

Національний технічний університет України
«КИЇВСЬКИЙ ПОЛІТЕХНІЧНИЙ ІНСТИТУТ
імені Ігоря Сікорського»
НАВЧАЛЬНО - НАУКОВИЙ МЕХАНІКО-МАШИНОБУДІВНИЙ
ІНСТИТУТ
Кафедра технології машинобудування

«На правах рукопису»
УДК _____

«До захисту допущено»

Завідувач кафедри
Олександр Охріменко
(підпис) (власне ім'я, прізвище)

“ _____ ” _____ 2023 р.

Дипломний проєкт
на здобуття ступеня бакалавра
за освітньо-професійною програмою
«Технології машинобудування»
зі спеціальності 131 «Прикладна механіка»

на тему: Технологія виготовлення корпусу сучасними інструментами _____

Виконав:
студент 4 курсу, групи МТ-82

Олейніков Павло Юрійович _____
(прізвище, ім'я, по батькові) (підпис)

Науковий керівник Петраков Юрій Володимирович _____
(посада, науковий ступінь, вчене звання, прізвище та ініціали) (підпис)

Рецензент _____
(посада, науковий ступінь, вчене звання, науковий ступінь, прізвище та ініціали) (підпис)

Засвідчую, що у цьому дипломному проєкті немає запозичень з праць інших авторів без відповідних посилань.

Студент _____
(підпис)

Київ – 2023 року

Зміст

Вступ	Ошибка! Закладка не определена.
1.Вирішення загальних питань машинобудування	5
1.1. Вступ	5
1.2. Свердла	5
1.2.1. Перові свердла	6
1.2.2. Спиральне свердло	7
1.2.3. Центрувальні свердла	9
1.2.4. Конічні свердла	11
1.2.5. Свердла для глибокого свердління	12
1.2.6. Свердла для кільцевого свердління	14
1.3. Зенкери та їх типи	14
1.4. Розвертки	18
1.5. Фрези	19
1.5.1. Дискові фрези	20
1.5.2. Торцеві фрези	22
1.5.3. Циліндричні фрези	24
1.5.4. Кутові фрези	30
1.5.5. Фасонні фрези	32
1.5.6. Черв'ячні фрези	33
1.5.7. Кінцеві фрези	35
1.5.8. Шпонкові фрези	37
2.Технологічний розділ	38
2.1. Аналіз службового призначення та умови роботи деталі у вузлі.	38
2.1.1. Аналіз умов роботи деталі у складальній одиниці або вузлі.	39
2.1.2. Аналіз вибору конструкційного матеріалу	41
2.2. Визначення типу виробництва та аналіз його впливу на завдання технологічного підготування виробництва.....	42
2.3. Короткий аналіз технологічності деталі	44

2.4. Визначення способу виготовлення заготовки	45
2.5. Обґрунтування вибору баз для технологічного процесу виготовлення деталі.....	53
2.5.1. Обґрунтування та вибір загальних технологічних баз	54
2.6. Проектування типових послідовностей оброблення поверхонь заготовки	56
2.7. Проектування операційного технологічного процесу	57
виготовлення деталі.....	57
2.8. Вибір обладнання, верстатних пристосувань та інструментів ...	65
2.9. Визначення припусків для технологічних переходів оброблення поверхонь заготовки.	68
2.9.1. Аналітичний розрахунок припусків.....	69
2.10. Розрахунок режимів різання на поверхню Ø90H7	72
2.10.1. Чорнове точіння.....	72
2.10.2. Чистове точіння.	74
2.10.3. Тонке точіння.	75
3. ПРОЕКТНО-КОНСТРУКТОРСЬКИЙ РОЗДІЛ	77
3.1. Пристрій для свердління отворів на верстаті Haas VF-2TR (операція 015).....	77
3.2. Розрахунок схеми пристрою.....	78
ВИСНОВКИ	81
ІНФОРМАЦІЙНІ ДЖЕРЕЛА.....	82

Анотація

Пояснювальна записка до дипломного проекту наукового ступеня бакалавра на тему : " Технологія виготовлення корпусу сучасними інструментами " формується з 84 аркушів формату А4, де вказані сучасні види інструментів для обробки заготовок і не тільки , ЧПУ станки та їх характеристика, деталь " Корпус " і її технологія виготовлення . Для написання дипломного проекту використовувались дані , які було взято з 7 літературних джерел , до складу яких входили наукові статті, методичні вказівки, технічна література та державні стандарти.

Графічна частина складається з 4 аркушів А1 та 2 аркушів А2: кресленик заготовки деталі, схеми технологічних переходів на фрезерних верстатах з ЧПК для операцій 005, 030, візуалізація технологічних переходів операції 030 у САМ-системі, складальний кресленик верстатного пристроя для операції 005 і специфікація самого пристроя.

В дипломному проєкті:

- Створено 3D-модель деталі та її заготовки.
- Було проаналізовано та обрано конструкційний матеріал для заготовки.
- Проведено аналіз технологічності конструкції деталі "Корпус".
- Обрано та проведено аналіз для написання схеми базування.
- Створено операційний маршрутний процес виготовлення деталі.
- Було розраховано припуски для обробки деталі.
- Розраховано режими різання для одного з технологічних переходів
- Розроблено верстатний пристрій для оброблення деталі на операції 030.
- Було визначено похибку для встановлення заготовки у пристрій.
- Розраховано необхідну силу для затиску деталі та закріплення її на верстаті.

1.Вирішення загальних питань машинобудування

1.1. Вступ

Для обробки та виготовлення корпусу використовуються різноманітні сучасні інструменти, такі як фрези, свердла, зенкери та розвертки. В залежності від того яка буде обробка обираємо необхідний інструмент, яку потрібно здійснити, а також від матеріалу, який обробляється.

Наприклад, фрези використовуються для фрезерування та створення різних форм та отворів у матеріалі. Свердла застосовуються для свердління отворів різного діаметру, а зенкери допомагають створювати зворотні фаски на краях отворів. Розвертки використовуються для точного розширення отворів до потрібного діаметру.

Вибір оптимального інструменту залежить від специфіки обробки та вимог до якості та точності виготовлення корпусу.

1.2. Свердла

Свердло є інструментом, який використовується для створення отворів потрібного діаметру в матеріалі або для збільшення наявного діаметру отвору. Це осьовий різальний інструмент, який широко застосовується для обробки отворів.

Свердла виготовляють з різних видів сталей, таких як швидкорізальні, леговані та вуглецеві. Вони також можуть бути оснащені пластинками з твердих сплавів для покращення довговічності та ефективності різання.

За допомогою свердління можна отримати отвір різного якості, зазвичай відповідаючий 10-му, а в окремих випадках навіть 11-му стандарту якості.

Для отримання більш високої якості поверхні отвору часто використовують операції зенкерування (створення фаски на краю отвору) та

розвертчастування (розширення отвору до потрібного діаметру). Ці операції допомагають досягти більш точних та якісних результатів обробки отворів.

Свердла бувають наступних видів:

- 1) Перове свердло;
- 2) Спіральне свердло;
- 3) Центрувальні свердла;
- 4) Конічні свердла;
- 5) Свердла для глибокого свердління;
- 6) Свердла для кільцевого свердління;

1.2.1. Перові свердла

Перове свердло має найпростішу, внаслідок чого і найпоширенішу конструкцію. В даному інструменті два леза з'єднанні вздовж осі обертання, внаслідок чого утворюється п'ять різальних кромки: дві головні – 1 та 3, дві допоміжні – 2,4 та перетинка – 5. Це зображено на рис.1.1.

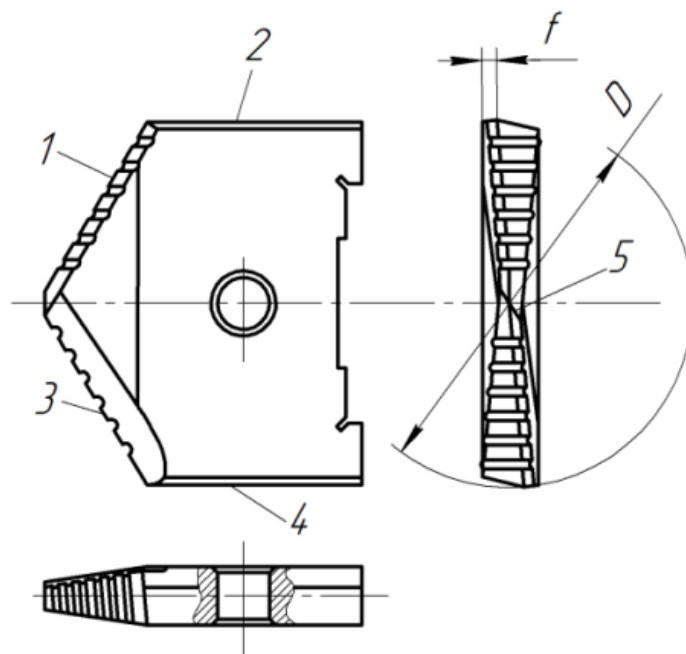


Рис.1.1 – Будова перового свердла.

Дивлячись з процесу різання, ця перетинка не є важливою частиною для інструменту, більше того, вона являється шкідливим елементом, але він утворюється незалежно від фізичних потреб при поєднанні двох лез.

На головних і допоміжних різальних кромках утворюються симетричні відносно осі точки. І це приводить до зрівноваження складових сили різання P_y :

$$\sum P_y^{\text{лів}} + \sum P_y^{\text{прав}} = \Delta \approx 0$$

Сума всіх P_x становить так звану осьову силу

$$\sum P_x = P_o$$

А складові P_z утворюють крутний момент $M_{\text{кр}}$.

По причині специфічної конструкції даного типу свердла, його глибина свердління в більшості випадків становить 1.5-2.0 діаметра свердління. До складу перового свердла входять державки та різальні пластини, що виготовлена з швидкорізальної сталі. Використання цього виду сталі дозволяє свердлу досягати необхідного рівня точності обробки отвору.

Для коректного направлення інструменту під час різання, калібрувальній частині пластини необхідно мати фаску розміром від 0.2 до 0.5 мм. Подібні свердла дозволяють свердлити будь-які отвори в діапазоні від 25 до 130 мм.

Основною перевагою перових свердел є їхня простота і вигідність з точки зору конструкції, але головним недоліком є менш ефективне відведення стружки з оброблювальної зони порівняно з іншими видами свердел.

1.2.2. Спіральне свердло

З метою усунення недоліків перових свердел було розроблено і створено спіральне свердло, що перетворює плоскі передні поверхні лез на гвинтові поверхні. Гвинтова поверхня напрямляє стружку від зони різання до хвостовика, співпадаючи з напрямом обертання свердла. Кут спірального свердла прийнято таким, що коливається від 18 до 30 градусів.

Даний вид свердла має дві головні різальні кромки та допоміжні різальні кромки. Калібрувальна частина спірального свердла так само має фаску, що дає можливість правильно направляти інструмент в момент різання. Для того щоб мінімізувати вплив фаски на сам процес різання, її перетинку роблять більш короткою шляхом підточування. Методика та форма підточування нав'язуються кінематикою наявного пристрою та відповідною формою абразивного інструменту.

Кут, що був утворений двома головними різальними кромками, як правило, становить від 116° до 140° , в залежності від обраного матеріалу, який обробляється. Наприклад, при обробці чавунної заготовки, значення кута буде знаходитись в межах від 100° до 110° . На рис 1.2 зображено одну з найпоширеніших спіральних свердел для обробки заготовки та її отворів.



ast-sverlo.com.ua

Рис.1.2 – Спіральне свердло.

Задня поверхня в спіральному свердлі, залежно від того який метод заточування, може мати різну форму: частину конуса, сфери, циліндра. Може

бути гвинтовою або плоскою. При утворенні конічної задньої поверхні вершина конуса матиме можливість знаходитися вище від перетинки– метод Вашбурна, або нижче від перетинки– метод Вейскера. У той же час не однаково буде змінюватись значення заднього кута вздовж головної різальної кромки(рис.1.3)

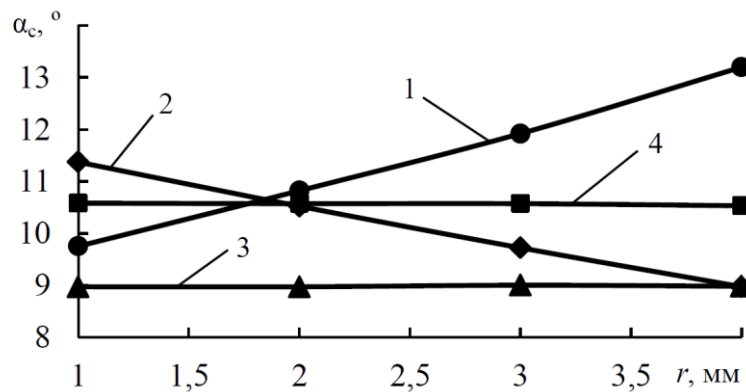


Рис.1.3 - Залежність статичного заднього кута свердел в осьовій площині від положення точки різальної кромки щодо осі свердла за різних форм головної задньої поверхні: 1 – конус (за Вейскером); 2 – конус (за Вашбурном); 3 – циліндр; 4 – гвинт.

В науковій праці С.В.Швець «Перспективні технології та прилади» порівняно крутні моменти спіральних сверدل з двома різними задніми поверхнями(за Вейскером та за Вашбурном) у середовищі DEFORM. За отриманими результатами крутні моменти, що заточені різними методами, відрізняються 1.5-2%.

Спіральні свердла можуть виготовлятись також із швидкорізальної сталі та оснащують твердим сплавом , як і попередній вид свердла

1.2.3. Центрувальні свердла

Центрувальне свердло призначене для створення технологічних баз на деталях, що обертаються навколо певної осі під час обробки. Вони також можуть використовуватись для точного направлення спірального свердла під час свердління.

Центрувальні свердла, в зв'язку з особливостями свердла, мають спеціальну конструкцію, яка дає можливість їм створювати точкові центри на поверхні деталі. Ці точки виконують функцію відмітки для вірного позиціонування деталі під час обробки. Після того як буде встановлено центрувальні свердела у відповідні отвори або пази, спіральне свердло матиме можливість бути спрямованим точніше і більш коректно для виконання такої операції як свердління отворів на заданій осі.

Таким чином, центрувальні свердла мають велику роль для досягнення відповідної точності та стабільності під час обробки деталей, що обертаються під час процесу, а також для коректного спрямування інших видів свердел, зокрема спіральних свердел.



Рис.1.4 – Центрувальне свердло

Центрувальне свердло має декілька характерних особливостей. Завдяки першій різальній кромці формується базова поверхня на деталі. Для забезпечення більшої технологічності інструмент закінчується коротким свердлом меншого діаметру (позначене як свердло 2). З метою запобігання пошкодженням базових поверхонь під час транспортування, на різальній кромці 3 створюється фаска.

Центрувальне свердло є комбінованим інструментом, оскільки має приєднувальну частину, яка має циліндричну форму. Інструмент виготовляється повністю лише з одного матеріалу - інструментальної сталі. Висока жорсткість подібного інструменту також дає можливість його використовувати для попереднього свердління перед основним процесом обробки.

1.2.4. Конічні свердла

Конічні свердла були створені для оброблення листових матеріалів у багатьох галузях, таких як електротехніка, авіаційне виробництво та інші. Ці свердла можна використовувати для оброблення заготовок з кольорових металів, інструментальної сталі і листової сталі, за умови товщина листа не перевищує 4,0 мм.

Одна з переваг конічних свердел полягає в тому, що вони не потребують попереднього центрування, на відміну від спіральних свердел. Це спрощує процес обробки. Конічні свердла можуть мати як прямі, так і спіральні стружкові канавки, в залежності від потреб і умов обробки.



Рис.1.5 – Конічні свердла.

1.2.5. Свердла для глибокого свердління

Коли мова йде про глибоке свердління, то мають на увазі свердління отворів на глибину, що перевищує діаметр свердла в більш ніж 5 разів і більше.

Свердла глибокого свердління вживають в основному при - свердлінні наскрізних і глухих отворів в валах, шпінделях та інших деталях , які мають велику довжину. Не дивлячись на досить низьку продуктивність , даний тип свердл дає прямолінійні, точні та чисті отвори.

По причині того, що розміри конструктивних параметрів правого й лівого лез свердла абсолютно не збігаються, значення $\Delta \neq 0$ і при $\frac{L_{\text{отв}}}{D_{\text{отв}}} > 5$ починає мати великий вплив на свердло, вигинаючи його. При цьому порушується прямолінійність осі отвору, концентричність отвору щодо зовнішніх поверхонь, циліндричність отвору на всій довжині.

Для запобігання відведенню осі свердла застосовують такі методи: збільшення жорсткості свердла, використання напрямних, підвищення точності виготовлення свердла.

Підвищення точності виготовлення свердла дозволяє досягти відношення .

$$\frac{L_{\text{отв}}}{D_{\text{отв}}} = 20$$

На рисунку 1.6 свердло має вигляд круглого стрижня. За допомогою такої конструкції(без стружкових канавок) забезпечується максимальна жорсткість для інструменту.

