Херсонський національний технічний університет
(повне найменування вищого навчального закладу)
Інженерії та транспорту
(повне найменування інституту, назва факультету (відділення)
Автоматизації, робототехніки і мехатроніки
(повна назва кафедри (предметної, циклової комісії)

Пояснювальна записка

до кваліфікаційної роботи бакалавра

Бакалавр
(освітньо-кваліфікаційний рівень)

на тему « **КОНСТРУКТОРСЬКО-ТЕХНОЛОГІЧНА ПІДГОТОВКА ВИГОТОВЛЕННЯ ДЕТАЛІ«КРИШКА СЕРЕДНЯ»**

Виконав: студент 4 курсу, групи 4ІМ

спеціальності

131 – Прикладна механіка
(шифр і назва напряму підготовки, спеціальності)

Малихін І.В.
(прізвище та ініціали)

Керівник Сімінченко І.П.
(прізвище та ініціали)

Рецензент_____
(прізвище та ініціали)

Херсон - 2025 р.

Херсонський національний технічний університет
(повне найменування вищого навчального закладу)

Інститут, факультет, відділення_____Інженерії та транспорту_____
Кафедра, циклова комісія ___Автоматизації, робототехніки і мехатроніки__
Освітньо-кваліфікаційний рівень_____Бакалавр_____
Напрям підготовки _____
(шифр і назва)
Спеціальність _ 131 – Прикладна механіка_____
(шифр і назва)

ЗАТВЕРДЖУЮ
Зав. кафедри_____
_____ І.А. Сєліверстов
“____” _____20___року

З А В Д А Н Н Я

НА ДИПЛОМНИЙ ПРОЄКТ (РОБОТУ) СТУДЕНТУ

МАЛИХІНУ ІВАНУ ВАСИЛЬОВИЧУ
(прізвище, ім’я, по батькові)

1. Тема проєкту (роботи) **КОНСТРУКТОРСЬКО-ТЕХНОЛОГІЧНА ПІДГОТОВКА ВИГОТОВЛЕННЯ ДЕТАЛІ«КРИШКА СЕРЕДНЯ»**
Керівник проєкту Сімінченко Ігор Павлович, старший викладач
(прізвище, ім’я, по батькові, науковий ступінь, вчене звання)

Затверджено наказом вищого навчального закладу від 12.01.2025 р. № 42-с
2. Строк подання студентом проєкту (роботи)____Червень 2025 року____
3. Вихідні дані до проєкту (роботи) _креслення деталі , програма випуску
_____
_____
4. Зміст розрахунково-пояснювальної записки (перелік питань, які потрібно розробити) 1._____
_____
_____
_____
5. Перелік графічного матеріалу (з точним зазначенням обов’язкових креслень)
_____Ілюстративний матеріал _____

6. Консультанти розділів проєкту (роботи)

Розділ	Прізвище, ініціали та посада консультанта	Підпис, дата	
		завдання видав	завдання прийняв
Технологічна частина	Сімінченко Ігор Павлович, ст. викладач		
Конструктор-ська частина	Сімінченко Ігор Павлович, ст. викладач		

7. Дата видачі завдання 04.02.2025р.

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

№ з/п	Назва етапів дипломного проєкту (роботи)	Строк виконання етапів проєкту (роботи)	Примітка
1.	Технологічні розрахунки	Травень 2025р.	
2.	Конструкторські розрахунки.	Червень 2025р.	
3.	Оформлення ілюстративного матеріалу.	Червень 2025р.	
4.	Оформлення пояснювальної записки.	Червень 2025р.	

Студент _____ **Малихін І.В..**
(підпис) (прізвище та ініціали)

Керівник проєкту (роботи) _____ **Сімінченко І.П.**
(підпис) (прізвище та ініціали)

РЕФЕРАТ

Робота присвячена розробці конструкторсько-технологічної підготовки виготовлення деталі «Кришка середня», яка є важливим елементом вузла фіксації обертального або поступального руху в складальних одиницях машинобудівного обладнання. У роботі проведено аналіз службового призначення деталі, її умов роботи, обґрунтовано вибір конструкційного матеріалу, який забезпечує необхідні механічні властивості та технологічність обробки.

Кваліфікаційна робота бакалавра Малихіна Івана Васильовича на тему«КОСТРУКТОРСЬКО-ТЕХНОЛОГІЧНИЙ ПРОЦЕС ВИГОТОВЛЕННЯ ДЕТАЛІ«КРИШКА СЕРЕДНЯ ».

Розроблено маршрут обробки основних поверхонь деталі з визначенням припусків і режимів різання для токарної та свердлильної операцій. Проведено обґрунтований вибір верстатного обладнання з числовим програмним керуванням, а також підбір ріжучого інструменту для досягнення необхідної точності та якості обробки. Запропоновано конструкцію пристосування для жорсткої фіксації заготовки під час обробки, виконано розрахунок сили затиску та установчої похибки.

Дипломна робота містить графічну частину, що включає креслення деталі, технологічного маршруту та ескізи пристосувань. Розрахунковий та технологічний підходи до організації виробництва дозволяють забезпечити якісне та економічно ефективне виготовлення деталі «Кришка середня».

Пояснювальна записка містить:

аркушів - 62

рисунків - 16

Ілюстративний матеріал - 4 листів формату А4.

ЗМІСТ

ВСТУП 6

1. Технологічна частина

1.1. Аналіз службового призначення та умов роботи деталі 7

1.2. Аналіз вибору конструкційного матеріалу 8

1.3. Визначення типу виробництва 9

1.4. Проєктування конструкції заготовки 12

1.5. Обґрунтування вибору технологічних баз 14

1.5.1 Вибір загальних технологічних баз 14

1.5.2 Вибір баз для першої обробки 15

1.6 Розробка технологічного маршруту обробки 16

1.7. Вибір верстатного обладнання та ріжучого інструменту 18

1.8 . Розрахунок припусків на обробку 25

1.9. Визначення режимів різання 27

1.10. Осьовий іструмент для обробки отворів 35

2. Конструкторська частина

2.1. Проєктування пристрою для закріплення деталі 45

2.2 Розрахунок пристрою на точність базування 47

2.3. Розрахунок сили закріплення заготовки 48

3.Охорона праці 50

Висновки 54

Список використаної літератури 56

Додатки 57

ВСТУП

Сучасне машинобудування вимагає високого рівня автоматизації та точності при виготовленні деталей, що є складовими частинами різноманітних вузлів і механізмів. Одним із важливих етапів на шляху до забезпечення якості продукції є грамотна конструкторсько-технологічна підготовка виробництва, яка включає аналіз призначення деталі, вибір матеріалу, способу виготовлення заготовки, обґрунтування технологічного процесу, підбір обладнання та інструменту.

