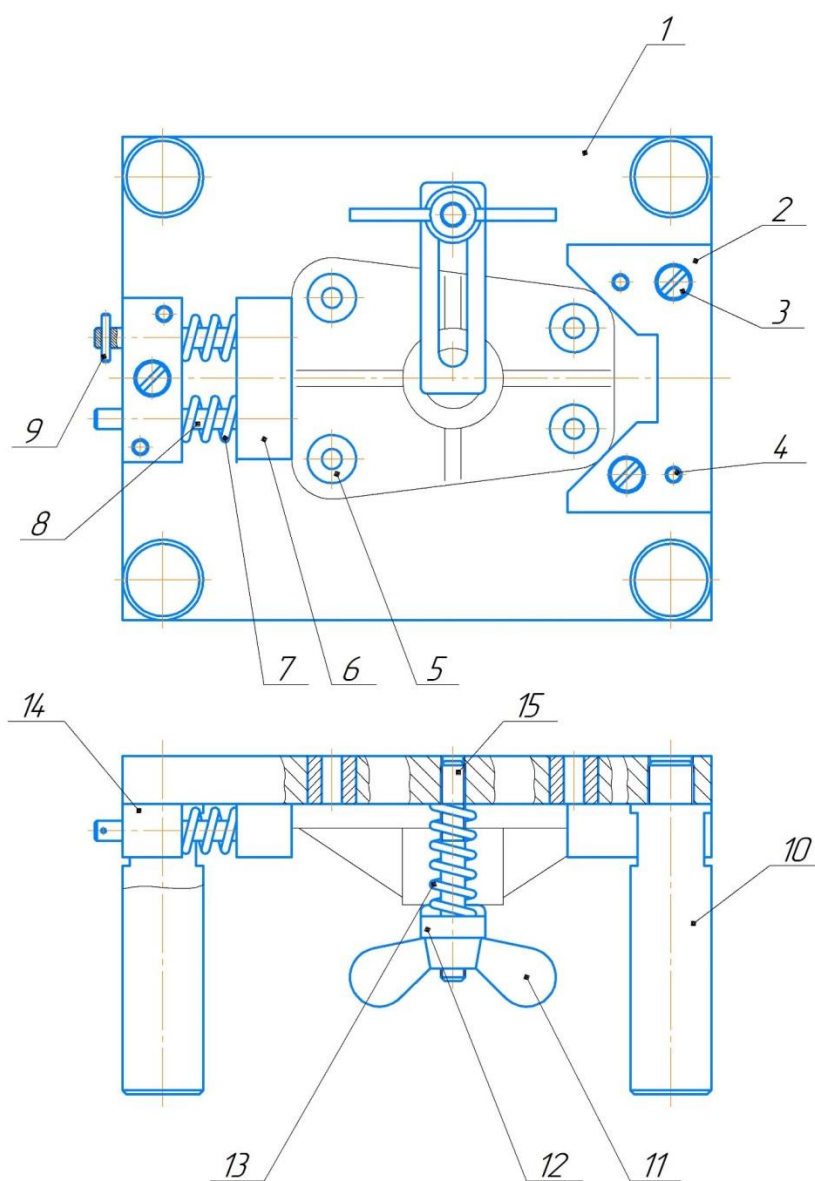


Рисунок 2.1 – Схема кондуктора:

- 1 – кондукторна плита; 2 – призма; 3 – гвинт; 4 – штифт; 5 – втулка; 6 – упор;
7, 13 – пружина; 8 – вісь; 9 – шплінт; 10 – стійка; 11 – гайка; 12 – прижим;
14 – пластина; 15 – шпилька