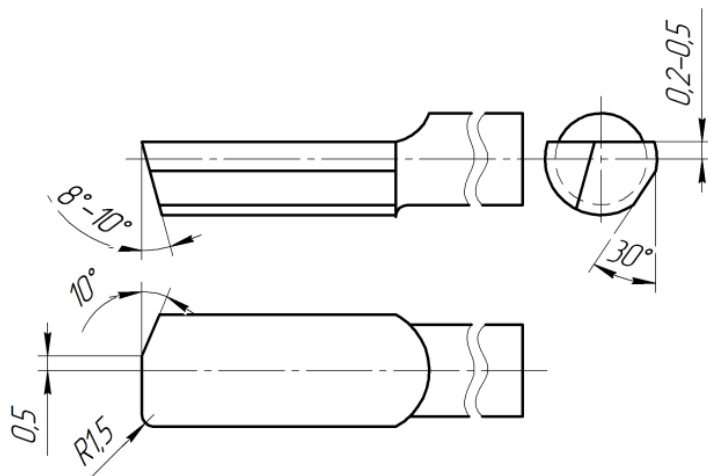


Рис.1.6 – Конструкція, що забезпечує максимальну жорсткість інструменту.

Передня поверхня утворена як площина, що проходить вище від осі на 0,2—0, 5 мм, в залежності від розміру свердла. Головна різальна кромка спрямована під прямим кутом до осі свердла, допоміжна – зрізана під кутом 10°. Вершина відступає від осі свердла на 0,5 мм, радіус при вершині $r = 1—1,5$ мм. Задній кут дорівнює 8—10°. Уздовж робочої частини зрізана лиска під кутом 45—30°. За необхідністю попереднього спрямування це свердло починає роботу через кондукторну втулку або при заздальгідь надсвердленому отворі. В такому випадку свердло працюватиме у важких

умовах по причині труднощів з видаленням стружки і підведенням охолоджувальної рідини. Одним з головних мінусів такого свердла є також недостатня надійність забезпечення прямолінійності осі отвору, що робить свердло менш ефективним

1.2.6. Свердла для кільцевого свердління

При свердлінні отвору, в більшості випадків весь метал з оброблювальної поверхні перетворюється у стружку. Для того щоб зекономити метал під час свердління використовують саме свердла для кільцевого свердління. Інакше кажучи такі свердла – це труба, яка має леза на торці, як на рисунку 1.7. Свердло вирізує кільцеву щілину, утворюючи поверхню отвору і стрижень, який можна використати в якості заготовки.



Рис.1.7 – Свердло для кільцевого свердління

1.3. Зенкери та їх типи

Зенкери знайшли широке пристосування в машинобудуванні і посіли таке ж по важливості місце, як і свердла та фрези. Зенкери можуть мати різні конструкції, включаючи багатолезові та зубчасті варіанти. Вони використовуються для післясвердлювальної обробки отворів з метою отримання високої якості та чистоти країв. Зенкери також можуть використовуватись для збільшення вхідного діаметра отвору.

Процес зенкування схожий на свердління в тому сенсі, що використовуються схожі інструменти, але основна відмінність полягає в

тому, що під час зенкування інструмент здійснює також поступальний рух в залежності від глибини обробки отвору. Цей поступальний рух дозволяє досягти більшої точності та контролю над обробкою країв отвору. Завдяки зенкуванню можна отримати кращу якість обробки та гладкі краї отворів.

Зенкери широко використовуються в авіаційному, машинобудівному та інших галузях, де вимагається висока точність та якість обробки отворів. Вони є важливим інструментом для закінчуваної обробки та підготовки отворів до наступних операцій або монтажу деталей. Їх різницю у зовнішньому вигляді можна побачити на малюнку(рис. 1.8)



Рис. 1.8 – Ріжучий інструмент зенкер.

Раніше їх використовували здебільшого для обробки металевих деталей і вважалося, що це інструмент для механічної чистової обробки після таких операцій, як штампування, свердління, довбання. У сучасному виробництві вони знайшли своє призначення не тільки для металу, але і для інших промислових матеріалів, таких як тверді пластмаси, тверді породи деревини та керамічні вироби.

Зенкера для металу підбирають в залежності від того, яка це обробка: попередня або кінцева(чистова).

Через це зенкери прийнято використовувати для двох випадків:

- Для обробки отворів з припуском, шляхом розгортання;
- Для обробки з квалітетом Н11;

Під час процесу зенкування покращується чистота обробки отворів, точність розмірів і збільшується діаметр.

Також зенкери класифікують в залежності від способів закріплення інструменту в станку. Існує два різновиди:

-насадні(рис.1.9);

-хвостикові з метричним конусом(конусом Морзе), як зображено на рис. 1.10

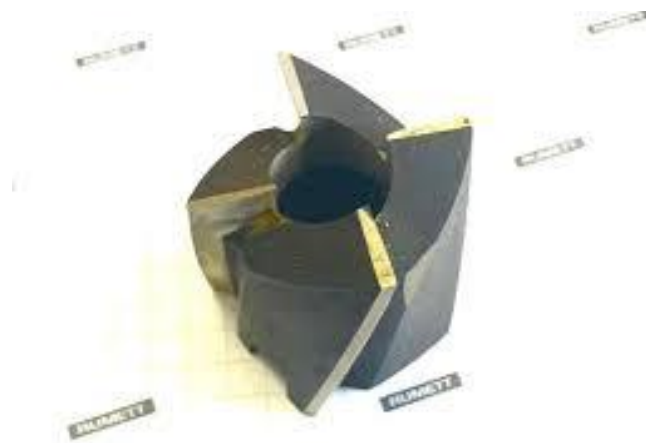


Рис.1.9 – Зенкер насадний.

Здебільшого зенкери насадні використовують для обробки отворів діаметром в межах 32-80 мм, а хвостикові з метричним конусом для 10-40 мм отворів. Також використовують складені насадні зенкери для отворів діаметром 50-100 мм.

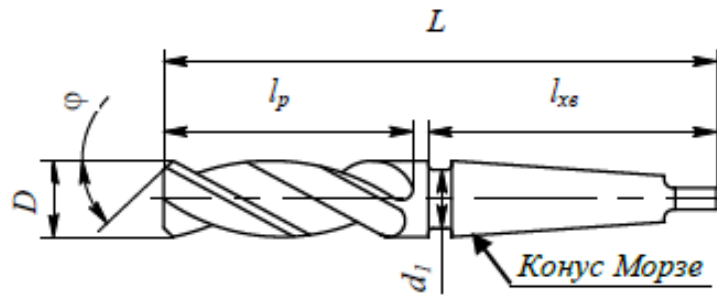


Рис.1.10 – Зенкер із хвостовиком.

За конструкцією зенкери поділяють на чотири типи:

- збірні;
- зварні;
- цілісні(монолітні);
- з твердосплавними напайками



Рис.1.11 – Монолітний зенкер.

Цільні(монолітні) зенкери мають такий зовнішній вигляд, що схоже на свердла, тому їх часто називають зенкерами-свердлами. За конструкцією цей тип зенкеру майже такий самий, але має характерну особливість: на поверхні є значна кількість ріжучих країв та спіральних канавок. Виготовляють їх із швидкорізальної сталі Р9, Р18. Також монолітні зенкери можуть мати спеціальні твердосплавні напайки для обробки сталі Т15К6 або чавуну ВК4,ВК6 або ВК8. За допомогою таких напайок ріжучий інструмент стає більш довговічним та витривалим у порівнянні з таким же інструментом тільки з швидкорізальної сталі.

1.4. Розвертки

Розвертка – це ріжучий інструмент, головним напрямом діяльності якого є виготовлення точних отворів та зменшення шорсткості поверхні після попередньої обробки (свердління, зенкування). В залежності від виробничих вимог розверткою можна отримати точність отворів від 10 до 6 квалітету при шорсткості оброблюваної поверхні $Ra = (6,3-0,4)$.

Ефективність роботи розвертки залежить від багатьох факторів таких як конструкція розвертки та якість її виготовлення, умов експлуатації (режиму різання, охолодження).

Розвертки бувають багатьох видів, в залежності від характеру застосування, форми оброблюваного отвору, форми приєднувальної поверхні, конструкції зубів, регулювання на розмір, інструментального матеріалу. Існують суцільні насадні з високолегованої сталі або оснащені напаяними частинами з твердого сплаву, ручні з хвостиком або конусом Морзе, які зображено на малюнку рис.1.12. Також є розвертки з вставними зубами з високолегованої сталі чи оснащені багатограними непереточуваними частинами, для зручності існують розвертки, в яких можна корегувати розмір. Корегувати розмір можна через загвинчування гвинта, що заштовхує кульку в конічний отвір. Це стало можливим через стружкові канавки до осі розвертки прорізані спеціальні щілини, леза пружно деформуються і діаметр розвертки збільшується.



Рис.1.12 – Розвертки

Кажучи про суцільні розвертки, вони є недовговічні по причині швидкого зменшення діаметру після переточування. Тому прийнято використовувати розвертки із вставними зубами, що можна замінювати після втрати розміру або регулювати. Допустиме регулювання коливається в межах 1—2 мм.

Корпус розвертки виготовляють у вигляді циліндра або багатогранника з кількістю граней, що дорівнює кількості зубів. Циліндр як тіло обертання легше виготовити і контролювати. Через це такий корпус використовують частіше.

Конструкція складеної розвертки не може забезпечити точного розміщення різальних кромek усіх ножів на одному діаметрі. Тому після складання її шліфують по діаметру з подальшим заточуванням ножів.

1.5. Фрези

Фреза є інструментом, який має багато зубців і використовується для різання металу. Її основний рух - обертання навколо своєї осі. Процес фрезерування полягає в тому, що фреза повільно рухається в робочій зоні, швидко обертаючись, що дозволяє виконувати роботу на складних і важкодоступних ділянках заготовлі. Різноманітність фрез для металу дає можливість вибирати матеріал на найскладніших деталях. Головне - правильно підібрати потрібний тип інструмента і метод його подачі (наприклад, гвинтовий або поступально-обертальний).

У сучасний час фрези широко використовуються в машинобудуванні як основний засіб для обробки металевих поверхонь.

Існує багато видів фрез (див. рис. 1.13), в залежності від оброблюваної поверхні, металу заготовки і інших факторів.



Рис.1.12 – Види сучасних фрез.

1.5.1. Дисккові фрези

Для виконання різних завдань використовують дисккові фрези, які мають такі можливості:

- Обрізка заготовок;
- Вибірка металу;
- Прорізання пазів;
- Зняття фасок.

Дисккові фрези можуть мати одностороннє або двостороннє розташування ріжучого елемента. Розмір фрези та її компонентів залежить від виду обробки, будь то попередня або кінцева обробка. До сучасних дисккових фрез належать твердосплавні фрези, які відмінно справляються з роботою в екстремальних умовах, де є висока вібрація та важко вивести стружку з зони різання (див. рис. 1.13).



Рис.1.13 – Твердосплавна дискова фреза

Дискові фрези можна також поділити на наступні категорії:

Пазові фрези;

Прорізні фрези;

Відрізні фрези;

Двосторонні фрези для обробки металу.

Кожен з цих видів фрез відповідає своїй назві залежно від призначення.

Наприклад, відрізні фрези використовуються для розпилювання або відрізання металевих заготовок, тоді як прорізні фрези (див. рис. 1.14) використовуються для створення прорізів та шлівців. Цей ти фрези має високу продуктивність.



Рис.1.14 – Прорізна дискова фреза.

1.5.2. Торцеві фрези

Цей тип фрез використовують для обробки деталей з плоскими і ступінчатими поверхнями(рис.1.15). Інструмент закріплюють на верстаті таким чином, щоб його поздовжня вісь була перпендикулярна до оброблюваної поверхні.

Головна відмінність торцевої фрези від усіх інших є те, що в неї підвищена щільність зубів на тій ділянці, де відбувається зіткнення із оброблюваною заготовкою. Ця особливість дає змогу фрезі рівномірно та з високою швидкістю обробити необхідний метал.

Для того щоб отримати більш «чисту» поверхню при обробці на фрезерному станку, ніж зазвичай, використовують ріжучі кромки, які додають в торцеву частину(рис 1.16)



Рис.1.15 – Торцева фреза.

У корпус фрези циліндричної форми вставляють ріжучі пластини. Можна спостерігати залежність кількості вставлених ріжучих пластин від діаметру та необхідного рівня чистоти обробки.



Рис.1.16 – Торцева фреза з ріжучими пластинами

Однією з найсучасніших торцевих фрез, які можна використати, під пластини HELIDO-490-17, яка дозволяє вставляти пластини з двох сторін(рис.1.17)

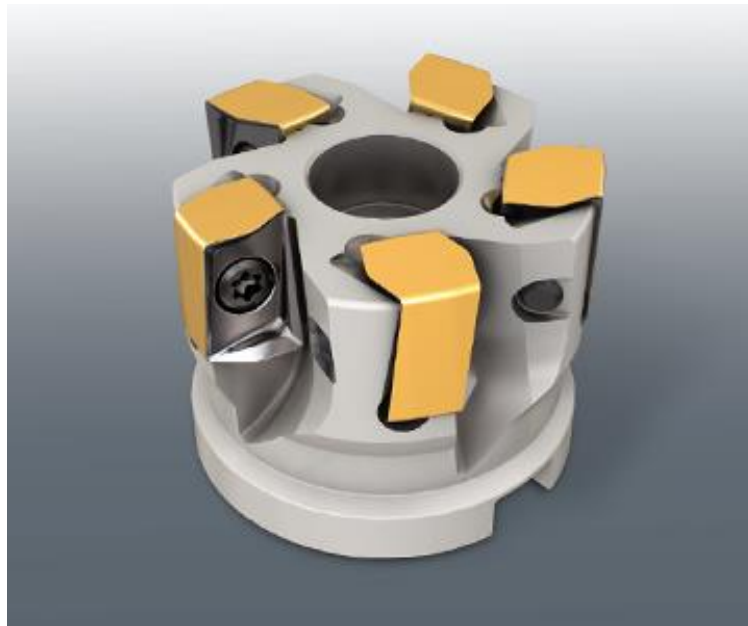


Рис.1.17 – Торцева фреза HELIDO-490-17.

Головним її нововведенням є те, що конструкція налічує 5 зубців, аналоги ж минулих років мали від 3 до 4 зубців. Головними перевагами подібної фрези є її покращена геометрія різання з більш ефективним відведенням стружки і низькими силами різання, захисне покриття, що забезпечує плавне відведення стружки та стійкість ріжучого інструменту до корозії і зносу.

1.5.3. Циліндричні фрези

Циліндричні фрези використовують в основі своїй для обробки площин. Зуби циліндричної фрези мають місце розташування по гвинтовій лінії з деяким кутом нахилу гвинтової канавки.

Циліндричні фрези виготовляють за певними стандартами - за ГОСТ 3752-71 з дрібними зубами та з великими зубами, зі вставними ножами за ГОСТ 9926-61 та зі вставними ножами складові. Фрези, які оснащені гвинтовими пластинками з твердого сплаву, виготовляють ГОСТ 8721 - 69.

Циліндричні фрези виготовляють із швидкорізальної сталі для більш ефективного використання, а також оснащують пластинками твердих сплавів. Виготовлення циліндричних фрез із вставними ножами (зуб'ями) дає

змогу збільшити коефіцієнт ефективності та використовувати дорогий інструментальний матеріал більш економічно доцільним шляхом.

Даний тип фрез використовують для зачистки торців деталей , вибірок та пазів.(Рис.1.18)



Рис.1.18 – Циліндрична фреза

Також фрези можна поділити за напрямком обертання фрези: на праворізаючі і ліворізаючі. Праворізаючими являються такі фрези, яким під час виконання роботи необхідно обертатися за годинниковою стрілкою, за умови якщо на фрезу дивитися з боку заднього кінця шпинделя (або проти годинникової стрілки у випадку, якщо дивитися з боку підвіски-сережки). Ліворізаючими фрезами називають такі фрези, в яких все навпаки: при роботі повинні обертатися проти годинникової стрілки, якщо дивитися з боку заднього кінця шпинделя (або за годинниковою стрілкою, якщо дивитися з боку підвіски).

У випадку якщо дивитися на фрезу з боку підвіски, то в такій ситуації ріжуча фреза відкидає стружку вправо, а ліворізна - вліво.

Циліндричні фрези в даному випадку є універсальними і залежності від того, якою стороною вони встановлені на оправці, то вони можуть бути використані як праворізаючі, і в той же час і як ліворізаючі. Напрямок різання завжди можна змінити, якщо перевернути фрезу на виправленні.

Такі фрези також поділяють на з зубами прямими і гвинтовим. Фрези з прямими зубами використовуються для більш простих операцій, які не потребують великої точності, а гвинтові в даному випадку є більш універсальним інструментом, що збільшує її поле діяльності.

Так як осьові зусилля можуть мати великі значення, то їх використання обмежується кутом нахилу ріжучої грані (не більше 45). Тому в подібних ситуаціях встановлюються фрези циліндричні здвоєні. Особливість їх виконання в тому, що ріжучі частини в процесі роботи «перекривають» місце стику половинок інструменту. Для обробки бічних торців без кантування заготівлі, використовують спеціальні пристосування, а саме на шпиндель кріплять кутові головки, і вертикально встановлюється і закріплюється фреза.