Деталь «Кришка середня» виконує функцію фіксації та захисту внутрішніх елементів механізму від зовнішнього середовища, а також забезпечує осьове позиціювання вала у вузлі з підшипниковою опорою. Саме тому до її виготовлення висуваються високі вимоги щодо точності, міцності, герметичності та зносостійкості.

Метою даної кваліфікаційної роботи є розробка повного технологічного процесу виготовлення деталі «Кришка середня», що включає створення технічної документації, вибір оптимального способу отримання заготовки, розрахунок припусків, режимів різання, обґрунтування вибору технологічних баз, інструментів та обладнання. Також значну увагу приділено проєктуванню пристосування для надійного закріплення заготовки під час обробки.

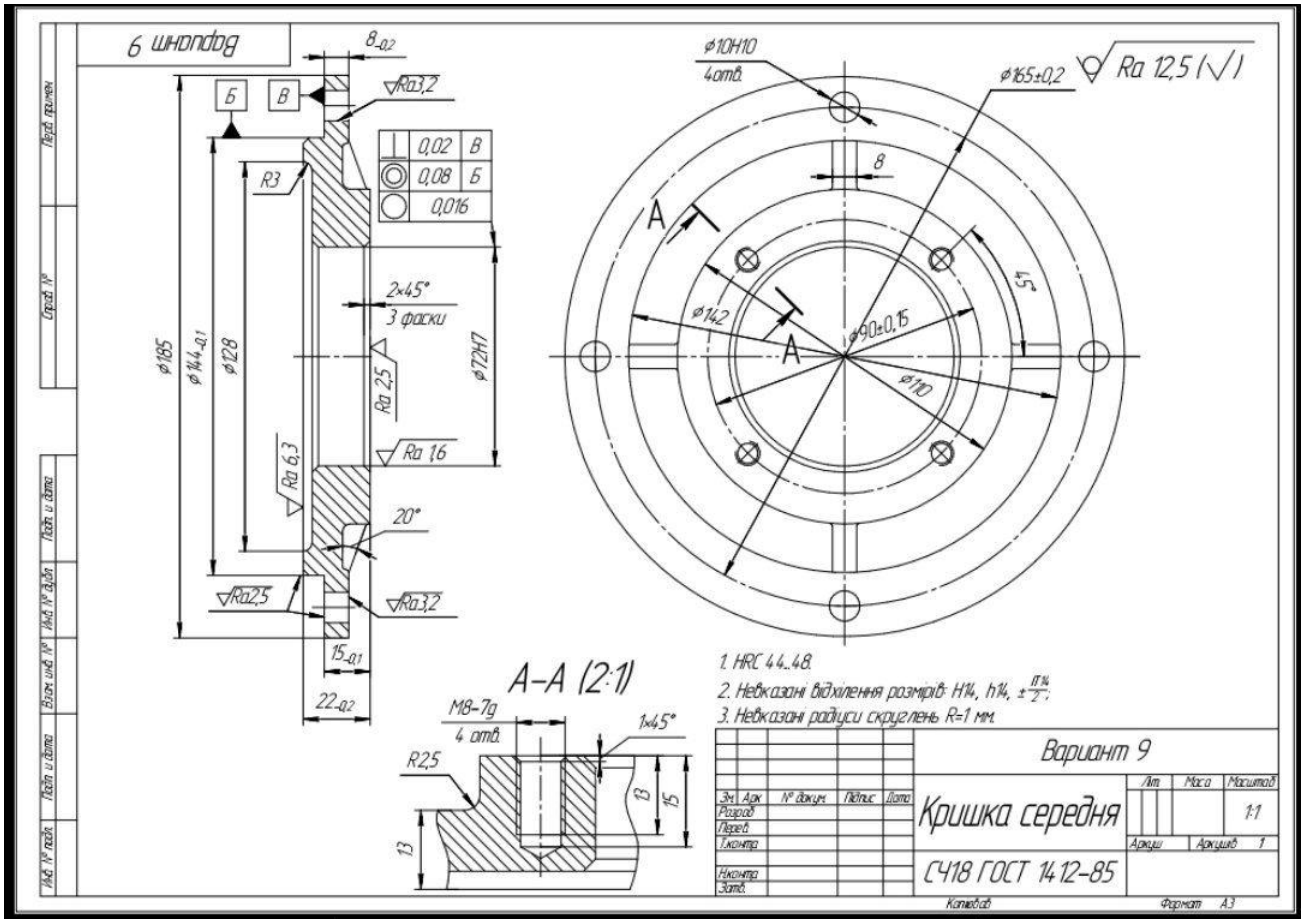
У роботі використано сучасні методи технологічного проєктування з урахуванням можливостей числового програмного керування (ЧПК), що дозволяє підвищити точність і продуктивність обробки. Всі технічні рішення базуються на діючих стандартах, довідникових даних, а також рекомендаціях виробників інструменту та обладнання.

Таким чином, дана кваліфікаційна робота спрямована на створення ефективного, економічно обґрунтованого та технологічно доцільного процесу виготовлення деталі, що дозволить забезпечити її високу якість і відповідність вимогам сучасного машинобудівного виробництва.