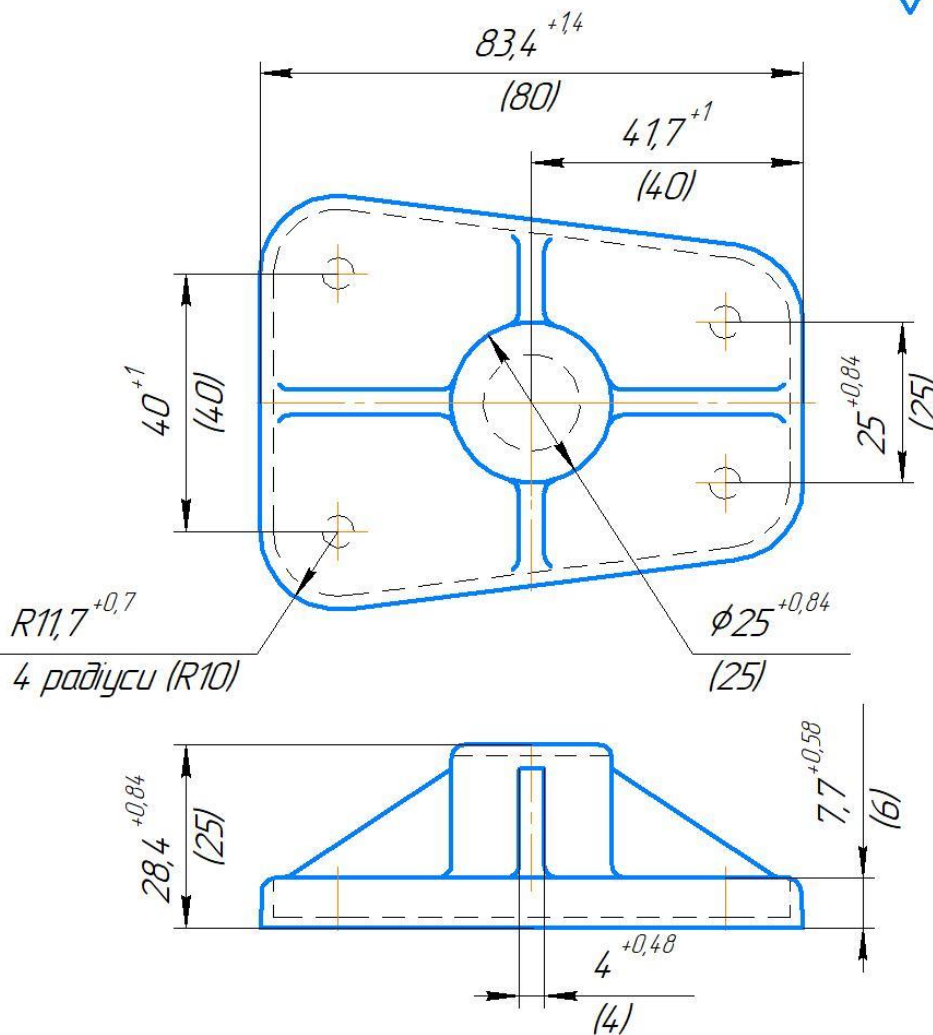
ДОДАТОК

104.P.P.P.14.0.01.02



Перв. примен.

Справ. №



- 1 Штампування за ОСТ1 90073-85. Група контролю 3.
- 2 Штампувальні зовнішні нахили 5°, внутрішні 7°.
- 3 Непозначені радіуси заокруглень R4 мм.
- 4 Допуски на розміри за ОСТ1 41187-78 кл.5.
- 5 Розміри в дужках – чистові.

Підп. і дата

Інв. № змін.

Взам. інв. №

Підп. і дата

Інв. № змін.

Ізм. Лист	№ докум.	Підп.	Дата
Разроб.	Гарбуз А.А.		
Пров.	Д'яченко Ю.В.		
Т.контр.			
Н.контр.			
Утв.			

104.P.P.P.14.0.01.02

Кришка
(заготовка)

Лист	Масса	Масштаб
Н	0,377	1:1
Лист	Листов	1

XAI
гр. 140

Копировал

Формат А4

104.P.P.14.0.01.03

Перш. примеч.