Також до даного типу фрез відносять рашпільні фрези(рис.1.19) типу «кукурудза», такі фрези використовують для обробки уступів та прорізання канавок.



Рис.1.19 – Рашпільна фреза.

Вибір типу та розміру циліндричної фрези

Вибір типу і розміру фрези залежить від того, які є конкретні умови обробки (розміри заготовки, що обробляється, марка оброблюваного матеріалу, величини припуску на обробку та ін.). Фрези які мають великий зуб застосовують для чорнової та напівчистої обробки площин, фрези з дрібним зубом - для напівчистої та чистої обробки. На рис.1.20 наведена номограма для того щоб обрати оптимальний розмір цільних циліндричних фрез з дрібними та великими зубами для яких задано певні умови обробки. На рис. 31 прийняті такі позначення матеріалів:

Т - важкооброблювані матеріали (нержавіюча жароміцна сталь та ін);

С - матеріали середньої складності обробки (конструкційна сталь, сірий чавун та ін);

Л - легкооброблювані матеріали (мідь та її сплави, алюміній та його сплави та ін);

I - Чорнова обробка;

II – чистова обробка.

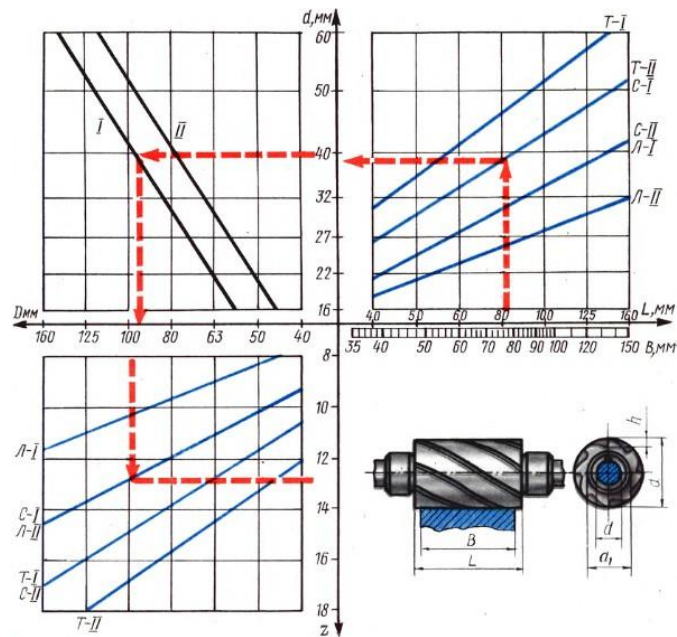


Рис.1.20 - Номограма для обрання оптимального типорозміру цілісних циліндричних фрез.

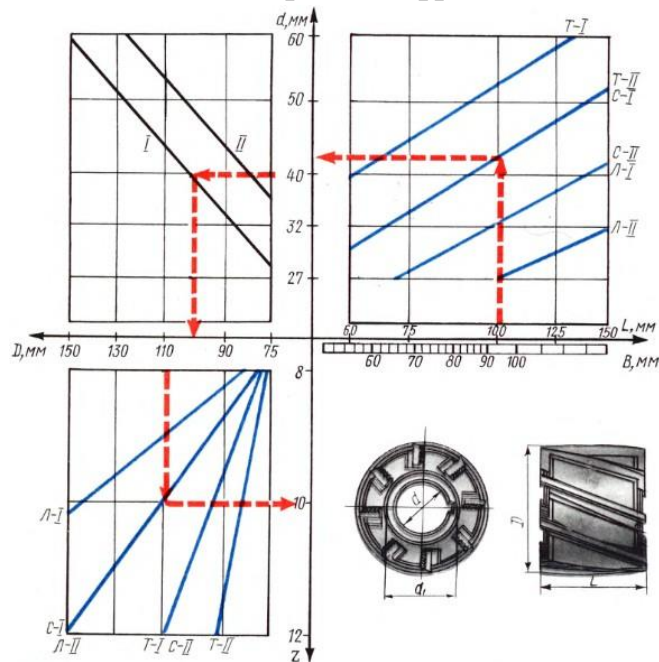


Рис.1.21 - Номограма для вибору оптимального типорозміру циліндричних фрез із вставними ножами

На рис. 1.21 вказана номограма, за допомогою якої можна зробити вибір оптимального типорозміру циліндричних фрез зі вставними ножами за необхідності.

Обрати режими фрезерування означає, що для заданих умов обробки (матеріал та марка заготовки, її профіль та розмір) необхідно вибрати

оптимальний тип і розмір фрези, марку матеріалу фрези та геометричні параметри різальної частини, а також треба мати оптимальні параметри режимів фрезерування: ширина фрезерування, глибина фрезерування, подача на зуб, швидкість різання, кількість обертів шпинделя, хвилинна подача, ефективна потужність фрезерування та машинний час.

Режим різання можуть визначати за таблицями, які наведені у довідниках фрезерувальника або ж розрахувати їх самостійно, технолога, нормувальника або у довідниках за режимами різання. Ширину фрезерування, як правило, не вибирають, так як вона залежить від розмірів заготівлі деталі. Глибина чорнового фрезерування має залежність від припуску на обробку та потужності електродвигуна верстата. Припуск на обробку рекомендовано зняти за прохід. При чистовому фрезеруванні глибина різання має не перевищувати діапазон 1-2 мм.

Подача на зуб фрези вибирається в залежності від характеру обробки (чорнове чи чистове фрезерування). При чорновому фрезеруванні подача на зуб більше, ніж при чистовому, тому що чим менше подача на зуб, тим вище клас шорсткості обробленої поверхні.

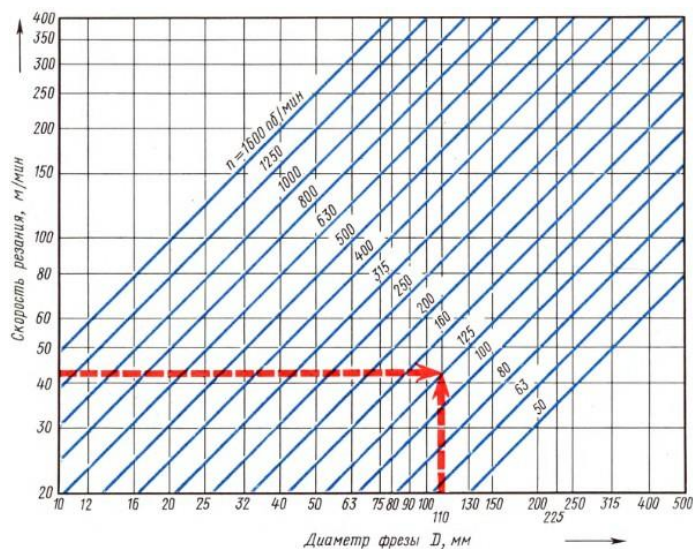


Рис.1.22 – Графік обрання числа оборотів фрези

Далі в залежності від діаметра фрези і прийнятої швидкості різання визначаємо число оборотів шпинделя за формулою і вибираємо найближчий ступінь чисел оборотів, який є на даному верстаті.

Для визначення числа обертів шпинделя за заданою швидкістю різання та обраним діаметром фрези можна скористатися графіком (рис. 1.22). З точки, що відповідає прийнятій швидкості різання, проводять горизонтальну лінію, а з точки з позначкою вибраного діаметра фрези вертикальну. У точці перетину зазначених ліній визначають найближчий ступінь чисел оборотів фрези, що є на даному верстаті.

1.5.4. Кутові фрези

Кутові фрези – це різновид дискового інструменту, що характеризується наявністю кута нахилу ріжучої кромки щодо горизонтальної осі. Завдяки розташуванню зубів кутова фреза може бути використана для обробки похилих поверхонь та кутових виїмок, набула широкого застосування в сучасній обробці металів різанням.

Фрези кутові(рис.1.23) застосовуються в машинобудуванні та інших галузях для обробки похилих та кутових поверхонь, зокрема для нарізування стружкових заглиблень в інструментальному виробництві. Також вони застосовуються для нарізування стружкових та гвинтових канавок, кутових пазів, скосів та інших виїмок.



Рис.1.23 – Кутова фреза

Залежно від конфігурації зубів фрези поділяються на одно- та двокутові(рис.1.24). У однокутових довжина ріжучої кромки дорівнює довжині зуба, у двокутових вона є верхньою частиною конуса утвореного двома кутами зуба. Перевагою двокутової конфігурації зуба є плавніша робота інструменту, але при цьому виникають складності при обробці прямих канавок.

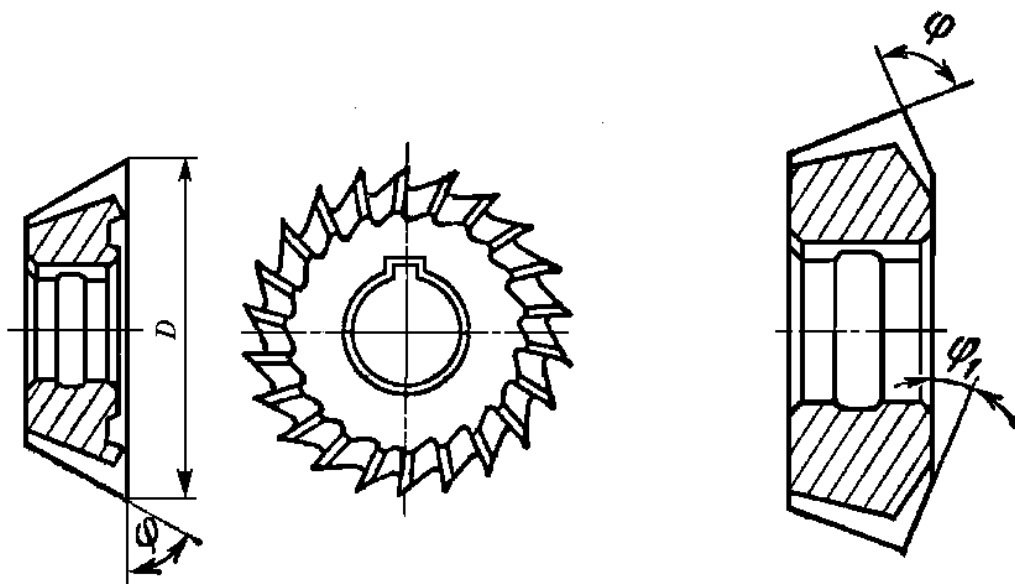


Рис.1.24 – Однокутова(зліва) та двокутова(справа) фрези.

- Однокутні, що мають кут при вершині від 55 до 90°. Фрези мають крок 5° та застосовуються для обробки прямих стружкових канавок.
- Однокутні, що мають з кутом при вершині 18, 22, 25 і 30°. Даний тип фрези застосовується для нарізки прямих канавок у потильованих інструментів.

- Двохуглові з кутами при вершині від 55 до 100 ° з кроком 5 ° і від 15 до 25 °. Використовуються для обробки гвинтових стружкових канавок.
- Двохуглові симетричні з кутом при вершині 18, 22, 25 та 30°. Використовуються для обробки гвинтових стружкових канавок у потильованих інструментів.

1.5.5. Фасонні фрези

Даний тип різального інструменту використовують для обробки фасонної поверхні, від чого і назва – фасонна фреза(рис.1.25)

Ці фрези призначенні для обробки деталей з металу зі значним співвідношенням довжини заготовки до її ширині. По причині невеликої довжини фасонної поверхні деталей на великих виробництвах роблять заготовку методом протягування.

Фасонні фрези також знайшли своє призначення на виробництві, підходячи для формування канавок та додання профілю поверхонь незамкнутого типу.



Рис.1.25 – Фасонна фреза.

В той же час цей тип фрез також поділяється на два інших підтипи за видом зубів:

- 1) з гострими зубами;
- 2) з затилованими зубами;

1.5.6. Черв'ячні фрези

Черв'ячні фрези(рис.1.26) - це спеціальний металорізальний інструмент, призначений для нарізки циліндричних зубчастих коліс та шліцевих валів з евольвентним або прямобічним профілем. Матеріалом є швидкорізальна твёрдосплавна сталь, що забезпечує високу стійкість та продуктивність інструменту.



Рис.1.26 – Черв'ячна фреза.

Черв'ячні фрези також поділяються на підвиди в залежності від наступних параметрів:

- Цілісні або збірні;
- Праві або ліві(напрямок витків);
- Багато або однозаходні;
- З нешліфованими або шліфованими зубцями.

Використовують інструмент для нарізки зуба на шестернях і колесах, шліцьових валах. Кут нахилу виставляється оправкою на верстаті. Обробка проводиться обкаткою, коли деталь обертається, зміщуючись на один зуб за оборот фрези. У роботі бере участь відразу кілька зубів або пластин.

Основним способом збільшення терміну служби інструменту є заточування при перевищенні допустимого зношування ріжучої кромки та порушенні її геометрії. Від якості заточування залежить точність нарізки зуба. Проводиться вона по передній ріжучій поверхні, по задній поверхні проводиться затилювання. Існує ще кілька способів модернізації фрез:

- 1.Збірні конструкції із твердих сплавів.
- 2.Удосконалення країв профілю.
- 3.Застосування потиличних та багатозахідних фрез.

На довговічність інструменту впливає насамперед схема різання, що визначає навантаження на зуби. Визначальним фактором, що дозволяє знизити знос фрез, є точне дотримання технології та правильне настроювання обладнання.

1.5.7. Кінцеві фрези

Фрези кінцеві – це металорізальний інструмент циліндричної форми з гострими ріжучими гранями, розташованими з торця та на циліндричній поверхні. Основну роботу виконують циліндричні ріжучі кромки, торцеві зубці переважно використовуються для зачистки обробленої поверхні. Це можна побачити на рисунку 1.27.

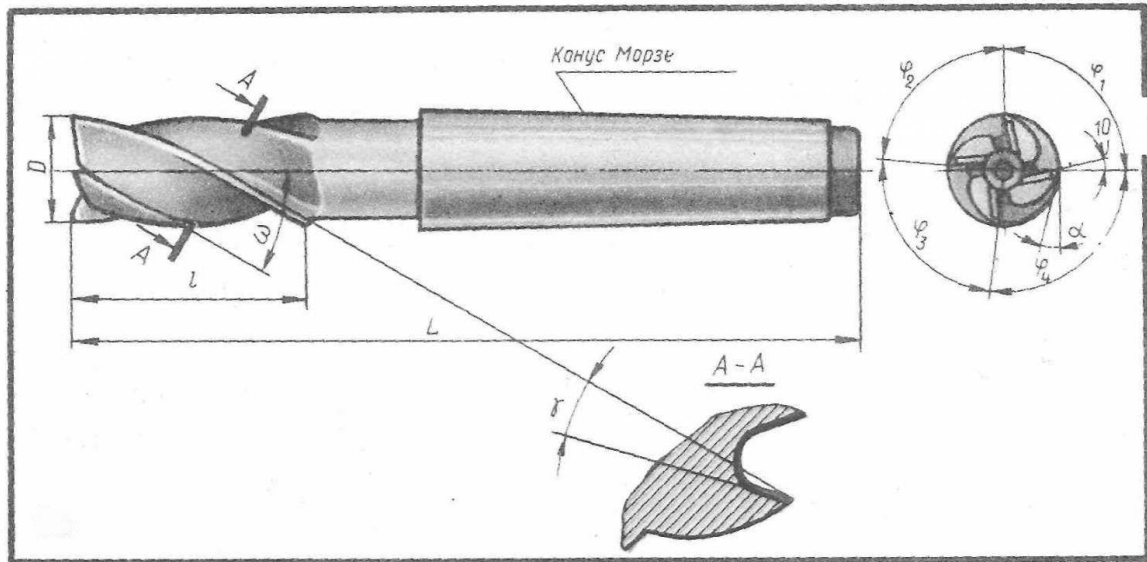


Рис.1.27 – Кінцева фреза.

Кінцеві фрези застосовуються для обробки площин, пазів та уступів, можуть бути встановлені на фрезерний верстат або ручний електроінструмент. Даний інструмент широко застосовується для створення контурних уступів та виїмок, обробки поверхонь розташованих під прямим кутом по відношенню один до одного.

Фреза може бути використана для напівчистої та чистої обробки, що залежить від розміру зубів. Інструмент з великими ріжучими крайками

застосовується для напівчистої обробки, з нормальним – для чистої. Діаметр фрези становить від 2 до 28 мм, довжина від 7 до 45 мм. Залежно від напрямку зуба кінцеві фрези поділяються на право- та ліворізальні. Інструмент випускається з циліндричним та конічним хвостовиком (Рис.1.28), останні призначені для машинних робіт.



Концевая фреза с коническим хвостовиком

Рис.1.28 – Кінцева фреза з конічним хвостиком.

Всі фрези випускаються з нерівномірним кроком зубів, величина якого від кількості ріжучих кромок. Такий крок називається окружним та його розмір чітко визначається вимогами державного стандарту. Фреза може мати від трьох до шести зубів. Так, при трьох зубах крок становить 110, 123 і 127 град., при шести його величина дорівнює 57, 63, 57, 63, 57, 63 град.