РОЗДІЛ 1 ТЕХНОЛОГІЧНА ЧАСТИНА

1.1.Аналіз службового призначення та умов роботи деталі у вузлі

Деталь «кришка середня» використовується для обмеження осьового переміщення валу, що розміщений на підшипниках в виробі, за рахунок створення деякого натягу чи гарантованого осьового зазору між торцем зовнішнього кільця підшипника і торцем кришки. Зокрема кришки використовують для щільного притискання різних отворів і щілин з метою ізоляції від навколишнього середовища.



(рис.1)

Можливі застосування:(конструкція деталі представлена на рис.1)

- машини та обладнання: як частина промислового обладнання для покриття та захисту внутрішніх компонентів.

- автомобільна: в транспортних засобах, можливо, як частина вузла двигуна чи інших механічних систем.
- аерокосмічна промисловість: може використовуватися в аерокосмічній галузі, де потрібні точні механічні компоненти.
- виробниче обладнання: як частина інструментів або виробничого обладнання

Деталь виглядає як круглий механічний компонент із декількома деталізованими функціями, зокрема отворами, фасками, різьбою та специфічною обробкою поверхні. На кресленні подано як вид зверху, так і розріз, щоб повністю проілюструвати його розміри та характеристики.

1.2 Аналіз вибору конструкційного матеріалу

Заготовка деталі виготовлена з матеріалу чавун сірий (СЧ18 ГОСТ 1412-85),твердість: HRC 44-48

Цей матеріал здатний забезпечити довготривалу роботу в заданих умовах експлуатації. Деталі з сірого чавуну мають малу чутливість до впливу зовнішніх концентраторів напруги при циклічних навантаженнях і вищий коефіцієнт поглинання коливань при вібраціях деталей (у 2–4 рази вище, ніж в сталі).

Наявність графіту покращує умови змащування при терті, що підвищує антифрикційні властивості чавуну. Сірі чавуни мають відмінні ливарні властивості, що забезпечує виготовлення якісних заготовок та добре оброблюються лезовими різальними інструментами, що обумовлює високу продуктивність їх оброблення різанням.

Хімічний склад та механічні властивості указані в таблицях №1- 2

(таблиця №1)

Властивість	Значення
Границя міцності на розтяг (ов),МПа	180
Границя міцності на стиск, МПа	600-800

Твердість (НВ)	160-190
Модуль пружності(Е),ГПа	80-120
Ударна вязкість,Дж/см(2)	0,5-1,0
Коефіцієнт лінійного розширення,1/градуси целісія	(10-12)х10(-6)

У цілому спостерігається закономірність, чим менше графіту, дрібніше і сприятливішими за розподілом його включення, дисперсні перліт, дрібніше евтектичну зерно, тим вище його властивості. Однак якщо σв, Т-1, тв, ψ залежать як від графіту, так і металевої основи, то Е - головним чином від графіту, а НВ - майже повністю від структури металевої основи. Мала чутливість сірого чавуну до надрізів ілюструється такими даними по опору втоми чавуну при вібрації

(таблиця №2)

Елемент	Вміст,%
Вуглець(С)	2,9-3,6
Кремній (Si)	1,2-2,5
Марганець(Mn)	0,5-1,0
Сірка (S)	0,15
Фосфор (Р)	0,3

1.3 Визначення типу виробництва

Визначення типу виробництва — це важливий етап підготовки до виготовлення деталі, зокрема кришки середньої. Саме від типу виробництва залежать вибір технологічного обладнання, організація процесу, а також економічна доцільність усього виробничого циклу.

Тип виробництва обирається з урахуванням таких факторів, як:

- **Кількість продукції, що виготовляється, у даному випадку —** 1000 одиниць на рік.
- **Ступінь стандартизації конструкції деталі.**

- **Вимоги до точності та якості обробки поверхонь.**
- **Можливість автоматизувати технологічні операції.**

Відповідно до загальноприйнятої класифікації, виробництво може бути одиничним, дрібносерійним, серійним або масовим. Річний обсяг у 1000 штук дозволяє зробити висновок, що оптимальним варіантом буде дрібносерійне або серійне виробництво, при цьому середньосерійний тип найкраще відповідає потребам проєкту.

Основні характеристики середньосерійного виробництва:

- Застосування універсальних верстатів і стандартних інструментів.
- Можливість швидкої адаптації технологічного процесу без значних витрат.
- Використання числового програмного керування (ЧПК) для досягнення більшої точності та скорочення часу обробки.

Отже, враховуючи плановий обсяг випуску, виробництво кришки середньої найдоцільніше організовувати як середньосерійне, що забезпечить ефективне поєднання точності, гнучкості та економічної вигоди.

(таблиця №3)

Тип виробництва	Річний обсяг випуску деталей одного найменування, шт		
	легкі, масою до 20 кг	середні, масою 20...30 кг	важкі, масою більше 30 кг
Одиничний	до 100	до 10	1...5
Малосерійний	101...500	11...200	6...100
Середньо серійний	501...5000	**201...1000**	101...300
Велико серійний	5001...50000	1001...5000	301...1000
Масовий	більше 50000	більше 5000	більше 1000

У серійному виробництві відзначається регулярне повторення технологічних операцій та виготовлення однотипних деталей у встановлених обсягах протягом визначеного періоду. Цей тип виробництва передбачає застосування спеціалізованого устаткування та автоматизованих систем контролю якості, що сприяє зростанню продуктивності й скороченню матеріальних втрат.

При виготовленні кришки середньої саме серійний підхід може виявитися економічно виправданим, оскільки дозволяє значно зменшити витрати та забезпечити високий рівень точності завдяки ретельному контролю обробки. Одним із ключових показників, що впливають на класифікацію типу виробництва, є коефіцієнт закріплення операцій (Кзо) — він відображає кількість різних технологічних дій, що виконуються на одному робочому місці. Для дрібносерійного виробництва типовим є Кзо в межах 10–20, що потребує застосування універсального обладнання. Натомість у серійному виробництві Кзо нижчий, оскільки операції чітко розподіляються між вузькоспеціалізованими робочими зонами.