Справ. №

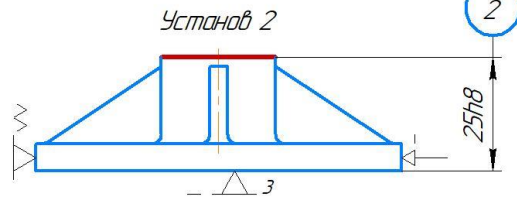
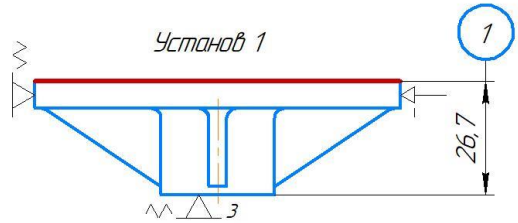
Падп. і дата

Взам. шиф. №

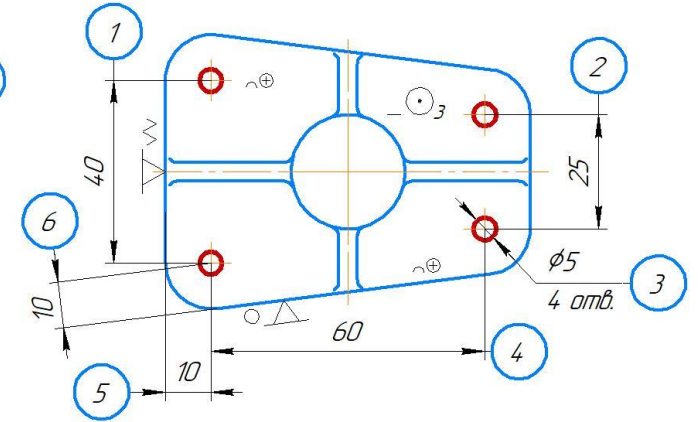
Падп. і дата

Шиф. № годіл.

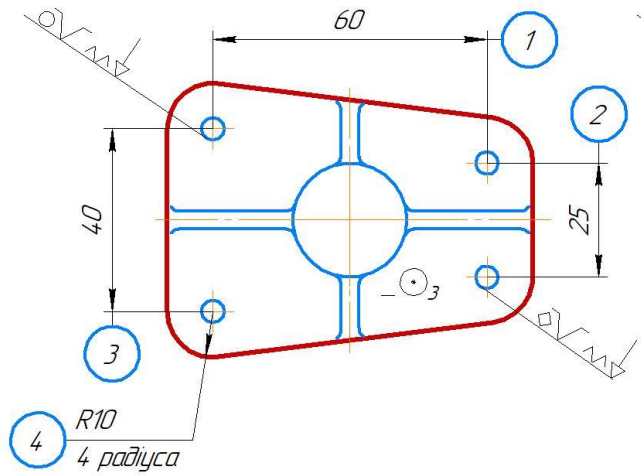
005_4262 Горизонтально-фрезерна



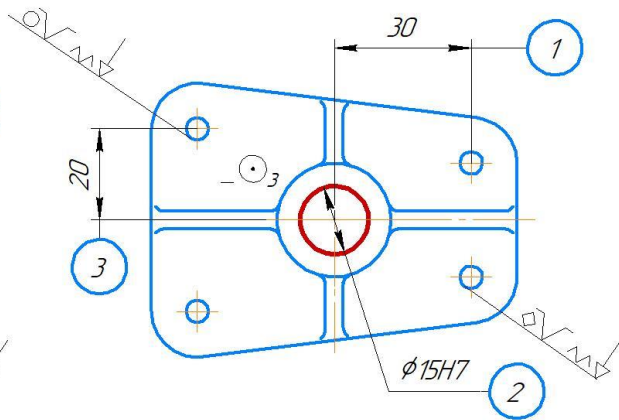
010_4214 Вертикально-свердильна



015_4234 Фрезерна з ЧПК



020_4214 Вертикально-свердильна



104.P.P.14.0.01.03

Изм.	Лист	№ докум.	Падп.	Дата	Лист	Масса	Масштаб
Разработ.	Горбуз А.А.				Н		1:1
Проб.	Дяченко Ю.В.				Лист	Листов	1
Т.контр.					ХАІ		
Н.контр.					гр. 14.0		
Утв.					Формат А3		

Карта ескізів

Копировал

Формат А3

104.P.P.14.0.01.04

Перш. примеч.