Залежно від призначення фрези кінцеві бувають таких типів:

- Для нарізування сегментних шпонкових пазів.
- Шпонкові з твердосплавною ріжучою частиною.
- Сферичні для обробки виїмок відповідної форми.
- Радіусні. Використовуються для вибору пазів різної конфігурації.
- Для обробки Т-подібних пазів, т.з. грибкові фрези.

За конструкцією фрези можуть бути цільними або мати припані твердосплавні платини або спеціальні коронки. Останні використовуються

для обробки твердих матеріалів, наприклад, чавуну. За розташуванням зуба вони можуть бути прямо- і косозубими, а також мати гвинтову форму ріжучих кромок.

Точність нарізування паза кінцевою фрезою по ширині багато в чому залежить від зношування інструменту. Також вплив надає жорсткість верстата та розмір биття після кріплення у патроні. При втраті номінального розміру при зношуванні або переточенні по циліндричній поверхні спотворюється розмір по діаметру і неможливе точне нарізування паза по ширині.

Вирішенням проблеми є обробка у два проходи – чорновий та чистовий. Основний знімання металу проводиться при чорній обробці, при чистовій проводиться калібрування паза по ширині. Також використовуються патрони з регульованим биттям (ексцентриситетом), що дозволяє отримувати точну ширину паза при втраті розміру фрези.

1.5.8. Шпонкові фрези

Шпонкова фреза – це металорізальний інструмент з двома ріжучими кромками, що використовується для чорної та напівчистої обробки. Заточування фрези дозволяє заглиблюватися в матеріал при осьовому русі подачі і рухатися паралельно до осі деталі, вирізаючи шпонковий паз за допомогою торцевих кромок. Для забезпечення свердління одна з кромок доходить до осі фрези.

Шпонкові фрези широко застосовуються в машинобудуванні, обробці металів, деревообробці, верстатобудуванні, ремонті техніки та інших видах діяльності. Основне призначення інструменту – фрезерування шпонкових канавок під час виготовлення валів. Також вони застосовуються для підготовки мірних виїмок та поздовжніх канавок у виробництві різних виробів із сталі та чавуну.

У напрямку обертання фрези поділяються на ліво- і праворізальні. Основною відмінністю є тип хвостовика – циліндричний(рис.1.29) чи конусний(рис1.29). Для циліндричних хвостовиків потрібний цанговий патрон відповідного діаметру типорозміру. Також інструмент з цим хвостовиком можна використовувати і у звичайному дрилі. Конусні хвостовики застосовуються виключно на металорізальних верстатах і вставляють безпосередньо в патрон з необхідною конусністю.

Шпонкові фрези розрізняються за матеріалом виготовлення. Найчастіше це швидкорізальна сталь Р6М5. Рідше можна зустріти інструмент із сталі Р18, з нього виготовляли оснастку за часів СРСР і досі ці фрези дуже затребувані. Фрези з Р18 добре працюють навіть із загартованою сталлю. Твердість інструменту складає близько 65 HRC.



Рис.1.29 – Шпонкові фрези: зверху з конічним хвостиком, знизу з циліндричним.

2. Технологічний розділ

2.1. Аналіз службового призначення та умови роботи деталі у вузлі.

Через відсутність складального креслення вузла в який входить деталь «Корпус» стає складно уявити призначення деталі та його місце у вузлі.

Дивлячись на конфігурацію та розміри деталі «Корпус» , можна зробити висновок , що корпус можна віднести до корпусних деталей другої групи. Проводячи аналіз креслення даної корпусної деталі, стає зрозумілим, що в деталі наявна гладка внутрішня циліндрична поверхня , довжина якої перевищує її діаметр, а також підвищені вимоги до точності діаметральних розмірів. Завдяки цим характеристикам деталі і було встановлено належність корпусу до другої групи корпусних деталей. Циліндрична поверхня діаметром 100 мм та довжиною 122 мм працює на зношення. Чотири отвори М12 слугують для закріплення корпусу на плоску поверхню. Чотири отвори М6 скоріш за все виконують функцію зо орієнтування корпусної деталі у вузлі. Вимоги до точності отворів узгоджені з параметрами шорстоксті.

2.1.1. Аналіз умов роботи деталі у складальній одиниці або вузлі.

Складальне креслення вузла та дані щодо службового призначення деталі у складальній одиниці – відсутнє. Отже с точним визначенням призначення деталі виникають труднощі. Припустимо, що корпус виконує функцію направляючої деталі у вузлі, в якій з'єднуються між собою та утворюється просторове положення інших деталей у вузлі з необхідною точністю. Корпусна деталь створює умови забезпечення сталості та точності взаємного розташування деталей , як в статичному стані, так і під час експлуатації виробу , а також плавність роботи. 3-D модель деталі «Корпус» була спроектована у середовищі SOLIDWORKS та зображена на рис. 2.1, а креслення – на рис.2.2.

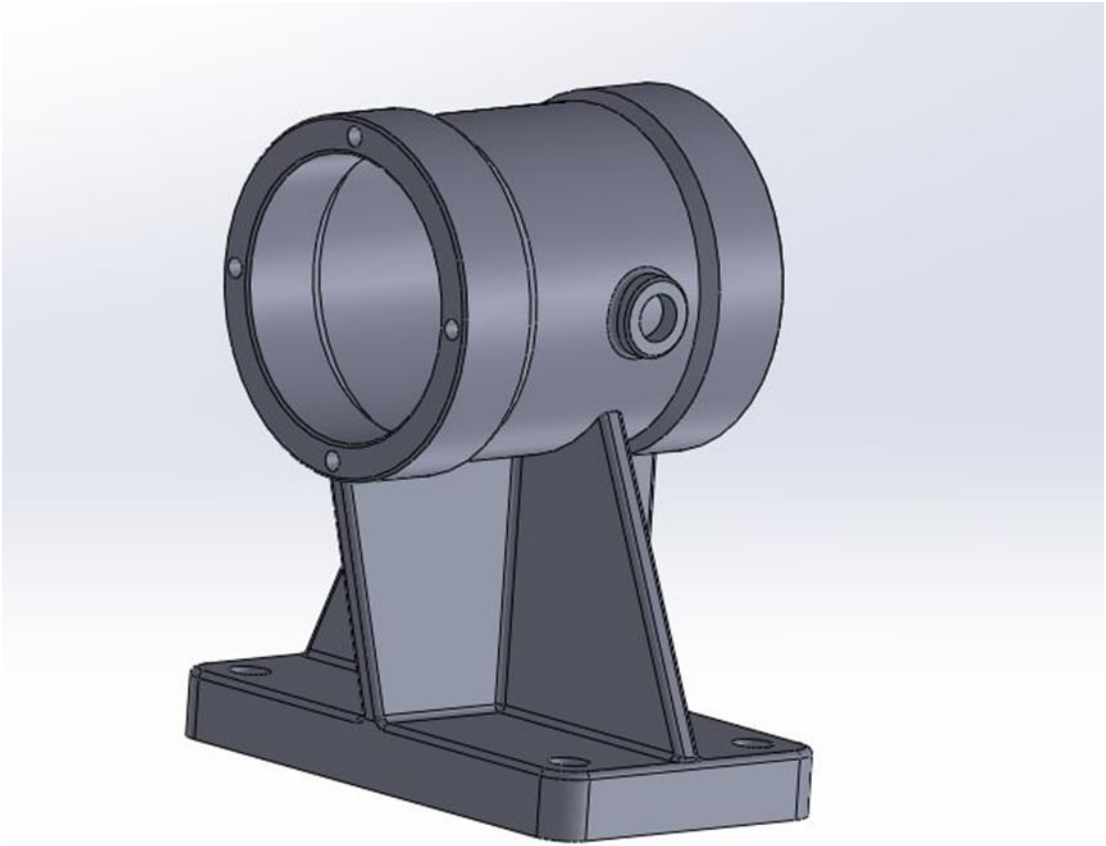


Рис.2.1 – 3-D модель деталі «Корпус».

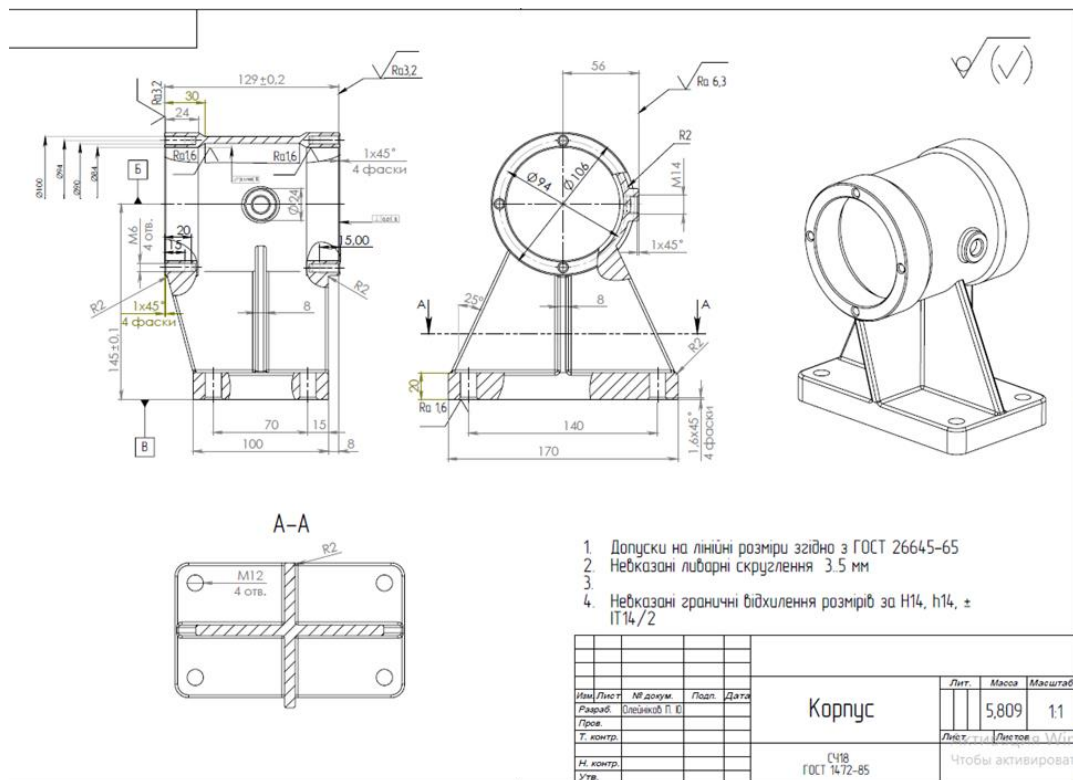


Рис.2.2 – креслення деталі «Корпус».

2.1.2. Аналіз вибору конструкційного матеріалу

Заготовка деталі виготовляється з сірого чавуну СЧ18 ГОСТ 1412-85, який рекомендують використовувати для виготовлення корпусних деталей у Косилова – «Справочник машиностроителя». Цей матеріал дає можливість забезпечити довготривалу роботу у необхідних умовах експлуатації. Але треба брати до уваги, що деталі, виготовлені з сірого чавуну, мають чутливість до впливу зовнішніх концентраторів напруги при циклічних навантаженнях. В той же час до переваг сірого чавуну, як конструкційного матеріалу для корпусної деталі, відноситься високий коефіцієнт поглинання коливань при вібраціях деталей у вузлі. Для прикладу, сталі мають менший коефіцієнт поглинання коливань при вібраціях у 2-4 рази.

При наявності графіту покращуються умови змащування при терті, що підвищує антифрикційні властивості чавуну. Для способу виготовлення заготовки ливарним способом сірий чавун добре підходить та також має такі

властивості, що дозволяють без зайвих операцій оброблювати деталі лезовими різальними інструментами.

Сірий чавун СЧ18 у відповідності до стандарту ГОСТ 1472-85 має наступні фізико-хімічні характеристики(табл.2.1).

Таблиця 2.1

Фізико-хімічні властивості СЧ18.

Тимчасовий опір при розтягуванні, σ_b , МПа	Твердість, НВ кгс/мм ²	Густина a, ρ кг/м ³	Масова частка елементів, %				
			C	Si	Mn	S	P
180	143-255	7100	3,3-3,5	1,4-2,4	0,7-1,0	<0,15	< 0,2

Висновок: Матеріал заготовки СЧ18 забезпечує сприятливі умови деталі в заданих умовах експлуатації.

2.2. Визначення типу виробництва та аналіз його впливу на завдання технологічного підготування виробництва.

Тип виробництва можна визначити двома методами: За допомогою формул і коефіцієнта закріплення операцій (K_{zo}) та за допомогою аналогового метода (за таблицею). Ми використовуємо аналоговий метод через те що в нас нема даних про виробничі цехи.

Масу деталі задано за кресленням: 5,809 кг.

Залежність типу виробництва від маси деталі

Маса деталі, кг	Тип виробництва				
	Одиничне	Мало серійне	Середньо серійне	Велико серійне	Масове
<1,0	<10	10-2000	2000-75000	75000-200000	>200000
1,0..2,5	<10	10-1000	1000-50000	50000-100000	>100000
2,5..5,0	<10	10-500	500-35000	35000-75000	>75000
5,0..10	<10	10-300	300-25000	25000-50000	>50000
>10	<10	10-200	200-10000	10000-25000	>25000

У відповідності до заданої річної програми випуску деталей (5000 шт.), а також виходячи з результатів аналізу конфігурації деталі, її маси(5,809 кг) та габаритів , визначимо тип виробництва за таблицею(табл.2.2).

Виходячи з таблиці виробництво - середньо-серійне.

Для маси деталі $m = 5,809$ кг та річного обсягу випуску $N_p = 5000$ штук на рік тип виробництва буде середньо серійним.

Серійне виробництво – тип виробництва, що характеризується одночасним виготовленням на підприємстві обмеженої номенклатури однорідної продукції, випуск якої періодично повторюється протягом тривалого періоду (ДСТУ 2960-94).

Коефіцієнт закріплення операцій для середньо-серійного типу виробництва знаходиться в межах $10 \leq K_{зо} \leq 20$. Для подальшого аналізу та підготовки до виробництва , прийmemo величину цього коефіцієнта $K_{зо} = 11$.

Тип виробництва для традиційного машинобудівного виробництва визначає вид верстатного обладнання, інструментального забезпечення, систему верстатних пристроїв та певну систему проектування технологічних процесів.

Висновок: Технологічне підготвлення виробництва будемо виконувати для середньо серійного типу виробництва з коефіцієнтом закріплення операцій. $K_{zo} = 11$.

2.3. Короткий аналіз технологічності деталі .

Технологічність - це властивість виробу, яка забезпечує найпростішу реалізацію технологічного процесу.

Оцінка технологічності може бути двох видів:

- якісна;
- кількісна.

Якісна оцінка характеризує технологічність конструкції узагальнено на основі досвіду і застосовується на всіх етапах проектування як попередня. Кількісна оцінка технологічності виробу виражається числовими показниками і є раціональною у випадку, коли ці показники значно впливають на технологічність виробу.

Елементи, які на даному етапі або в заданих умовах виробництва не можуть бути оброблені з використанням наявного обладнання та інструментального забезпечення, вважаються нетехнологічними. Сучасні верстати з ЧПУ практично вирішують проблему технологічності конструкції виробу, оскільки їх технологічні можливості, у поєднанні з системою керування верстатом, практично не мають обмежень щодо конструктивних особливостей деталей машини..

Заготовка деталі «Корпус» технологічна. Конструкція деталі складається з простих поверхонь, оброблення яких не потребує використання складного спеціального різального інструменту, забезпечує вільний доступ різального та вимірювального інструменту. Достатня жорсткість деталі допускає роботу з використанням високих режимів різання. Технологічний пристрій, що реалізує теоретичну схему базування по загальним технологічним базам забезпечує точне та надійне базування і закріплення в процесі оброблення.

Технологічні можливості верстатів з ЧПК та їх інструментальне забезпечення дозволяє обробляти практично всі конструктивні елементи деталей.

Умови технологічності деталі:

- допускається оброблення поверхонь деталі на прохід;
- для оброблення використовуються стандартні різальні і вимірювальні інструменти;
- оброблення всіх поверхонь забезпечує зручне підведення стандартного різального інструменту.

Висновок: Технологічний процес виготовлення деталі «Корпус» будемо проектувати для умов багатомініклатурного виробництва з застосуванням верстатів з ЧПК.

2.4. Визначення способу виготовлення заготовки .

Планування конструкції заготовки включає послідовне вирішення таких завдань:

Визначення розташування місця рознімання опоки, штампу або прес-форми. Встановлення поверхонь заготовки, які будуть використовуватися для базування на перших операціях оброблення в технологічному процесі.

Розробка необхідних етапів та послідовності оброблення поверхонь заготовки для досягнення встановлених характеристик якості робочих поверхонь (грубе, напівчистове, чистове та завершальне оброблення).

Встановлення допусків для запланованих етапів оброблення кожної обробної поверхні.

Врахування технологічних особливостей процесу виготовлення заготовки, пластичного деформування в закритих або відкритих штампах, необхідних радіусів заокруглення поверхонь, необхідних нахилів для зовнішніх та внутрішніх поверхонь, економічної точності розмірів даного способу виготовлення та параметрів шорсткості поверхонь заготовки.