Також важливо враховувати можливість застосування гнучких виробничих систем (ГВС) та верстатів із числовим програмним керуванням (ЧПК). Їх використання дозволяє:

- знизити трудомісткість технологічного процесу;
- скоротити час на переналаштування обладнання;
- досягти високої точності та стабільності розмірів виробу.

Це особливо актуально для середньо серійного та серійного виробництва, де важливо поєднати економічність і якість.

Ще один аспект — організація контролю якості. У дрібносерійному виробництві перевага надається контролю вхідної сировини та ручному міжопераційному контролю. У серійному ж виробництві застосовуються автоматизовані системи контролю, які забезпечують стабільність параметрів і зменшують вплив людського чинника.

У підсумку, враховуючи обсяг випуску, технічні вимоги й доступне обладнання, було зроблено висновок, що найдоцільнішим є застосування середньо серійного типу виробництва з елементами серійної організації. Такий підхід дозволяє досягти:

- ✓ гнучкості процесу;
- ✓ ефективного використання обладнання;
- ✓ зниження витрат;
- ✓ адаптивності до змін без значних інвестицій у переоснащення.

Це особливо важливо для збереження конкурентоспроможності продукції на сучасному ринку.

1.4 Проектування конструкції заготовки

Розробка заготовки — один з основних кроків підготовки до виробництва, оскільки саме на цьому етапі визначається форма й розміри напівфабрикату, які прямо впливають на собівартість деталі, ефективність механічної обробки та підсумкову якість готової продукції.

Для виготовлення кришки середньої необхідно забезпечити, щоб заготовка відповідала всім вимогам щодо точності, технологічності та механічної міцності. Це дозволяє знизити кількість відходів і скоротити час обробки.

Розгляд методів лиття

У ливарному виробництві існують різні технології створення заготовок, серед яких були проаналізовані:

1. Лиття у піщано-глинисті форми

Цей спосіб широко застосовується для відливок із сірого чавуну. Його суть полягає у створенні одноразової форми з суміші піску, глини та води.

Переваги методу:

- Виготовлення виробів будь-якої геометрії завдяки гнучкості формування.
- Невисока вартість матеріалів і можливість їх повторного використання.

- Можливість як одиничного, так і серійного виробництва.
- Висока якість відливок за умови дотримання технологічних параметрів.

Недоліки:

- Потрібна додаткова обробка поверхонь для досягнення високої точності.

2. Лиття по виплавлюваних моделях

Цей варіант базується на використанні моделей з матеріалів, що легко плавляться (віск, пінополістирол), які потім замінюються металом після створення керамічної форми.

Ключові етапи:

- Виготовлення воскової моделі.
- Формування оболонки з вогнетривкої маси.
- Виплавлення воску та випалювання.
- Заливка металу й охолодження.
- Вилучення оболонки та остаточна обробка.

Плюси:

- Висока точність і якість поверхні відливки.
- Мінімальні витрати на механічну обробку.

Мінуси:

- Висока вартість і складність технології.
- Менш ефективний для масового виготовлення простих деталей.

Після аналізу переваг і недоліків обрано метод лиття у піщано-глинисті форми як найбільш доцільний варіант. Цей підхід забезпечує баланс між якістю, вартістю і технологічною простотою, дозволяючи зменшити припуски на обробку та загальні витрати.

Основні принципи проєктування заготовки:

- **Габаритні розміри**: повинні бути оптимальними для економного використання матеріалу та надання достатнього припуску на обробку.

- **Форма**: має відповідати контуру готової деталі, враховуючи технічні вимоги.
- **Товщина стінок**: забезпечує міцність, не допускаючи перевитрати матеріалу.
- **Ливарні нахили та припуски**: спрощують процес витягування відливки з форми та наступної обробки.

Окрему увагу приділяють визначенню припусків, необхідних для подальшої обробки. Вони залежать від точності лиття та дозволяють досягти заданих параметрів з мінімальними витратами ресурсів.

Додаткові фактори, які враховуються:

- **Розміщення ливникових каналів** має забезпечити рівномірне заповнення форми й уникнення дефектів (тріщин, пористості).
- **Процеси охолодження та термообробки** впливають на структуру та міцність матеріалу.
- **Зручність обробки:** форма заготовки повинна дозволяти її надійне базування та фіксацію під час механічної обробки.

Метод піщано-глинистого лиття вимагає врахування структури стінок, плавності переходів і розміщення ребер жорсткості, що гарантує рівномірне охолодження та мінімізацію внутрішніх напружень. Це зменшує ризик деформацій і забезпечує стабільність форми в процесі експлуатації.

1.5 Обгрунтування вибору баз для технологічного процесу

Вибір опорних баз для обробки є ключовим елементом у формуванні технологічного процесу виготовлення кришки середньої, адже саме від правильно організованого базування залежить точність виготовлення, сталість геометричних параметрів і загальна якість деталі.

Під базуванням мається на увазі спосіб орієнтації та фіксації заготовки під час усіх технологічних операцій на верстатах або у пристосуваннях.

Грамотний підбір технологічних баз забезпечує зменшення похибок і точне дотримання розмірів згідно з кресленням.

Основні критерії вибору баз:

- Точне взаємне розміщення поверхонь, що обробляються;
- Жорстка фіксація заготовки для уникнення зміщень під час обробки;
- Доступність усіх зон обробки для ріжучого інструменту;
- Зменшення похибок при повторному встановленні деталі;
- Оптимізація виробничого процесу через уніфіковану систему базування.

У практиці виробництва кришки реалізується принцип постійної технологічної бази — тобто однакові опорні поверхні використовуються на всіх етапах обробки. Такий підхід мінімізує похибки переустановлення і забезпечує високу точність при фінальній обробці.

Обладнання для базування

Залежно від складності обробки й вимог до точності використовуються:

- **Універсальні пристрої**, які забезпечують міцну фіксацію без деформації;
- **Спеціалізовані пристосування** з точними напрямними, що застосовуються для операцій із підвищеними вимогами до точності.

Правильний вибір і застосування технологічних баз:

- Скорочує обсяги припусків;
- Зменшує ймовірність браку;
- Підвищує продуктивність обробки;
- Забезпечує стабільну відповідність продукції технічним умовам.