Спроб. №

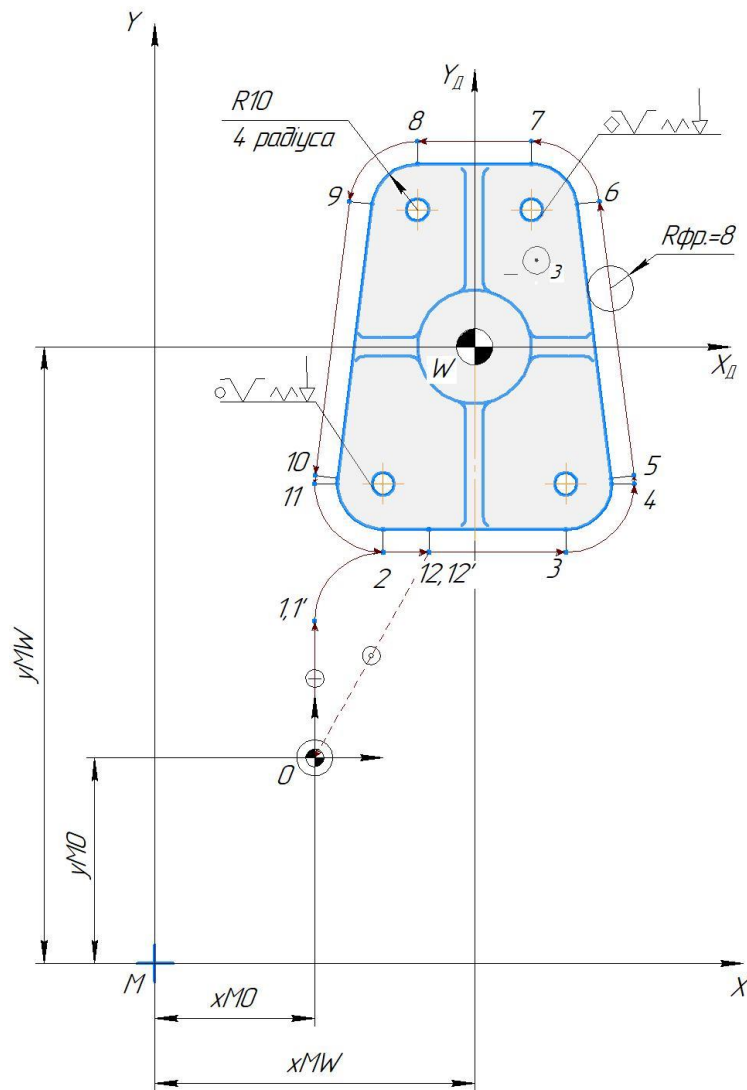
Попт. и дата

Инд. № зблн.

Взам. инд. №

Попт. и дата

Инд. № попл.



Номер опорної точки	Координати опорних точок, мм		
	x	y	z
0	0	0	100
1, 1'	0	30	40
2	15	45	40
3	55	45	40
4	70	60	40
5	69,88	61,86	40
6	62,38	121,86	40
7	47,5	135	40
8	22,5	135	40
9	7,61	121,86	40
10	0,11	61,86	40
11	0	60	40
2	15	45	40
12, 12'	25	45	40
0	0	0	100

- Умовні позначення:
- (solid line with arrow) - траекторія робочого руху.
 - - -→- (dashed line with arrow) - траекторія допоміжного руху.
 - ⊕— (dashed line with arrow and symbol) - переміщення зі зниженням одночасно.
 - - -⊖- (dashed line with arrow and symbol) - переміщення з підйоманням одночасно.

				104.P.P.14.0.01.04				
Изм.	Лист	№ докум.	Попт.	Дата	Розрахунково-технологічна карта	Лист	Масса	Масштаб
Разраб.	Гарбуз А.А.					Н		1:1
Проб.	Дяченко Ю.В.					Лист	Листов	1
Т.контр.						ХАІ		
Н.контр.					гр. 14.0			
Утв.					Формат А3			

Копіювал

Формат А3

ГОСТ 3.1105-84 форма 2

Дубл.										
Взам.										
Подл.										