Зведення практичного досвіду виготовлення заготовок в машинобудуванні та результатів наукових досліджень основних технологічних процесів пластичного деформування та лиття дозволяють розробити стандартизований алгоритм обґрунтування виду та способу виготовлення заготовок деталей машинобудівного виробництва. Використання такого алгоритму дозволяє простим і надійним способом спроектувати конструкцію заготовки. Вихідним документом для проектування заготовки є креслення деталі, на якому зазначений конструкційний матеріал та відповідний стандарт. Відповідно, для обґрунтованого визначення виду та способу виготовлення заготовки необхідно послідовно визначити наступні показники конструкції деталі:

- код конструкційного матеріалу (КМ) за даними табл. 2.3;

Таблиця 2.3

**Узагальнена класифікація конструкційних матеріалів за
видами виготовлення заготовок**

Код матеріалу (КМ)	Конструкційні матеріали	Окремі марки конструкційних матеріалів даної групи
<i>1</i>	Матеріали для виготовлення заготовок литтям	
11	<i>Чавуни:</i>	
	сірі чавуни (ГОСТ 1412-85)	СЧ10; СЧ15; СЧ20; СЧ30; СЧ35
	високоміцні чавуни (ГОСТ 7293-85)	ВЧ35; ВЧ40; ВЧ45; ВЧ60; ВЧ100
	ковкі чавуни (ГОСТ 1215-79)	КЧ 30-6; КЧ 60-3; КЧ 70-2
	леговані чавуни (ГОСТ 7769-82)	ЧХ1; ЧС17; ЧЮ6С5; ЧНХТ
12	<i>Сталі для лиття</i> (ГОСТ 977-88)	15Л; 20Л; 20ГЛ; 15ХЛ13
13	<i>Кольорові сплави для лиття</i>	
	бронзи олов'яні (ГОСТ 613-79)	БрО10Ф1; БрО5Ц5С5
	бронзи безолов'яні (ГОСТ 493-79)	БрС30; БрА10Ж4Н4Л
	латуні (ГОСТ17711-93)	ЛЦ16К4; ЛЦ40Мц3Ж
	алюмінієві сплави (ДСТУ 2839-94) АЛ2; АЛ3; АЛ6	
14	<i>Тугоплавкі сплави</i>	ВТ1Л; ВТ5Л; ВТ6Л; ВТ3-1Л

- код серійності виготовлення заготовок (КС) за даними табл. 2.4;

При проектуванні конструкції заготовки необхідно визначити техніко-організаційні умови виробництва заготовок, для характеристики якого використовують коефіцієнт серійності (КС) і його значення визначають за даними табл. 2.4.

Таблиця 2.4

Визначення коефіцієнту серійності виготовлення заготовок

Маса заготовки, кг	Код групи серійності (КС) для заданого обсягу випуску заготовок				
	1	2	3	4	5
до 20	<300	300-3000	3001-35000	35001-200000	>200000
21-100	<150	150-2000	2001-15000	15001-100000	>100000
101-500	<75	75-1000	1001-6000	6001-40000	>40000
501-1000	<50	50-600	601-3000	3001-20000	>20000

- код конструкційної форми (КФ) за даними табл. 2.5;

Наступним важливим фактором, який необхідно враховувати при проектуванні заготовок є характеристика конструктивної форми деталі, яка визначає геометричні особливості конструкції деталі.

Конструктивні форми деталей загального машинобудування умовно поділяють на одинадцять груп. За характерними основними конструктивними ознаками визначають код форми (КФ), вихідні дані для якого наведено в табл. 2.5.

Конструктивні форми деталей

Код форми (КФ)	Основні конструктивні ознаки деталі	Приклади конструкцій
3	<i>Призматичні деталі</i>	
31	Деталі простої форми, які складаються з гладких або ступінчастих площин, циліндричних або комбінованих поверхонь з наявністю буртів, ребер, бобишок, фланців та отворів	Плити, кронштейни, фланці, накривки, щоки
32	Коробчасті рознімні корпусні деталі з установочною поверхнею, яка паралельна або перпендикулярна до площини рознімання, які мають одну або більше базових поверхонь, а також ребра, заглиблення та виступи	Корпуса редукторів та варіаторів, коробок швидкостей, коробок подач
33	Деталі закритої та частково відкритої циліндричної і коробчастої форми. Зовнішні поверхні можуть мати плоску та криволінійну форму з кронштейнами,	Станини металорізальних верстатів, столи верстатів, супорти,

- код маси заготовок (КВ) за даними табл. 2.6.

Кожен спосіб виготовлення заготовок використовує відповідне технологічне обладнання, яке має обмеження за розмірами технологічної зони, габаритними розмірами заготовок, максимальним зусиллям робочого органу та інше. Узагальнюючим показником наведених обмежень є маса заготовки.

Для визначення коду маси заготовки (*KB*) доцільно використовувати рекомендації, які наведено в табл. 2.6.

Таблиця 2.6

Визначення коду маси заготовки

Код маси заготовки (<i>KB</i>)	Маса заготовки, M_3 , кг	Код маси заготовки (<i>KB</i>)	Маса заготовки, M_3 , кг
1	до 20	5	501-1000
2	20-100	6	1001-5000
3	101-250	7	5001-10000
4	251-500	8	понад 10000

За визначеними характеристиками заготовки, які виражаються чисельними кодами за даними табл.2.7 визначаються коди доцільних способів виготовлення заготовки.

Таблиця 2.7

Вибір можливих способів виготовлення заготовок

Код матеріалу, <i>KM</i>	Код форми, <i>KФ</i>	Код серійності, <i>KС</i>	Код маси, <i>KB</i>	Коди способів виготовлення заготовок
11	21, 22	1, 2	1-8	111; 112
			3	1, 2
		4, 5	3-8	112; 113
			1, 2	113; 12; 14
			3-5	113; 14
			6-8	113

31-33	1, 2	1-8	111; 112
31, 32	3	1, 2	112; 113; 12; 13
		3-8	112; 113
	4, 5	1, 2	113; 12
		3-8	113
33	3	1-8	113; 112
	4, 5		113
41, 42	1, 2	1-8	111; 112
41	3	1, 2	112; 113; 12; 13
		3-8	112; 113
41, 42	4, 5	1, 2	113; 12
		3-8	113
42	3	1, 2	112; 113; 12
		3-8	112; 113

Аналіз рекомендацій, які наведені в табл. 2.7 свідчить про можливість застосовувати декілька способів виготовлення заготовок при однакових сукупностях визначених кодів, що потребує подальшого обґрунтованого прийняття рішень. За результатами узагальнення практичного використання різних видів та способів виготовлення заготовок визначені основні характеристики якості поверхонь, які найчастіше обмежуються точністю розмірів поверхонь та висотних параметрів шорсткості поверхні. Основні характеристики традиційних технологічних процесів виготовлення заготовок, економічна точність розмірів та параметри

шорсткості поверхонь, які виготовлені різними видами та способами наведено в табл. 2.8.

Таблиця 2.8

Економічна точність розмірів та параметри шорсткості поверхонь заготовки, які виготовлені різними видами та способами

Код	Вид та способи виготовлення заготовок	Точність розмірів, IT	Параметр шорсткості, R_a , мкм
1	<i>Литтям</i>		
11	<i>Лиття в піщано-глинисті форми</i>		
111	ручне формування за дерев'яними моделями	17	80-20
112	ручне формування за металевими моделями	16-17	40-10
113	машинне формування за металевими моделями	14-16	20-5
12	<i>Лиття в оболонкові форми</i>		10-5

Використовуючи вище подані дані для обґрунтованого визначення виду та способу виготовлення заготовки, маємо наступні показники конструкції деталі:

- код конструкційного матеріалу (КМ) - 11 (за даними табл. 2.3);
- код серійності виготовлення заготовок (КС) - 3 (за даними табл. 2.4);
- код конструкційної форми (КФ) - 33 (за даними табл. 2.5);
- код маси заготовок (КВ) - 1 (за даними табл. 2.6).

На основі визначених чотирьох показників визначаємо коди способів виготовлення заготовок для даної деталі: такими кодами є 112;113; (за даними табл. 2.7).

Це лиття в піщано-глинисті форми з ручним формуванням за металевими моделями (код 112) та з машинним формуванням за металевими моделями (код 113). Обираємо лиття в піщано-глинисті форми з машинним формуванням за металевими моделями (код 113).

Економічну точність розмірів (ІТ) та параметри шорсткості поверхонь (Ra) заготовки визначаємо за даними табл. 1.8:

Точність розмірів ІТ (14-16); параметри шорсткості поверхонь Ra =(20-5) мкм.

Ескіз заготовки наведено на рис. 2.4.

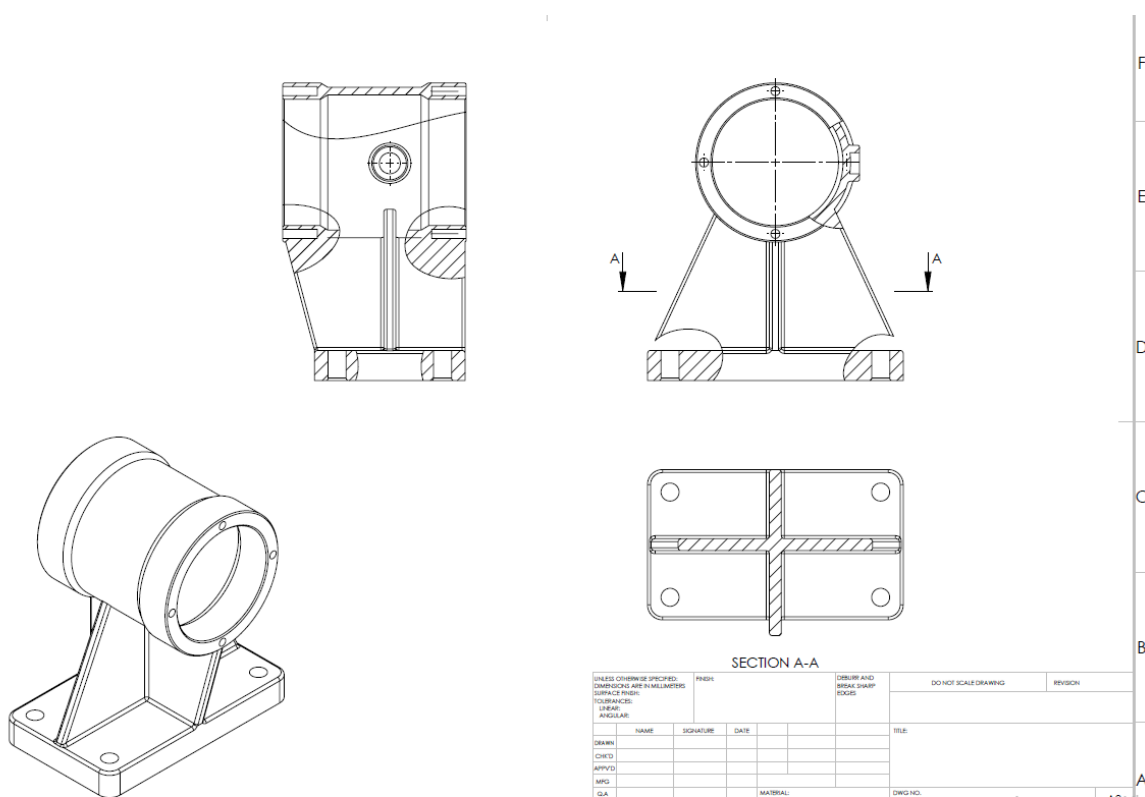


Рисунок 2.3 – Ескіз заготовки

2.5. Обґрунтування вибору баз для технологічного процесу виготовлення деталі

Для обґрунтування вибору технологічних баз необхідно послідовно виконувати наступні пункти:

- Обґрунтувати вибір загальних технологічних баз(ЗТБ);

- Обґрунтувати вибір технологічних баз (ТБ) для перших операцій технологічного процесу (ТП).

2.5.1. Обґрунтування та вибір загальних технологічних баз

Вихідними даними для вибору ЗТБ є робочий кресленик деталі і вузла в який входить задана деталь.

Для обґрунтування необхідно виконати класифікацію поверхонь деталі за службовим призначенням.

Конструкції будь-якої деталі можна представити як сукупність чотирьох видів поверхонь:

- основні конструкторські бази (ОКБ);
- допоміжні конструкторські бази (ДКБ);
- кріпильні поверхні (КП);
- вільні поверхні (ВП);

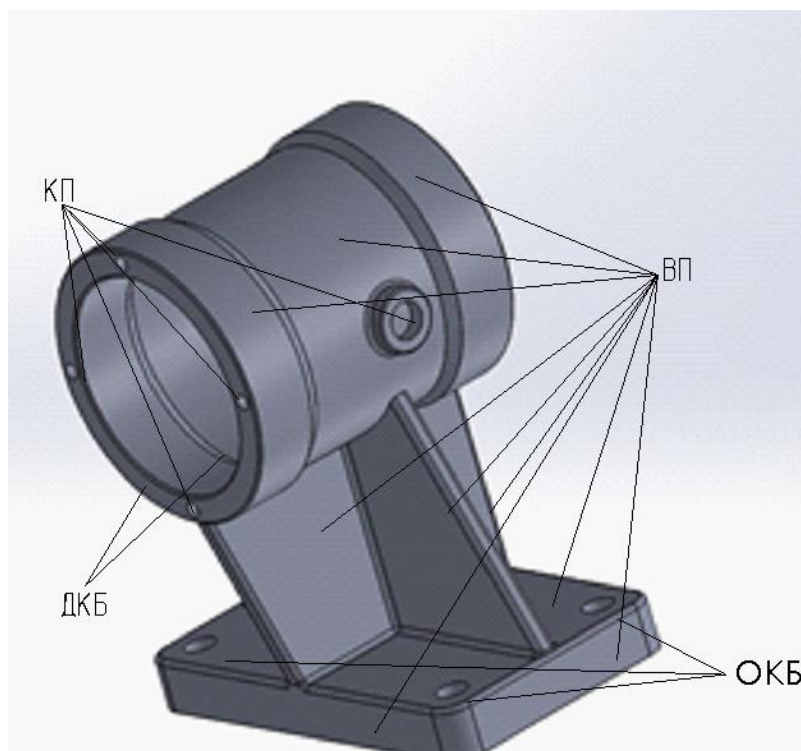


Рис.2.4 – Класифікація поверхонь деталі «Корпус».

Основні конструкторські бази (ОКБ) – нижня установча поверхня корпусу та чотири отвори М12.

Допоміжні конструкторські бази (ДКБ) – внутрішня циліндрична поверхня та його діаметр – це саме ті поверхні, до яких будуть приєднуватись інші деталі у вузлі.

Кріпильні поверхні (КП) – чотири різбових отворів М16 під болти.

Вільні поверхні (ВП) – всі інші поверхні, до яких нічого не приєднується та вони не виконують кріпильних чи установчих функцій.

Підбір баз для технологічного процесу

Для подальшого процесу виробництва необхідно підібрати бази для технологічного процесу.

При отриманні заготовок шляхом лиття , необроблювані поверхні в якості баз можна використовувати тільки на перших операціях. При подальшій обробці це не допускається.

У деталей, в яких не обробляються всі поверхні, а саме які не піддаються повній обробці, за технологічні бази для першої операції слід брати поверхні які взагалі не обробляються. Це забезпечить найменше зміщення оброблених поверхонь відносно необроблених.

База для першої операції має вибиратись з урахуванням забезпечення кращих умов обробки поверхонь, які будуть в подальшому використовуватись за технологічні бази на інших операціях.

Також, в якості технологічних баз слід брати поверхні достатніх розмірів.

Це забезпечує більшу точність базування і закріплення заготовки в пристосуванні. Ці поверхні мають мати високий клас точності, найменшу шорсткість, не мати литних приливів, литників, окалини і інших дефектів.

2.6. Проектування типових послідовностей оброблення поверхонь заготовки

Однією з головних завдань проектування технологічних процесів є визначення послідовності оброблення поверхонь заготовки. Для цього потрібно відштовхуватись від робочого кресленика корпусної деталі та класифікації поверхонь деталі за службовим призначенням. Визначення подібної послідовності є основою для подальшого проектування технологічних операцій. Обрання кожної технологічної операції оброблення значною мірою визначається характеристиками обраних верстатів для обробки заготовки.

За тривалий час розвитку машинобудівництва було накопичено великий досвід технологічних маршрутів(послідовностей) , щоб забезпечити виготовлення деталі з необхідними показниками точності та параметрами шорсткості поверхонь. Майже всі технологічні довідники, в тому числі «Справочник машиностроителя» наводять такі послідовності. Це типові технологічні маршрути оброблення , які використовують для обробки корпусних деталей, але також потрібно розуміти, що кожний корпус має свої особливості, а отже потребує свого аналізу та уточнення в силу своєї специфіки при технологічному проектуванні. Послідовність оброблення поверхонь, яка буде забезпечена для деталі наведена в табл.2.9.

В технологічних процесах потрібно передбачати операції контролю, які раціонально розміщувати між окремими етапами оброблення, наприклад перед виконанням особливо відповідальних операцій, а також після завершення виконання технологічного процесу.