Таким чином, грамотна організація базування у процесі виготовлення кришки середньої дозволяє досягти високої точності, стабільності параметрів і якості готової деталі, що є визначальним чинником конкурентоспроможності продукції.

1.6 Розробка технологічного маршруту обробки

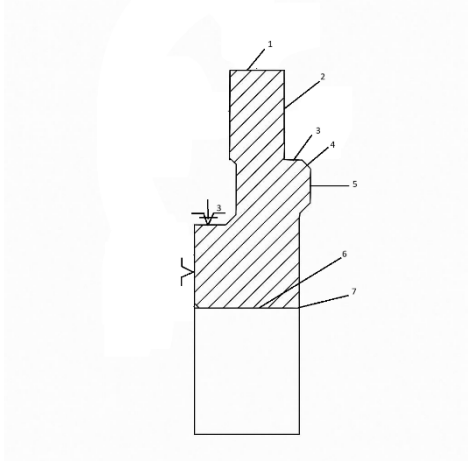
Розробка технологічного маршруту виготовлення кришки середньої відіграє вирішальну роль у досягненні високої якості продукції, точності геометричних параметрів та ефективного використання виробничих ресурсів. Чітке планування етапів обробки дозволяє суттєво скоротити витрати, раціоналізувати послідовність технологічних операцій і забезпечити відповідність готової деталі всім заданим технічним характеристикам.

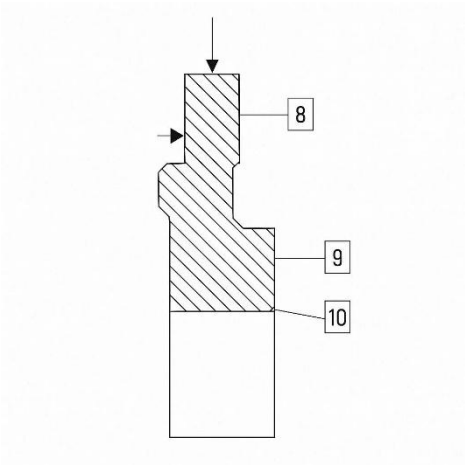
Процес виготовлення включає кілька ключових етапів:

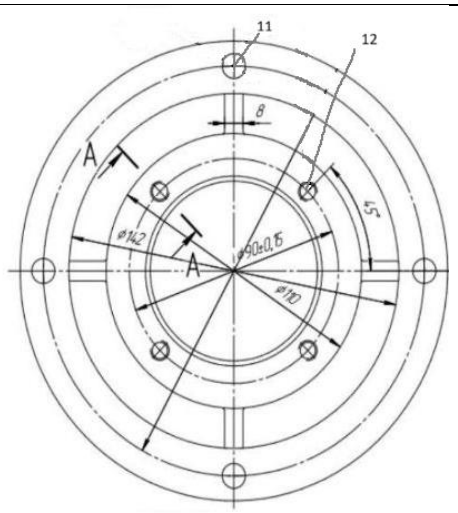
1. Формування заготовки;
2. Механічна обробка з урахуванням припусків;
3. Контроль параметрів якості (розмірів, шорсткості тощо);
4. Завершальні операції (очищення, маркування, упаковка тощо).

Головна мета проєктування технологічного процесу — гарантувати **стабільність геометричних розмірів, високу точність обробки та мінімальні втрати на кожному етапі виробництва,** що в підсумку забезпечує конкурентоспроможність готової продукції

(таблиця №4)

Назва операції	Операційний ескіз	Обладнання,інструмент
Токарна обробка Зажимаємо заготовку в трьохкулачковий патрон,з упором, обробляємо поверхні(1,2,3,4,5,6,7)витримуючи розміри задані на кркесленні		ЧПУ-токарний верстат (HAAS ST-20Y) Різець зі змінною пластиною (ISO P30 для чавуну) Відрізний різець для чорнового обточування

Токарна обробка Зажимаємо заготовку в трьохкулачковий патрон з упором та обробляємо поверхні(8,9,10) витримуючи задані розміри.		Чистовий токарний різець ISO P10 Різець для нарізання фасок

3)Свердління отворів та нарізання різьби a)Закріплення деталі на столі за допомогою Т-подібних пазів b)Центрування отворів за допомогою ЧПУ c)Свердління отворів діаметром 10H10 d)Свердління отворів (11) діаметром 6,8 мм для нарізання різьби M8 i)Нарізання різьби(12) мітчиком M8-7g f)контроль розмірів та відпоівдності отворів		Центрувальне свердло діаметром 4мм Свердло діаметром 8мм для попереднього отвору Свердло діаметром 10мм (H10) Мітчик м8-7g для нарізання різьби

1.7 Короткий опис вибору верстатного обладнання

У сучасному машинобудуванні вибір обладнання для виготовлення деталей безпосередньо впливає на якість, точність та ефективність виробничого процесу. Для виготовлення деталі "Кришка середня" необхідно провести токарну та свердлильну обробку, що вимагає використання високоточного обладнання з числовим програмним керуванням (ЧПК).

- Вибір верстатів ґрунтувався на таких критеріях:
- Висока точність і жорсткість конструкції.
- Можливість автоматизації та використання ЧПК.
- Відповідність вимогам до розмірів і чистоти поверхні.
- Оптимізація технологічного процесу для мінімізації переналагоджень.

На основі цих вимог було обрано такі верстати:

1. HAAS ST-20Y – для токарної обробки.

2. DMG MORI CMX 1100 V – для свердлильної обробки.

Обґрунтування вибору верстатів

1. Токарний верстат HAAS ST-20Y (рис.2)

Цей верстат є одним із найкращих рішень для точного токарного оброблення, оскільки поєднує високу продуктивність, жорсткість та точність.

Основні характеристики:

Діапазон обробки: максимальний діаметр обробки – 381 мм, максимальна довжина – 533 мм.

Шпиндель: 4000 об/хв, потужність двигуна – 14,9 кВт.

Точність: повторюваність ±0,005 мм.