K104.02100.14001 7 1

XAI, K104

104.РГР.140.01.01

-

-

Кришка

РГР

-

-

Міністерство освіти і науки України
 Національний аерокосмічний університет
 ім. М.Є. Жуковського "ХАІ"

ЗАТВЕРДЖУЮ

Керівник РГР

_____ Д'яченко Ю.В.
 (підпис) (П.І.Б)

" _ " _____ 2023 р.

КОМПЛЕКТ ДОКУМЕНТІВ

на одиничний технологічний процес
 виготовлення деталі "Кришка"

Розробив студент 140 гр.

_____ Гарбуз А.А.
 (підпис) (П.І.Б)

" _ " _____ 2023 р.

ТЛ

ГОСТ 3.1404-86 форма 3											
Дубл.											
Взам.											
Подл.											
								02100.14001	2	1	
Розроб.	Гарбуз А.А.			ХАІ, К104	104.РГР.140.01.01	-	104.60142.00003				
Затверд.	Д'яченко Ю.В.			Кришка							015
Н.контр.											
Найменування операції		Матеріал			Твердість	ЕВ	МД	Профіль та розміри		МЗ	КОИД
Фрезерна з ЧПК		АК6 ГОСТ 4784-97				кг	0,12	Штамповка 80x60x25		0,377	1
Обладнання, пристрій ЧПК		Позначення програми			То	Тв	Тпз.	Тшт.	СОЖ		
МА-655А									Емульсія		
Р		ПИ	Д или В	L	t	i	S	n	V		
01			мм	мм	мм	шт	мм/мин	1/мин	м/мин		
002	1. Встановити деталь вручну та закріпити										
Т03	(1) - пристрій										
04											
005	2. Фрезерувати по контуру згідно КЕ 104.60142.00001, витримуючи розміри 1-4; ВІ №72-04; ІОП №144-82										
Т06	(1) - втулка цангова Ø16 мм; (1) - фреза концева Ø16 мм ГОСТ17026-71										
Р07			16	92	0,5		732	2500	126		
08											
009	3. Розкріпити, зняти										
Т10	(1) - пристрій										
11											
12											
13											
OK		Обробка деталей на металорізючих верстатах з ЧПК								4	

										ГОСТ 3.1404-86 форма 2а				
Дубл.														
Взам.														
Подл.														
											02100.14001	2		
										104.РГР.140.01.01	104.60142.00004	015		
Р						ПИ	Д или В	L	t	i	S	n	V	
01	мм мм мм шт мм/мин 1/мин м/мин													
002	4. Контроль виконавчих розмірів згідно КЕ 104.20142.00001, розмірів 80h8, 25h8, 6 мм													
T03	згідно кресленика													
P04	(1) - ШЦ I-125-0,1 ГОСТ 166-80													
05														
006														
T07														
08														
009														
10														
T11														
12														
13														
14														
15														
16														
17														
OK											Обробка деталей на металоріжучих верстатах з ЧПК			5

Дубл.								ГОСТ 3.1502-85 форма 2	
Взам.									
Подл.									
						02100.14001	1	1	
Разраб.	Гарбуз А.А.			XAI, K104	104.РГР.140.01.01			104.60102.00008	
Утверд.	Д'яченко Ю.В.			Кришка					030
Н.контр.									
Найменування операції					Найменування, марка матеріала				МД
Контроль					AK6 ГОСТ 4784-97				0,12
Найменування обладнання				To	Tв				
Плита контрольна									
Р	Параметри, що контролюються	Код засобів ТО		Найменування засобів ТО		Об'єм і ПК	То/Тв		
001	1. 80h8			ШЦ II-160-0,05 ГОСТ 166-80		100			
002	2. Ø5, Ø15			Пробка ГОСТ 14810-69		100			
003	3. 4; 6; 25h8			ШЦ II-160-0,05 ГОСТ 166-80		100			
004	4. Шорсткість оброб.поверхн.			Зразки шорст. поверхн. ГОСТ 9378-75		50			
005	5. Відхилення від співвіс.			Пристосування контрольне		100			
06	вісей отворів 25±0,1; 40±0,125; 60±0,15								
07									
08									
09									
10									
11									
12									
OK		Технічний контроль						7	