№	Характеристики якості поверхонь за креслеником		Технологічна послідовність оброблення	Характеристики якості поверхонь за креслеником	
	Точність розмірів ІТ	Параметри шорсткості R _A , мкм		Точність розмірів ІТ	Параметри шорсткості R _A , мкм
1	2	3	4	5	6
Отвір Ø90H7;	H7	1,25	Розточування чорнове	12	25...12,5
			Розточування чистове	9	3,2...1,6
			Розточування тонке	7	0,8...0,4
Отвір Ø24 H7	H7	1,25	Свердління	12	12...6
			Розвертання чистове	7	1.25...0,62
Різьбові отвори М6	6	20	Ці поверхні за креслеником є необробними поверхнями і їх характеристики якості забезпечуються технологічними процесом виготовлення заготовки	14	20
K1-K9	7H	3.2	Центрування	12	10
			Свердління	10	5.0
			Зенкування	7H	3.2

2.7.Проектування операційного технологічного процесу виготовлення деталі.

Підготуємо загальні технологічні бази на першій операції. На першій операції ми будемо обробляти нижню. Нижня площина є хорошою технологічною базою при обробці головного отвору, вона забезпечить нульову похибку базування. Для першої операції обираємо за технологічні бази дві три площини. Схема базування буде наступною:

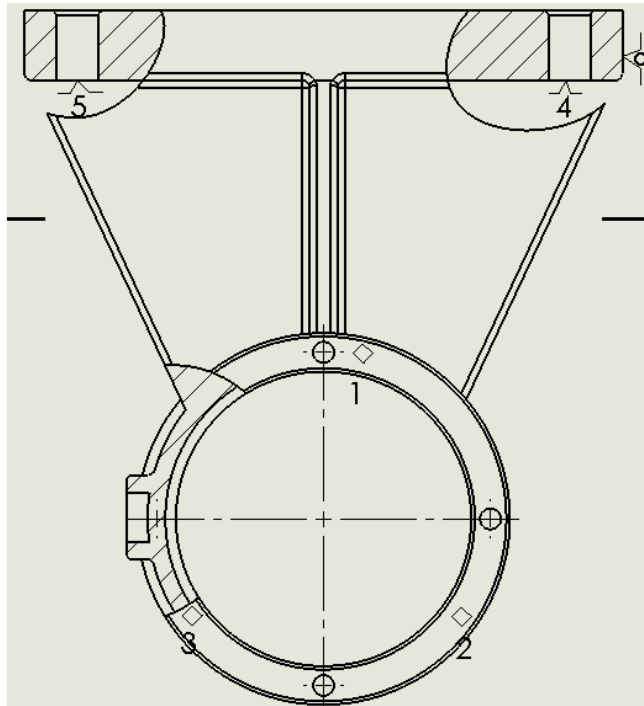


Рис.2.5 – Схема базування деталі на операції 005.

Після обробки першої операції використаємо загальну чистову технологічну базу: нижню поверхню корпусу. На другій операції підготуємо полиці деталі, для подальшого оброблення отворів під пальці.

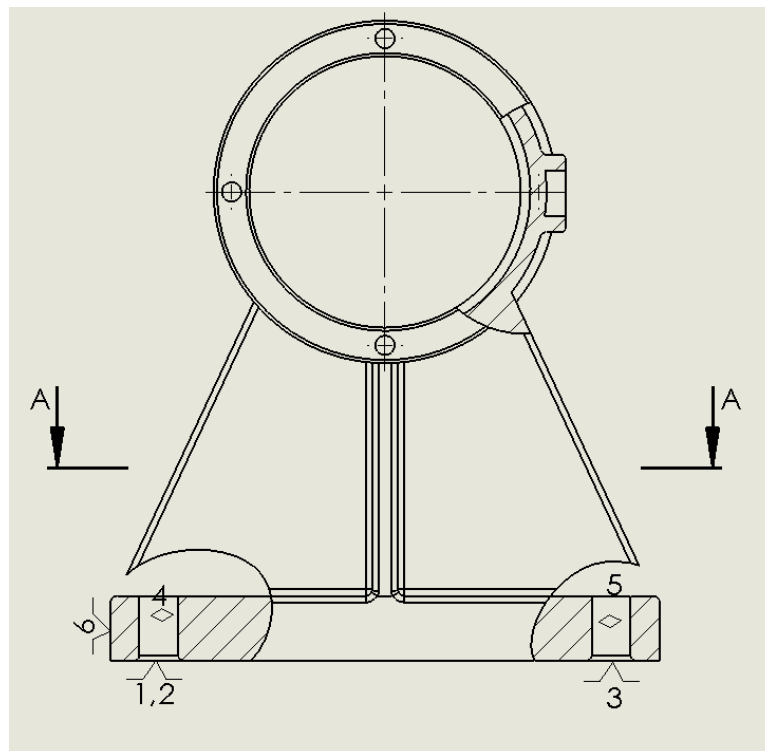


Рис.2.6 – Схема базування на операції 010.

Отвори під пальці оберемо $\varnothing 12$, для забезпечення кращого базування.
Забезпечимо їм сьомий квалітет, для базування деталі по них.

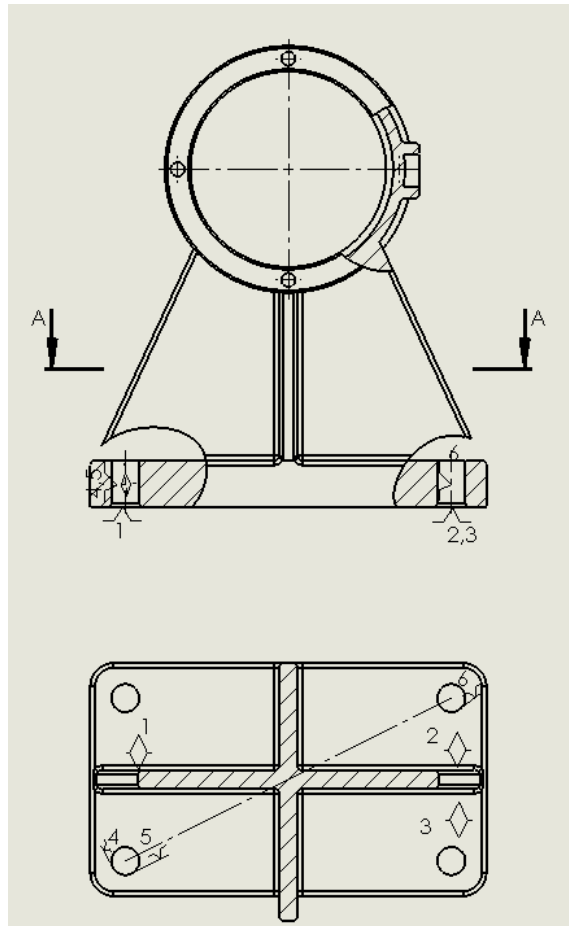


Рис.2.7 – Схема базування на наступних операціях.

Далі необхідно розробити маршрутний і операційний технологічний процес оброблення деталі.

При проектуванні ТП необхідно керуватись наступними рекомендаціями:

1. На чорнових операціях необхідно обробляти поверхні, які мають найбільший припуск, а також найбільш відповідальні поверхні.
2. Кожний наступний перехід або операція повинні підвищувати характеристики якості оброблюваних поверхонь.
3. Завершальне, фінішне оброблення найбільш відповідальних поверхонь

необхідно виконувати останніми технологічними переходами, так як це дає змогу компенсувати попередні похибки та виключає їх випадкове пошкодження.

4. У технологічному процесі необхідно передбачати операції контролю, які доцільно розміщувати між окремими операціями та перед виконанням відповідальних високо вартісних операцій, а також у кінці.

Проектування операційного технологічного процесу виготовлення деталі

005 Вертикально-фрезерна з ЧПК

Вертикально-фрезерний верстат з ЧПК VF-2YT

Установити, закріпити, зняти.

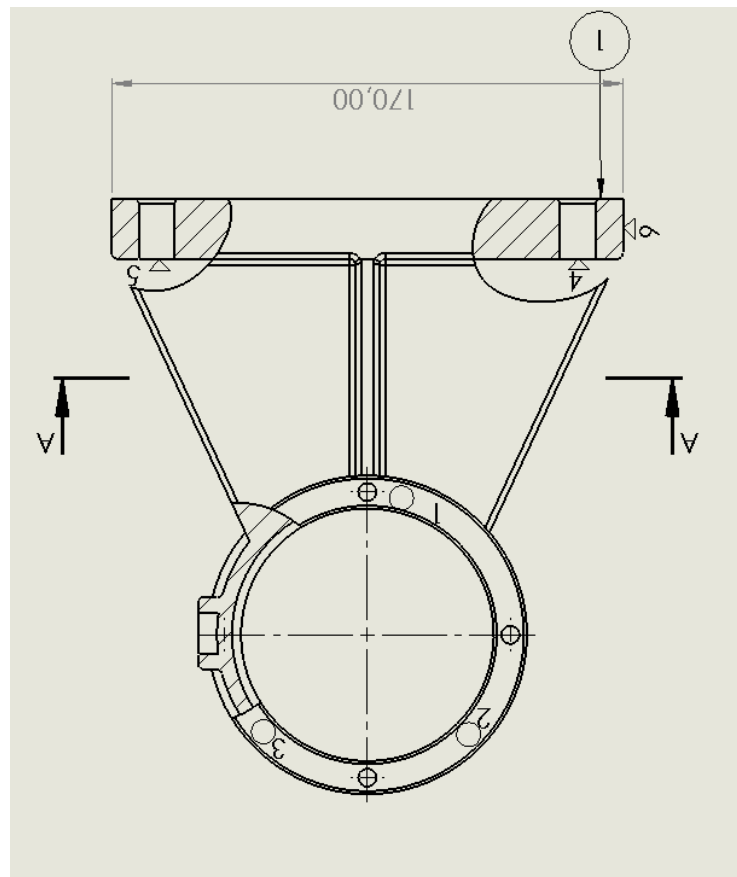


Рис.2.8 – Схема базування на операцію 005

005.01. Фрезерувати площину попередньо, витримуючи розмір 1.

005.02. Фрезерувати площину остаточно, витримуючи розмір 1.

010 Вертикально-фрезерна з ЧПК

Вертикально-фрезерний верстат з ЧПК VF-2YT

Установити, закріпити, зняти.

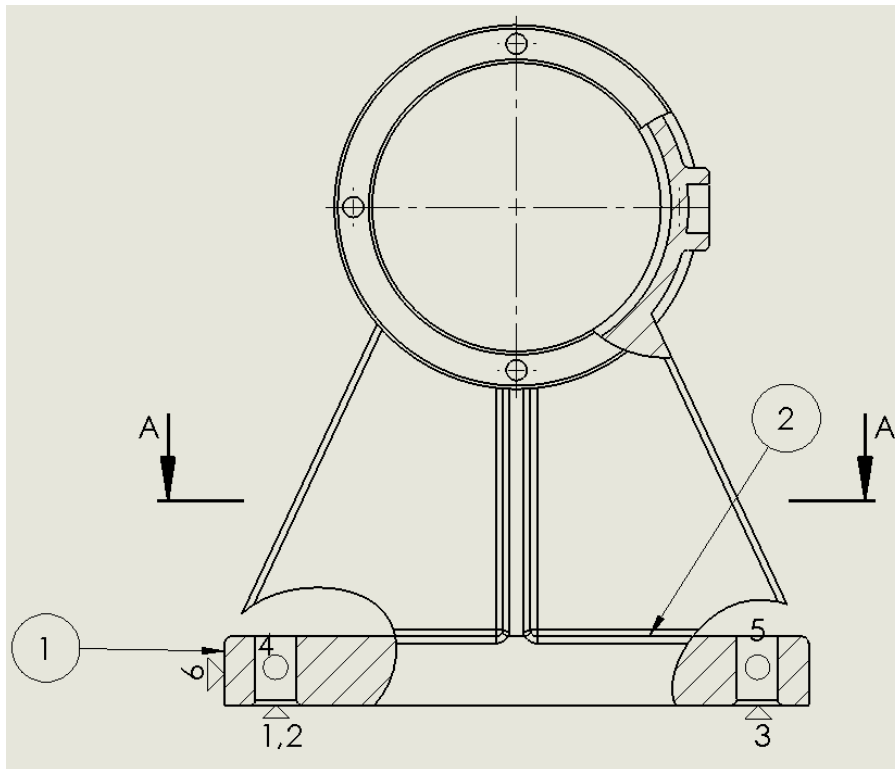


Рис.2.9 – Схема базування для операції 010.

010.01. Фрезерувати дві полиці послідовно, попередньо, витримуючи розміри 1, 2.

010.02. Фрезерувати дві полиці послідовно, остаточно, витримуючи розміри 1, 2.

015 Свердлильна з ЧПК

Вертикально-фрезерний верстат з ЧПК VF-2YT

Установити, закріпити, зняти.

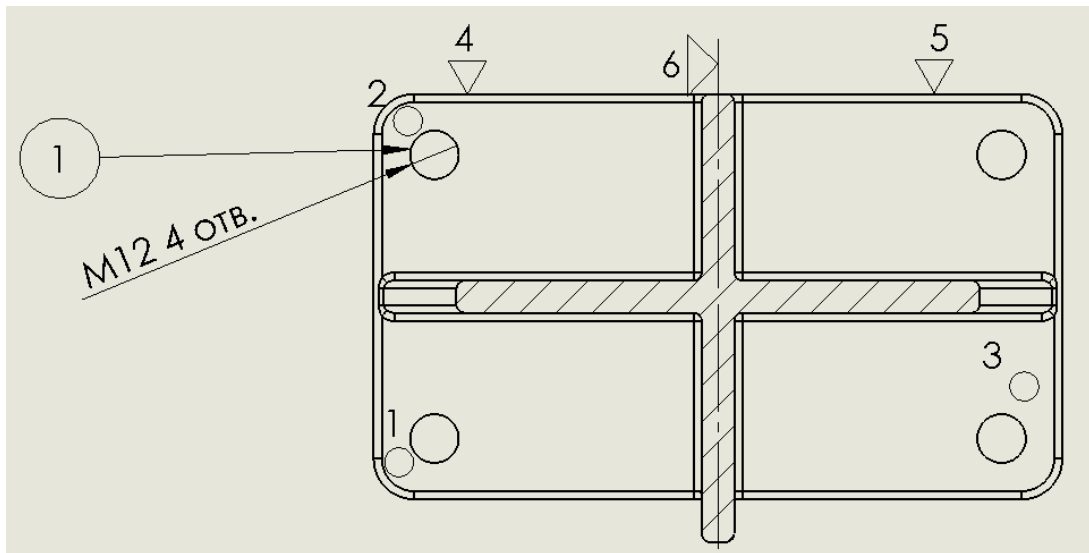


Рис.2.10 – Схема базування для операції 015.

015.01. Свердлити 4 наскрізних отвори, витримуючи розміри 1.

015.02. Розвертати попередньо 4 отвори витримуючи розміри 1.

015.03. Розвертати остаточно 4 отвори витримуючи розміри 1.

020 Багатоцільова з ЧПК

Горизонтальний обробний центр ЧПК ЕС-1600

Установити, закріпити, зняти .

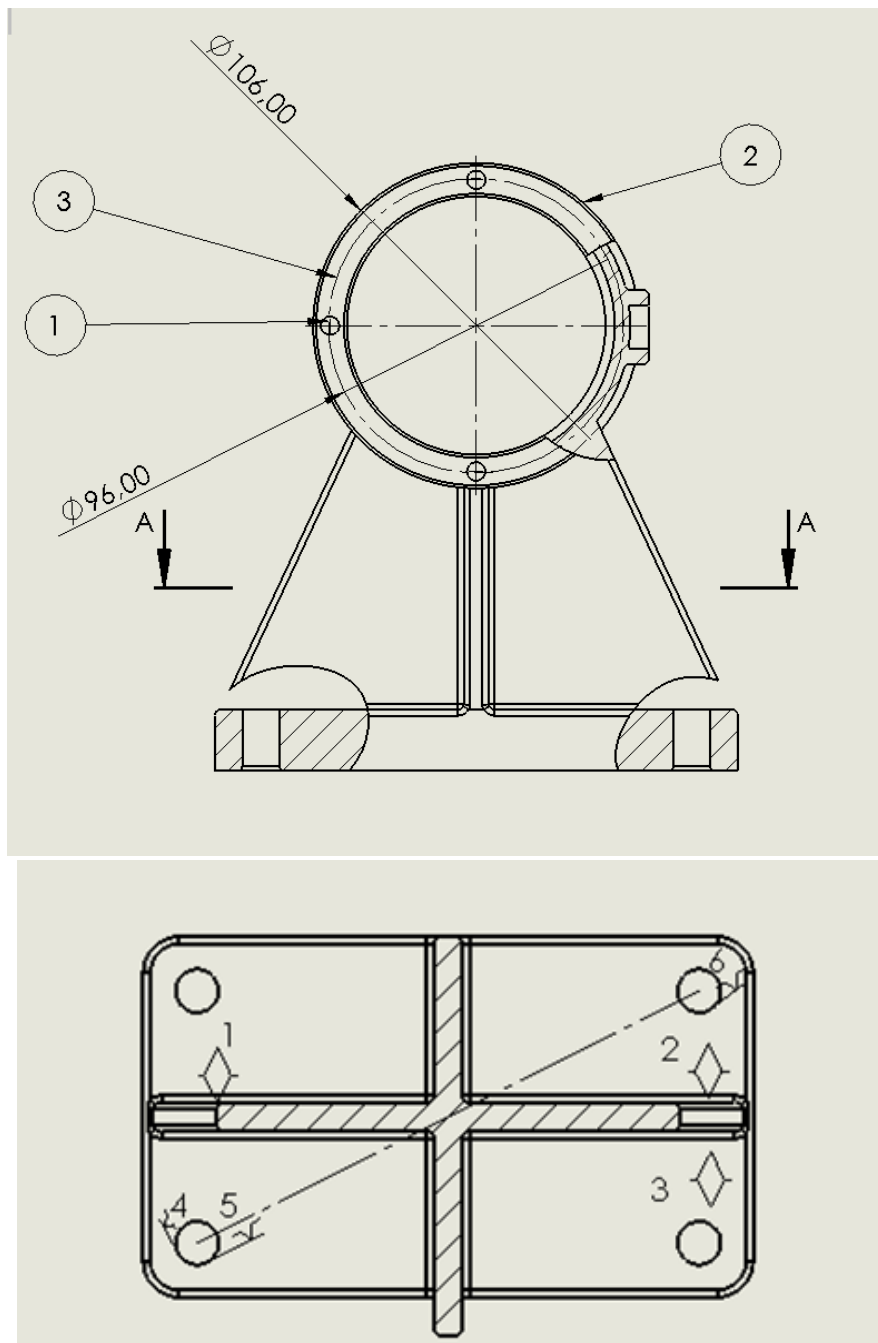


Рис.2.11 – Схема базування для операції 020.