Привідний інструмент: дозволяє виконувати фрезерні операції без додаткового обладнання.

Переваги:

- ✓ Висока точність обробки (відповідає квалітетам 6-7).
- ✓ Можливість виконання складних токарних та фрезерних операцій на одному верстаті.
- ✓ Система автоматичної зміни інструменту.

Чому саме HAAS ST-20Y?

Він забезпечує якісну токарну обробку деталі "Кришка середня", дозволяючи мінімізувати припуски, досягти необхідної точності та забезпечити високу продуктивність.

2. Свердлильний верстат DMG MORI CMX 1100 V (рис.3)

Для виконання свердлильних і різьбонарізних операцій обрано DMG MORI CMX 1100 V – сучасний вертикальний обробний центр.

Основні характеристики:

Робочий стіл: 1100×560 мм.

Шпиндель: 12 000 об/хв, потужність двигуна – 15 кВт.

Точність: ±0,004 мм.

Кількість інструментів у магазині: 30.

Переваги:

- ✓ Висока швидкість свердління та нарізання різьби.
- ✓ Автоматичний інструментальний магазин.
- ✓ Висока жорсткість конструкції, що знижує вібрацію при свердлінні.

Чому саме DMG MORI CMX 1100 V?

Цей верстат забезпечує високу точність отворів та різьби, дозволяє автоматизувати процеси і працювати зі складними контурами, що критично для виготовлення "Кришки середньої".

Висновки

Обрані верстати HAAS ST-20Y та DMG MORI CMX 1100 V дозволяють виконати всі необхідні технологічні операції з високою точністю та продуктивністю. Їх застосування забезпечує:

- ✓ Мінімізацію похибок та відповідність кресленням.
- ✓ Скорочення часу на переналагодження.
- ✓ Високу якість поверхні та точність отворів.

Таким чином, запропоноване обладнання є оптимальним рішенням для виготовлення деталі "Кришка середня" у сучасному виробництві.

Детальний опис інструментів для токарного чистового точіння отвору Ø72H7 та чистового свердління отвору Ø10H10.

Інструмент для токарного чистового точіння Ø72H7(рис.4)

(рис.4)

Вибір інструмента

Для чистового точіння внутрішнього отвору Ø72H7 на токарному верстаті Haas ST-20Y використовується розточний різець з твердосплавною пластиною.

Характеристики інструмента

Тип: Розточний різець з твердосплавною пластиною

Матеріал ріжучої частини: Твердий сплав (карбід вольфраму)

Форма пластини: Трикутна або ромбічна (наприклад, типи CCMT, DCMT, TCMT)

Кріплення: Механічне кріплення пластин

Відомості про твердосплавні різці: твердосплавні пластини виготовляються з карбіду вольфраму (WC) з додаванням кобальту для підвищення міцності.

Переваги твердосплавних пластин:

- ✓ Висока стійкість до зношування
- ✓ Можливість обробки на високих швидкостях
- ✓ Гарна якість поверхні

Види розточних різців:

- ✓ Монолітні розточні різці – цільні, з твердого сплаву
- ✓ З механічним кріпленням пластин – змінні пластини дозволяють швидко замінювати ріжучу частину
- ✓ Віброоптимізовані різці – використовуються для глибоких отворів

Використання

- ✓ Розточні різці застосовуються для:
- ✓ Точіння внутрішніх отворів
- ✓ Розточування з високою точністю (до H7)
- ✓ Обробки загартованих і складнооброблюваних матеріалів

Інструмент для свердління Ø10H10

Вибір інструмента (рис.5)

(рис.5)

Для чистового свердління отвору Ø10H10 у сірому чавуні на верстаті DMG MORI CMX 1100V використовується твердосплавне свердло.

Характеристики інструмента

- ✓ Тип: Твердосплавне свердло
- ✓ Матеріал ріжучої частини: Твердий сплав (карбід вольфраму)
- ✓ Покриття: TiAlN, TiN (для покращення зносостійкості)
- ✓ Конструкція: Двохлезове або багатолезове свердло
- ✓ Відомості про твердосплавні свердла
- ✓ Твердосплавні свердла виготовляють з WC-Co (карбід вольфраму з кобальтовою зв'язкою), що забезпечує високу твердість.

Переваги твердосплавних свердел:

- Висока продуктивність і швидкість обробки
- Довговічність ріжучої частини
- Висока точність отворів (до H10)

Види свердел:

- Монолітні твердосплавні свердла – високоточні, з гарною жорсткістю
- Свердла зі змінними пластинами – дозволяють змінювати ріжучі елементи
- Гвинтові свердла – забезпечують ефективний вивід стружки
- Свердла з центральним отвором для охолодження – використовуються для глибокого свердління

Використання

- Твердосплавні свердла застосовуються для:
- Чистового свердління отворів з високою точністю
- Обробки твердих та абразивних матеріалів
- Високошвидкісної обробки

Ці інструменти забезпечать точну та якісну обробку отворів Ø72H7 та Ø10H10 відповідно до заданих вимог.

1.8 Визначння припусків для технологічних переходів виготовлення деталі

У процесі виготовлення деталей машин і механізмів одним із важливих етапів є визначення припусків на механічну обробку. Припуск – це шар матеріалу, що видаляється з поверхні заготовки для отримання необхідної точності та якості поверхні.

Проведемо розрахунок припусків табличним методом на отвір діаметром 72H7

МОП	Припуск, мм	Розрахунковий розмір, мм	Допуск, мм	d-min	d-max	Z-min	Z-max
Заготовка	1,5	66	3000	64,5	67,5		
Чорнове розточування	1,5	69,5	740	69	69,74	2,19	4,5
напівчистове розточування	0,75	71	74	71	71,074	1,334	2
Чистове розточування	0,5	72	30	72	72,03	0,956	1

Розрахунок припусків за діаметром 144-0,1

МОП	Припуск, мм	Розрахунковий рзмір, мм	Допуск, мм	d-min	d-max	Z-min	Z-max
Чорнове точіння	3,0	147,0	0,8	146,2	147,8	3,0	3,8
Чистове точіння	1,0	145,0	0,5	144,5	145,5	1,0	1,5

На інших поверхнях проводимо розрахунок припусків аналогічно.

Обґрунтування припусків

При визначенні припусків враховуються такі фактори:

1. Матеріал заготовки – сталь СЧ18 (ГОСТ 1412-85), що має середню оброблюваність.
2. Метод отримання заготовки – лиття, що забезпечує певні відхилення форми та розмірів.
3. Вимоги до точності – номінальні розміри отвору Ø144 мм, квалітет 18-17.
4. Шорсткість поверхні після обробки – до Ra 2,5 мкм.
5. Технологічні можливості верстатів ЧПК – високоточне обладнання дозволяє зменшити припуски, оптимізуючи процес.

Загальний припуск на механічну обробку становить 3 мм, що розподіляється між чорновим та чистовим розточуванням.

Розподіл припусків між операціями

Припуски розподіляються відповідно до технологічного процесу, щоб забезпечити поступове зменшення похибок та досягнення необхідної якості поверхні:

Таким чином, на чорнове розточування припадає ≈70% загального припуску, а на чистове – решта 30%. Це дозволяє ефективно видалити основні дефекти після лиття та досягти необхідної точності.

Контроль розмірів та точності

Для забезпечення відповідності кресленням використовується система контролю розмірів:

- Після чорнової обробки проводиться вимірювання отвору мікрометром або нутроміром для перевірки правильності припуску.
- Фінішна операція передбачає контроль за допомогою калібрів-пробок або координатно-вимірювальних машин.
- Додатково необхідно враховувати температурні впливи, які можуть викликати теплове розширення матеріалу.

Висновки

1. Розраховані припуски для механічної обробки деталі "Кришка середня" забезпечують:
2. Достатню товщину матеріалу для усунення дефектів лиття.
3. Оптимальне співвідношення між чорновою та чистовою обробкою.
4. Досягнення необхідної точності та шорсткості.
5. Мінімізацію витрат на механічну обробку та контроль якості.
6. Застосування сучасного обладнання з ЧПК дозволяє оптимізувати процес і гарантувати стабільність отриманих розмірів, що є критично важливим для масового та серійного виробництва.

1.9 Визначення режимів різання

Визначення режимів різання для обробки деталі "Кришка середня"

Режими різання відіграють ключову роль у забезпеченні ефективності та якості механічної обробки. Вони визначають продуктивність, довговічність ріжучого інструменту та якість поверхні оброблюваної деталі.

Для деталі "Кришка середня" були розраховані режими різання для токарної (розточування) та свердлильної обробки.

Обґрунтування вибору режимів різання

При визначенні оптимальних режимів різання враховуються такі фактори:

1. Матеріал заготовки – сталь СЧ18 (ГОСТ 1412-85), що має середню оброблюваність.
2. Тип обробки – чорнове та чистове розточування, свердління.
3. Властивості ріжучого інструменту – твердосплавні пластини для токарної обробки, швидкорізальна сталь для свердління.
4. Точність обробки – до IT7, шорсткість Ra 2,5 мкм.
5. Можливості верстатів ЧПК – стабільність подачі, дотримання розрахованих параметрів.

Режими різання:

Розрахунок режимів різання для чистового точіння отвору Ø72H7 у сірому чавуні на токарному верстаті HAAS ST-20Y.(Табличний метод)

1. Вхідні дані

Діаметр отвору (D): 72 мм

Матеріал: Сірий чавун

Станок: HAAS ST-20Y

Припуск на чистове точіння: 0,5 мм

Допуск: 30 мкм (0,03 мм)

Різець: Твердосплавний

2. Розрахунок частоти обертання шпинделя (n)

Частота обертання визначається за формулою:

$$n = \frac{1000 * V_c}{\pi * D}$$

Розшифровка:

– частота обертання шпинделя, n - об/хв

– швидкість різання,V_c- м/хв (з довідників для чавуну: 150 м/хв)

– діаметр отвору, D - мм (72 мм)

– математична константа ($\pi \approx 3.14$)

1000 – коефіцієнт для переведення міліметрів у метри

Обчислення:

$$n = \frac{1000 * 150}{3{,}14 * 72} = \frac{150000}{226{,}08} \approx 663$$

3. Вибір подачі (f)

Подача залежить від матеріалу та точності обробки.

Для чистового точіння сірого чавуну твердосплавним різцем рекомендується 0.06 – 0.12 мм/об.

Обираємо f = 0.08 мм/об для забезпечення чистої поверхні.

4. Розрахунок швидкості подачі (V_f)

Швидкість подачі розраховується за формулою:

$$V_f = n * f$$

Розшифровка:

– швидкість подачі, мм/хв

– частота обертання шпинделя, об/хв (663 об/хв)

– подача, мм/об (0.08 мм/об)

Обчислення:

$$V_f = 663 * 0{,}08 = 53{,}04$$

5. Вибір глибини різання (ap)

Глибина різання для чистового точіння визначається припуском.

З таблиці припусків видно, що для чистового проходу задано ap = 0.5 мм.

Підсумкові режими різання:

1. Швидкість різання (Vc): 150 м/хв
2. Частота обертання шпинделя (n): ~663 об/хв
3. Подача на оберт (f): 0,08 мм/об
4. Швидкість подачі (V_f): ~53 мм/хв
5. Глибина різання (ap): 0,5 мм

Ці параметри забезпечать точність та якість обробки отвору Ø72H7 у сірому чавуні.

Розрахунок швидкості та зусилля різання для отвору 72H7

1. Вхідні дані

Діаметр отвору: 72 мм

Швидкість різання:

Формула емпірична для швидкості різання:

V = {C_V}{D^x}

V-швидкість різання, м/хв

Cv-емпіричний коефіцієнт (для чавуну і твердосплавного свердла при чистовому свердлінні: C_V =100C

D — діаметр отвору, мм

x — емпіричний показник для чавуну: x = 0.2x=0.2

V = {100}{72^{0.2}}

V=2.354

4. Обчислимо частоту обертання шпинделя (n):

Формула:

n = {1000 x V}{\π x D}

n = {1000 x 42.47}{3.14 x 72}

{42470}{226.08}=188 об/хв

n ≈188об/хв

Глибина різання: 0,5 мм

Подача: 0,08 мм/об

Матеріал: сірий чавун (з таблиці властивостей: коефіцієнт зусилля різання = 2000 МПа для чистової обробки).