- 020.01. Розточувати головний отвір попередньо витримуючи розміри 2 із.
- 020.02. Розточувати головний отвір остаточно витримуючи розміри 2, 3.
- 020.03. Центрувати 4 отвори забезпечуючи фаску , витримуючи розмір 1.
- 020.04. Свердлити 4 отвори розміром $\varnothing 6$. витримуючи розмір 6.
- 020.05. Нарізати різьбу для 4 отворів *M6* мітчиком.
- 020.06. Розвернути деталь на 180 градусів та виконати повторно операцію

025 Розточна з ЧПК

Горизонтальний обробний центр ЧПК ЕС-1600.

Установити, закріпити, зняти .

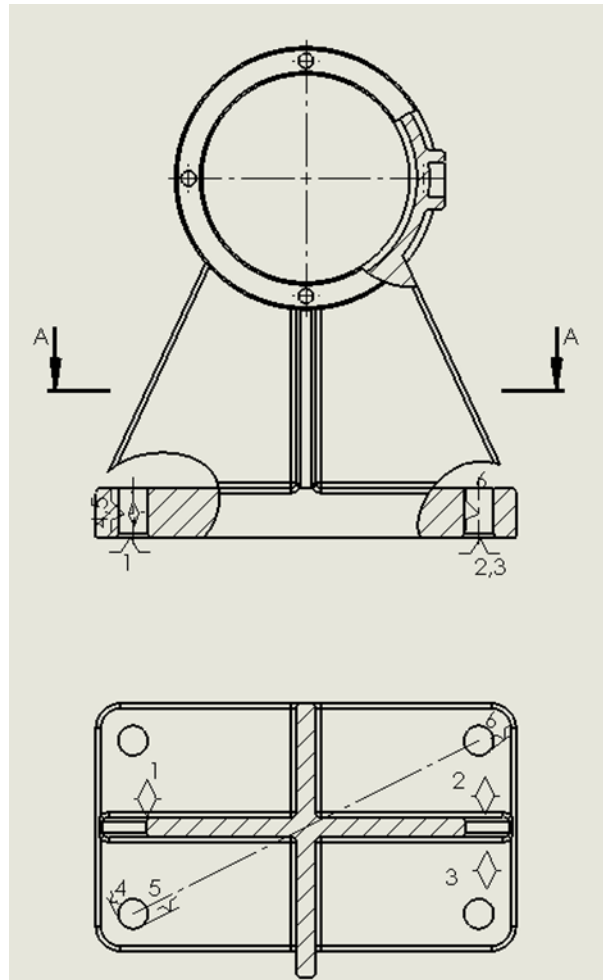


Рис.2.12 – Схема базування для операції 025.

025.01. Розточити циліндричний отвір, витримуючи розмір 2.

030 Свердлильна з ЧПК

Вертикально-фрезерний верстат з ЧПК VF-2YT

Установити, закріпити, зняти

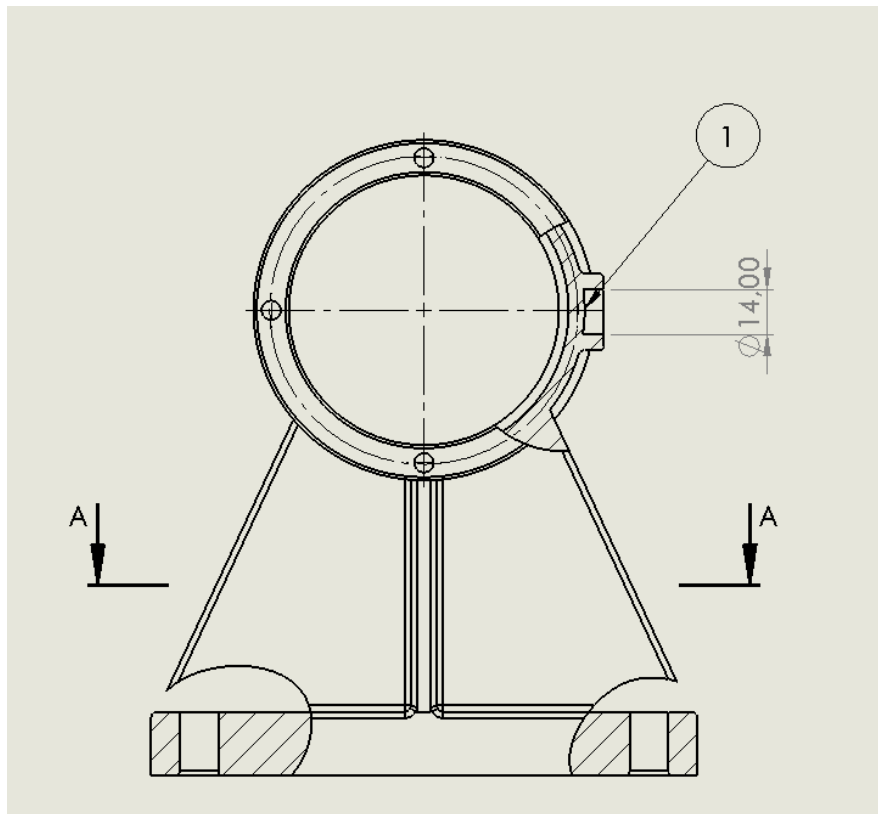


Рис.2.13 - Схема базування для операції 030.

030.01. Центрувати отвір забезпечуючи фаску, витримуючи розмір 1.

030.02. Свердлити отвір розміром $\varnothing 14$. витримуючи розмір 1.

030.03. Нарізати різьбу для отвору $M14$ мітчиком.

035. Слюсорна

040. Мийочна

045 Контрольна

2.8.Вибір обладнання, верстатних пристосувань та інструментів

Для всіх операцій у малосерійному або середньосерійному виробництві оберемо високоточне та сучасне обладнання, що буде брати до уваги всі компоненти та етапи обробки заготовки, дотримання основних розмірів та технологічної специфікації виробництва деталі. До того ж мінімізуємо використання багатьох верстатів різних моделей до двох верстатів, яких

буде достатньо для обробки заготовки.

При виконанні операції свердління будемо використовувати безпосередньо інструмент зі швидкорізальної сталі P6M5.



2.14.Токарно-револьверний верстат з ЧПК Haas ST-35Y

Табл.2.10

Технічна характеристика верстата

Максимальний діаметр деталі, мм	419 ,
Розмір патрону, мм	165 ,
Максимальний діаметр обробки (залежить від револьверної головки), мм	356,
Максимальна довжина різання (залежить від кріплення), мм	406,
Найбільший діаметр прутка, мм	44,
Хід, мм :	ось X – 200, Z – 406;
Прискорене переміщення по осі X, Z мм/хв	30.5,
Максимальное осевое усилие по оси X, Z, Н	14679,

Торець шпинделя		A2-5,
Максимальна потужність, кВт		11.2,
Максимальна швидкість, об/хв		6000,
Максимальний крутний момент, Нм	102 при 1300 об/хв,	
Діаметр отвору шпинделя, мм		58.,7,
Кількість інструментів		12,
Об'єм СОЖ, л		114 л,
Маса, кг		3585.

Вертикально-фрезерний верстат з ЧПК VF-2



Рисунок 2.15 – Вертикально-фрезерний HAAS VF-2TR

Табл.2.11

Технічна характеристика верстата

Максимальне переміщення по осі X, мм	820,
Максимальне переміщення по осі Y, мм	410,
Максимальне переміщення по осі Z, мм	510,
Довжина столу, мм	1321,
Ширина столу, мм	255,

Максимальне навантаження, кг	1588,
Ширина Т-подібних пазів, мм	16,
Відстань між Т-подібними пазами, мм	80,
Розмір конуса шпинделя	40,
Максимальна частота обертання шпинделя, об/хв.	8100,
Максимальна потужність шпинделя, кВт	22.4,
Максимальний крутний момент, кН	122,
Максимальне осьове зусилля, кН	18.6,
Максимальна швидкість подачі, м/хв	25.4,
Максимальні робочі подачі по осях, м/хв	16.5,
Кількість позицій в магазині, шт.	20+1,

2.9. Визначення припусків для технологічних переходів оброблення поверхонь заготовки.

Припуск - це певний шар матеріалу, який необхідно відокремити з поверхні заготовки, з метою отримання заданої характеристики обробленої деталі. Для розрахунку припуску на обробку поверхні можуть використовуватись відповідні таблиці або розрахунково-аналітичний метод.

Таблиці дозволяють визначити припуски незважаючи на технологічний процес обробки деталі, тому ці припуски в більшості випадків є трохи завищеними. Розрахунково-аналітичний метод визначення припусків на обробку, розроблений професором В.М. Кованом, базується на аналізі факторів, що впливають на припуски попереднього та поточного переходів.

Значення припуску визначається шляхом диференційованого розрахунку за складовими елементами припуску. Цей метод передбачає розрахунок припусків для всіх послідовних технологічних переходів, їх сумування для визначення загального припуску, а також розрахунок проміжних розмірів, які визначають положення та розміри поверхонь заготовки.

2.9.1. Аналітичний розрахунок припусків

Розрахунок припусків **Ø90H7**

Технологічний процес обробки містить у собі 3 переходи:

- Розточування чорнове H12, Ra =12,5 мкм
- Розточування чистове H9, Ra =3,2 мкм
- Розточування тонке H7, Ra =0,8 мкм

Розрахунок припусків будемо вказувати і заносити у таблицю (2.12), в яку послідовно буде записуватись технологічний маршрут обробки й всі значення елементів припусків.

В данному випадку, для виливків, одержуваних литтям у піщано-глинисті форми з машинним формуванням по металевих моделях, точність й якість поверхонь :

$$Rz+h=500\text{мкм}$$

- якість поверхонь після механічної обробки
- для чорнового розточування: Rz=50мкм, h=50мкм
- для чистового розточування : Rz=25мкм, h=25мкм
- для тонкого розточування: Rz=5мкм, h=5мкм

Мінімальний припуск на обробку визначаємо по формулі:

$$2z_i^{min} = 2 (R_{zi-1} + h_{i-1} + \sqrt{\Delta_{\Sigma i-1}^2 + \sum_i^2})$$

Сумарне просторове відхилення розташування поверхонь із закріпленням заготівлі в трьох кулачковому патроні визначаємо по формулі:

$$\Delta_E = \sqrt{\Delta_{кор}^2 + \Delta_{зс}^2},$$

де: $\Delta_{кор}$ - відхилення осі деталі від прямолінійності;

$$\Delta_{кор} = \Delta_k \cdot L = 2 \cdot 46 = 92 \text{ мкм}, \quad \Delta_k = 2 \text{ мкм/мм}$$

$\Delta_{зс}$ - відхилення зсуву осі отвору.

$$\Delta_{зс} = \Delta_{\pi} \cdot D, \quad \Delta_{\pi} = 1 \text{ мкм/мм} - \text{питомий переки́с отвору}$$

$$\Delta_{зс} = 1 \cdot 40 = 40 \text{ мкм.}$$

$$\Delta_{Eo} = \sqrt{92^2 + 40^2} = 100 \text{ мкм}$$

Сумарні й просторові відхилення після обробки визначаємо по формулі:

$$\Delta_{Ei} = K_y \cdot \Delta_{Eo}$$

де: K_y - коефіцієнт уточнення:

Для чорнового точіння: $K_y = 0,06$;

$$\Delta_{Ei} = 0,06 \cdot 100 = 6 \text{ мкм}$$

Визначаємо погрішність установки по формулі:

$$E_i = \sqrt{E_6^2 + E_3^2 + E_n^2},$$

Де, E_6 - погрішність базування, що виникає при установці заготівлі в самоцентрувальному патроні:

$$E_6 = 0 \text{ мкм,}$$

E_3 - погрішність закріплення при установці заготовлі в самоцентрувальному патроні:

$$E_3 = 50 \text{ мкм,}$$

E_n - погрішність положення при обробці за одну установку дорівнює 0.

$$E_l = 0 \text{ мкм.}$$

Залишкова погрішність установки: $E_2 = 0.06 \cdot 50 = 3 \text{ мкм,}$

Тоді припуск на чорнове розточування:

$$2z_{i \min} = 2 \cdot (500 + \sqrt{100^2 + 50^2}) = 1223 \text{ мкм}$$

Для чистового розточування:

$$2z_{i \min} = 2 \cdot (50 + 50 + \sqrt{7^2 + 3^2}) = 213 \text{ мкм}$$

Для тонкого розточування:

$$2z_{i \min} = 2 \cdot (25 + 25) = 100 \text{ мкм}$$

Результати розрахунку наведені в табл. 2.9.

Табл.2.12

Розрахунок припусків Ø90H7

Технологічні операції й переходи обробки елементних пов-стей	Елементи припуску				Розрах. припуск, $2Z_{i \min}$, мкм	Розрах. мін. розмір, мм	Допуск, TD, мкм	Прийняті (округлені) розміри по переходах, мм		Граничні значення припусків, мкм	
	R_z	h	Δ	Σ				D_{\min}	D_{\max}	$2Z_{\max}$	$2Z_{\min}$
Розміри заготовлі	500	-	100	-	-	88.1	2400	86.5	88.9	-	-

Чорнове розточування (Н12)	50	50	7	50	1223	90.22	400	89.8	90.2	3.3	1.3
Чистове розточування (Н9)	25	25	-	3	213	90.44	100	90.3	90.4	0.5	0.2
Тонке розточування (Н7)	5	5	-	-	100	90.54	40	90.5	90.54	0.2	0.14

2.10. Розрахунок режимів різання на поверхню Ø90Н7

2.10.1. Чорнове точіння.

Вихідні дані: оброблюваний матеріал -чавун СЧ18

-Інструмент: токарний різець із пластиною із твердого сплаву ВК-6 ;

- Устаткування: Haas ST-10

-Глибина різання: h= 1.65 мм;

-Подача: S=0,2 мм/об;

$$\text{Швидкість різання: } V = \frac{C_v}{T^m \cdot h^x \cdot S^y} K^v \cdot K^y ,$$

Де , $C_v=420$; $x= 0,15$; $y= 0,2$; $m=0,2$; $K_v=K_{mv} \cdot K_{pv} \cdot K_{uv}$,

Де $K_{mv} = K_r \cdot \left(\frac{190}{HB}\right)^{n_v} = 1$ – коефіцієнт , що враховує вплив фізико-механічних властивостей на швидкість різання;

$K_{uv}=0.8$ - ураховує якість поверхні заготівлі ,

$K_{uv}=0.3$ матеріал різального інструменту (ВК-6) ,

$T=60$ хв - період стійкості різця,

$K_v=1.25 \cdot 0.8 \cdot 0.65=0.65$.

$$V = \frac{420}{60^{0.2} \cdot 1.65^{0.15} \cdot 0.2^{0.2}} \cdot 0.65 \cdot 1 = 162.6 \text{ м/хв}$$

Частота обертання шпинделя:

$$n = \frac{1000 \cdot V}{\pi \cdot D} = \frac{1000 \cdot 162.6}{3.14 \cdot 88.1} = 587 \text{ об/хв}$$

Приймаємо $n_\phi = 500$ об/хв , перераховуємо швидкість різання :

$$V = \frac{\pi D n}{1000} = \frac{\pi \cdot 88.1 \cdot 500}{1000} = 138.3 \text{ м/хв.}$$

Хвилинна подача:

$$S_m = S \cdot n = 0.2 \cdot 500 = 100 \text{ мм/хв.}$$

Головна складова сили різання:

$$P_z = 10 \cdot C_p \cdot h^x \cdot S^y \cdot V^n \cdot K_p ,$$

$C_p=204$, $x=1$, $y=0.75$, $n=0$

$K_p = K_{\tau p} \cdot K_{\phi p} \cdot K_{\gamma p} \cdot K_{\omega p} \cdot K_{r p} = 0.8 \cdot 1.25 \cdot 0.89 \cdot 0.93 \cdot 1 = 0.82$, де

$$K_{\tau p} = \left(\frac{HB}{190} \right)^n = 1;$$

$K_{\gamma p} = 1.25$, для $\gamma=-15^\circ$, $K_{\phi p} = 0.89$, для $\phi=90^\circ$,

$K_{\lambda p} = 1$, для $\lambda=0^\circ$, $K_{r p} = 0.93$, $r = 1$,

$$P_z = 10 \cdot 204 \cdot 1.65^1 \cdot 0.2^{0.75} \cdot 1 \cdot 0.82 = 450 \text{ Н.}$$

Потужність різання:

$$N = \frac{P_z \cdot V}{1000 \cdot 6} = \frac{450 \cdot 138.3}{1000 \cdot 6} = 1.1 \text{ кВт.}$$

Основний час обробки:

$$T_o = \frac{L}{S_m} = \frac{55+6}{100} = 0.61 \text{ хв.}$$

2.10.2. Чистове точіння.

Вихідні дані: оброблюваний матеріал -чавун СЧ18

-Інструмент: токарний різець із пластиною із твердого сплаву ВК-8 ;

- Устаткування: Haas ST-10;

-Глибина різання: $h= 0.25$ мм;

-Подача: $S=0,14$ мм/об;

Швидкість різання: $V = \frac{C_v}{T^m \cdot h^x \cdot S^y} K^v \cdot K^y$,

Де , $C_v=420$; $x= 0,15$; $y= 0,2$; $m=0,2$; $K_v=K_{mv} \cdot K_{pv} \cdot K_{uv}$

Де $K_{mv} = K_r \cdot \left(\frac{190}{HB}\right)^{n_v} = 1$ – коефіцієнт , що враховує вплив фізико-механічних властивостей на швидкість різання;

$K_{nv}= 1$ - ураховує якість поверхні заготівлі ,

$K_{uv}=0.3$ матеріал різального інструменту (ВК-6) ,

$T=60$ хв - період стійкості різця,

$K_v=1.25$.

$$V = \frac{420}{60^{0.2} \cdot 0.25^{0.15} \cdot 0.14^{0.2}} 1.25 = 422 \text{ м/хв.}$$

Частота обертання шпинделя:

$$n = \frac{1000 \cdot V}{\pi \cdot D} = \frac{1000 \cdot 422}{3.14 \cdot 88.1} = 1525 \text{ об/хв}$$

Приймаємо $n_\phi = 3500$ об/хв , перераховуємо швидкість різання :

$$V = \frac{\pi D n}{1000} = \frac{3.14 \cdot 88.1 \cdot 1525}{1000} = 421 \text{ м/хв.}$$

Хвилинна подача:

$$S_M = S \cdot n = 0.2 \cdot 1525 = 305 \text{ мм/хв.}$$

Головна складова сили різання:

$$P_z = 10 \cdot C_p \cdot h^x \cdot S^y \cdot V^n \cdot K_p ,$$

$C_p=204$, $x=1$, $y=0,75$, $n=0$

$K_p = K_{\text{тр}} \cdot K_{\varphi p} \cdot K_{\gamma p} \cdot K_{\omega p} \cdot K_{r p} = 0.8 \cdot 1.25 \cdot 0.89 \cdot 0.93 \cdot 1 = 0.82$, де

$$K_{\text{тр}} = \left(\frac{HB}{190} \right)^n = 1;$$

$K_{\gamma p} = 1.25$, для $\gamma=-15^\circ$, $K_{\varphi p} = 0.89$, для $\varphi=90^\circ$,

$K_{\lambda p} = 1$, для $\lambda=0^\circ$, $K_{r p} = 0.93$, $r = 1$,

$$P_z = 10 \cdot 204 \cdot 0.25^1 \cdot 0.14^{0.75} \cdot 1 \cdot 0.82 = 96 \text{ Н.}$$

Потужність різання:

$$N = \frac{P_z \cdot V}{1000 \cdot 60} = \frac{96 \cdot 419}{1000 \cdot 60} = 0.66 \text{ кВт.}$$

Основний час обробки:

$$T_o = \frac{L}{S_M} = \frac{55+6}{305} = 0.2 \text{ хв}$$

2.10.3. Тонке точіння.

Вихідні дані: оброблюваний матеріал -чавун СЧ18

-Інструмент: токарний різець із пластиною із твердого сплаву ВК-8 ;

- Устаткування: Haas ST-10;

-Глибина різання: $h= 0.1$ мм;

-Подача: $S=0,05$ мм/об;

$$\text{Швидкість різання: } V = \frac{C_v}{T^m \cdot h^x \cdot S^y} K^v \cdot K^y ,$$

Де , $C_v=420$; $x= 0,15$; $y= 0,2$; $m=0,2$; $K_v=K_{mv} \cdot K_{pv} \cdot K_{uv}$

Де $K_{mv} = K_r \cdot \left(\frac{190}{HB}\right)^{n_v} = 1$ – коефіцієнт , що враховує вплив фізико-механічних властивостей на швидкість різання;

$K_{uv}= 1$ - враховує якість поверхні заготовлі ,

$K_{uv}=0.3$ матеріал різального інструменту (ВК-6) ,

$T=60$ хв - період стійкості різця,

$K_v=1.25$.

$$V = \frac{420}{60^{0.2} \cdot 0.1^{0.15} \cdot 0.05^{0.2}} 1.25 = 604 \text{ м/хв.}$$

Частота обертання шпинделя:

$$n = \frac{1000 \cdot V}{\pi \cdot D} = \frac{1000 \cdot 604}{3.14 \cdot 88.1} = 2183 \text{ об/хв}$$

Приймаємо $n_\phi = 5000$ об/хв , перераховуємо швидкість різання :

$$V = \frac{\pi D n}{1000} = \frac{3.14 \cdot 88.1 \cdot 2183}{1000} = 603 \text{ м/хв.}$$

Хвилинна подача:

$$S_m = S \cdot n = 0.2 \cdot 2183 = 436 \text{ мм/хв.}$$

Головна складова сили різання:

$$P_z = 10 \cdot C_p \cdot h^x \cdot S^y \cdot V^n \cdot K_p ,$$

$C_p=204$, $x=1$, $y=0,75$, $n=0$

$K_p = K_{tp} \cdot K_{\phi p} \cdot K_{\gamma p} \cdot K_{\omega p} \cdot K_{rp} = 0.8 \cdot 1.25 \cdot 0.89 \cdot 0.93 \cdot 1 = 0.82$, де

$$K_{mp} = \left(\frac{HB}{190}\right)^n = 1;$$

$K_{\gamma p} = 1.25$, для $\gamma = -15^\circ$, $K_{\varphi p} = 0.89$, для $\varphi = 90^\circ$,

$K_{\lambda p} = 1$, для $\lambda = 0^\circ$, $K_{rp} = 0.93$, $r = 1$,

$P_z = 10 \cdot 204 \cdot 0.1^1 \cdot 0.05^{0.75} \cdot 1 \cdot 0.82 = 16 \text{ Н}$.

Потужність різання:

$$N = \frac{P_z \cdot V}{1000 \cdot 6} = \frac{16 \cdot 603}{1000 \cdot 60} = 0.16 \text{ кВт}.$$

Основний час обробки:

$$T_o = \frac{L}{S_M} = \frac{55+6}{436} = 0.14 \text{ хв}$$

3. ПРОЕКТНО-КОНСТРУКТОРСЬКИЙ РОЗДІЛ

3.1. Пристрій для свердління отворів на верстаті Haas VF-2TR (операція 015)

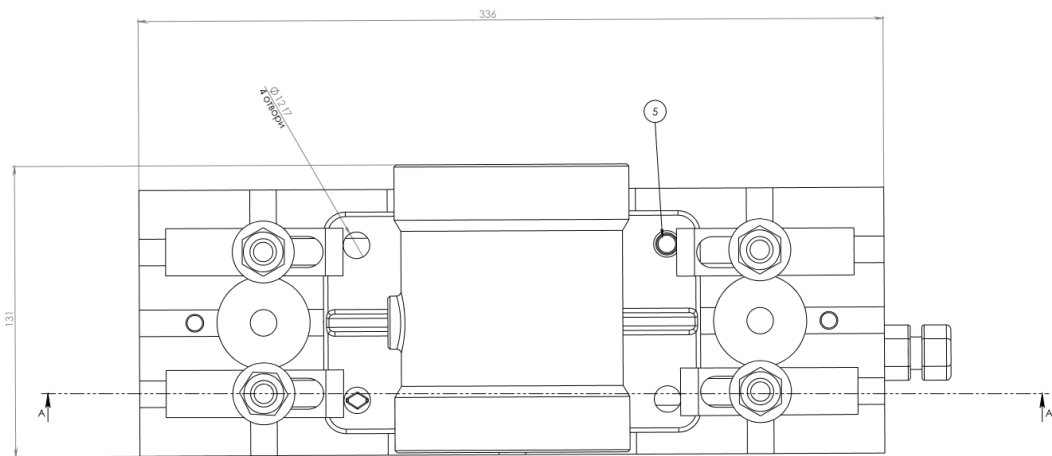


Рисунок 3.1. – Пристрій для обробки на 015 операції.

3.1. Опис пристрою

Пристрій, який використовується для оброблення деталі "Корпус" на верстаті Haas VF-2TR. Для коректного виконання даної операції будемо використовувати систему установки, в яку входять опорні пластини, базова плита і пристрій для закріплення.

Опорні пластини будемо встановлювати на базову плиту і це буде слугувати напрямою базою для наступної обробки деталі. Циліндричні та ромбічні (зрізані) пальці, які запресовуються в базову плиту, виконують таку функцію як напрямна база для встановлення деталі. На базовій плиті знаходяться прихвати з ручними затискачами, що закріплюються до двох упорних елементів. Шпильки застосуємо як опорну базу. З метою орієнтації та закріплення пристрою на самому столі верстату використовуються приєднувані шпонки та кріпильні отвори в базовій плиті. Важливим буде відмітити, що решта елементів, за виключенням установчої плити, є стандартизованими, з чого можемо зробити висновок, що вони відповідають загальноприйнятим стандартам та розмірам.

Для операцій 015 використовується комплект УСП-8, в який входять універсальні за призначенням деталі зі шліфованими поверхнями для складання пристроїв різних призначень. Для встановлення деталі "Корпус" буде використовуватись "спеціальна" плита для основи, де будуть встановлюватись дві опорні.

3.2. Розрахунок схеми пристрою

На операції 015 виконуємо обробку 4 отв. : М6.

В момент обробки деталі під час операції 015 вона буде знаходитись в стані рівноваги, бо діятиме сила тертя, яка виникає в парі шайба корпус.

Умова рівноваги: $M = K \cdot M_{кр} < [M_3] = 0.2 \cdot P_3 \cdot d_2$

Тоді:

$$P_3 = \frac{K \cdot M_{кр}}{0.2 \cdot d_2}$$

d_2 - середній діаметр затискної різьби;

Зусилля різання в випадку свердлення – це момент $M_{кр}$, який будемо

розраховувати

Вихідні дані: оброблюваний матеріал –Сч18.

-Інструмент: свердло спіральне Ø8.2 ГОСТ 10902-77, Р6М5;

- Обладнання: Haas VF-2TR;

-Глибина свердління: $h=D/2=4.1$ мм;

-Подача: $S=0,3$ мм/об;

-Швидкість різання: $V= C_v \cdot D^q \cdot K_v / T^m \cdot S^y$,

де, $C_v=14.3$; $q= 0,25$; $y= 0,55$; $m=0,125$; $K_v=K_{mv} \cdot K_{uv} \cdot K_{lv}$,

де, $K_{mv}=0,8$ - коефіцієнт, в розрахунок якого входить такий параметр, як вплив фізико-механічних властивостей на швидкість різання;

$K_{uv}=1$ - для Р6М5;

$K_{lv}=1$ - для відношення $l/D=1$;

$T=60$ хв - період стійкості свердла;

$$V=14.7 \cdot 11.8^{0.25} \cdot 0.8 / 60^{0.125} \cdot 0.3^{0.55} =24.8 \text{ м/хв}$$

-Частота обертання шпинделя:

$$n=1000 \cdot V / \pi \cdot D =1\ 000 \cdot 24.8 / 3.14 \cdot 11.8 =720 \text{ об/хв, оберемо згідно}$$

паспорта верстату $n_\phi=700$ об/хв.

-Хвилинна подача: $S_m=S \cdot n=0.3 \cdot 700=210$ мм/хв

-Осьова сила різання P_o й її крутний момент:

$$P_o=10 C_p \cdot D^q \cdot S^y \cdot K_p, \quad M_{кр.}=10 C_M \cdot D^q \cdot S^y \cdot K_p \text{ .где, } K_p=K_{np}=1 [1, \text{том 2,}$$

табл.10]

$$C_p=42 \quad q=1,2 \quad y=0,7$$

$$C_M=0,012 \quad q=2,2 \quad y=0,8$$

$$P_o=10 C_p \cdot D^q \cdot S^y \cdot K_p = 10 \cdot 42 \cdot 8.2^{1.2} \cdot 0.3^{0.7} \cdot 1=2258\text{Н,}$$

$$M_{кр.} = 10 \cdot C_M \cdot D^q \cdot S^y \cdot K_p = 10 \cdot 0.012 \cdot 8.2^{2.2} \cdot 0.3^{0.8} \cdot 1 = 4.69 \text{ Нм. } K = 2.5 -$$

коефіцієнт запасу,

$f_{оп}$ - коефіцієнт тертя опор із заготівлею, $f_{оп}=0.2$,

$f_{зм}$ - коефіцієнт тертя затискних елементів із заготівлею . $f_{зм}=0.2$.

Для забезпечення нерухомого положення заготовки в момент обробки розраховуємо сили затискача:

$$K = K_0 \cdot K_1 \cdot K_2 \cdot K_3;$$

$K_0=1,5$ -гарантований коефіцієнт запасу; $K_1=1,2$ – обробка не одночасна;

$K_2=1,3$ -збільшення сили різання з метою мінімізації затуплення різального інструменту,

$K_3=1,2$ – переривчасте різання;

$$K = 1,5 \cdot 1,2 \cdot 1,3 \cdot 1,2 = 2,5;$$

$$P_z = (K \cdot M_{кр}) / (0.2 \cdot d_2) = (2.5 \cdot 4.69) / (0.2 \cdot 0.018) = 3257 \text{ Н}$$

Відповідно до ГОСТ 9061-68 попередньо до цього будемо приймати гвинтовий механізм с М6х2.5, що буде утворювати силу закріплення $[W]=19600 \text{ Н}$. В даному випадку умови виконуються .

ВИСНОВКИ

При виконанні дипломного проекту зроблено наступне :

- проведено технологічний контроль креслення, аналіз використаного матеріалу,
- проведено аналіз службового призначення деталі та визначено класдеталі «Корпус»,
- визначено тип й форма організації виробництва, розраховано розмірпартії одночасно вироблених виробів,
- відпрацьована конструкція деталі «Корпус» на технологічність,
- проведено вибір заготівлі і її техніко-економічне обґрунтування,
- обрано типовий технологічний процес й типові схеми обробки поверхонь та розроблено операційний технологічний процес,
- визначені припуски на механічну обробку, режимі різання,
- розроблено комплект технологічної документації.

ІНФОРМАЦІЙНІ ДЖЕРЕЛА

1. Технологія конструкційних матеріалів та матеріалознавство (обробка металів різанням) В.Л. Пахаренко , М.М. Марчук , О.В. Пахаренко .
2. Мельничук П.П., Боровик А.І., Лінчевський П.А., Петраков Ю.В. Технологія машинобудування / Підручник МОН України, Житомирський державний технологічний університет, Житомир-2005
3. Міренський І.Г. Основи технології машинобудування. Навчальний посібник. – Харків: ХНАМГ, 2007. – 275 с
4. Загальмашинобудівні нормативи часу й режимів різання для нормування робіт виконуваних на універсальних і багатоцільових верстатах зі ЧПК. Частина 1. Нормативи часу.: М.: Економіка. 1990р. - 206с
5. Довідник технолога-машинобудівника В 2-х томах Т2. Під ред. А.Г. Косилової і Р.К. Мещерякова - 4-і изд. перероблене й доповнене - М.: Машинобудування. 1986р. - 497 с.
6. Довідник технолога-машинобудівника в 2-х томах Т1. Під ред. А.Г. Косилової і Р.К. Мещерякова - 4-і изд. перероблене й доповнене - М.: Машинобудування. 1986р. - 655 с.
7. Основи технологій обробки поверхонь деталей машин , В.А. Кирилович П.П. Мельничук , В.А. Яновський .