3. Розрахунок зусилля різання

Формула для зусилля різання за Косиловим:

$$P_z = Cp^x f^y D^z$$

P : осьове зусилля різання, Н

C: коефіцієнт зусилля різання для сірого чавуну (2000 МПа або Н/мм²)

p: глибина різання, мм (0,5 мм)

f: подача на оберт, мм/об (0,08 мм/об)

D: діаметр, мм (72 мм)

x, y, z - показники ступеня для глибини різання, подачі та діаметра.

Розрахунок

$$P_z = 2000 * 0{,}5^{0{,}08} 0{,}08^{0{,}75} 72^{0{,}2}$$

$0{,}5^{0{,}08}$ =0,574

$0{,}08^{0{,}75}$ = 0,144

$72^{0{,}2}$ = 2,25

$$P_z = 2000 * 0{,}574 * 0{,}144 * 2{,}25$$

$$P_z = 2000 * 0{,}186 = 372\ H$$

4. Розрахунок потужності різання

Формула:

$$P_r = \frac{P_z}{V_c}(\frac{60}{1000})$$

P_r: потужність різання, кВт

P_z: зусилля різання, Н (372 Н)

V_c: швидкість різання, м/хв (250м/хв)

60 та 1000 – коефіцієнти для переведення одиниць.

Розрахунок

$$P_r = \frac{372}{150}\left(\frac{60}{1000}\right) = \frac{55800}{60000} = 0{,}93$$

Результати

1. Швидкість різання: V=2.354

2. Зусилля різання: $P_z = 372\ H$

3. Потужність різання: $P_r = 0{,}93$ кВт

Ці розрахунки відповідають умовам чистового точіння сірого чавуну на верстаті HAAS ST-20Y

2. Розрахунок режимів різання для чистового свердління отвору Ø 9H14 у сірому чавуні на верстаті DMG MORI CMX 1100V.(Табличний метод)

1. Вхідні дані

Діаметр отвору (D): 9 мм

Матеріал: Сірий чавун

Станок: DMG MORI CMX 1100V

Припуск на чистове свердління (ap): відповідно до таблиці

Ріжучий інструмент: твердосплавне свердло

Швидкість різання (Vc): 80 м/хв (рекомендоване значення для сірого чавуну)

Подача на оберт (f): 0.1 мм/об

2. Розрахунок частоти обертання шпинделя (n)

Частота обертання визначається за формулою:

$$n = \frac{1000 * V_c}{\pi * D}$$

Розшифровка:

– частота обертання шпинделя, n - об/хв

– швидкість різання, V_c - м/хв (80 м/хв)

– діаметр свердла, D - мм (9 мм)

– математична константа ($\pi \approx 3.14$)

1000 – коефіцієнт для переведення міліметрів у метри

Обчислення:

$$n = \frac{1000 * 80}{3{,}14 * 10} = \frac{80000}{31{,}4} \approx 25{,}48$$

3. Розрахунок швидкості подачі (V_f)

Швидкість подачі визначається за формулою:

$$V_f = n * f$$

Розшифровка:

– швидкість подачі, мм/хв

– частота обертання шпинделя, об/хв (2548 об/хв)

– подача на оберт, мм/об (0.1 мм/об)

Обчислення:

$$V_f = 2548 * 0{,}1 = 254{,}8$$

4. Визначення глибини різання (ap)

При свердлінні глибина різання відповідає подачі на один прохід свердла. Якщо глибина отвору значна, рекомендується поетапне свердління з виходом для відведення стружки.

Підсумкові режими різання:

Швидкість різання (Vc): 80 м/хв

Частота обертання шпинделя (n): ~2548 об/хв

Подача на оберт (f): 0,1 мм/об

Швидкість подачі (V_f): ~255 мм/хв

Глибина різання (ap): відповідає глибині отвору, з урахуванням виходів для стружки

Ці режими забезпечать точність та якість отвору Ø9H14 у сірому чавуні.

Розрахунок швидкості та зусилля різання 9H14

1. Вхідні дані

Діаметр отвору: 9 мм

Швидкість різання:

Емпірична формула швидкості різання

V = {C_V}{D^x}

V-швидкість різання, м/хв

Cv-емпіричний коефіцієнт (для чавуну і твердосплавного свердла при чистовому свердлінні: C_V =100C

D — діаметр отвору, мм

x — емпіричний показник для чавуну: x = 0.2x=0.2

V= {100}{9^{0.2}} ≈64.43 м/хв

2. Розрахунок осьового зусилля різання

Формула:

$$P_z = Cp^x f^y D^z$$

P_z: осьове зусилля різання, Н

C : коефіцієнт зусилля різання для чавуну (2000 Н/мм²)

p : глибина різання, мм (0,5 мм)

f : подача на оберт, мм/об (0,1 мм/об)

D : діаметр, мм (9 мм)

Підставимо значення:

$$P_z = 2000 * 0{,}5^{0{,}8}0{,}1^{0{,}75}9^{0{,}2}$$

$0{,}5^{0{,}8}$ =0,574

$0{,}1^{0{,}75}$ =0,178

$9^{0{,}2}$ =1,57

$$P_z = 2000 * 0{,}574 * 0{,}178 * 1{,}57$$

$$P_z = 2000 * 0{,}160 = \ 320$$

3. Розрахунок потужності різання

Формула:

$$P_r = \frac{P_z}{V_c}(\frac{60}{1000})$$

P_r: потужність різання, кВт

P_z: осьове зусилля різання, Н (320 Н)

V_c: швидкість різання, м/хв (1197,3 м/хв)

Розрахунок

$$P_r = \frac{320}{80}\left(\frac{60}{1000}\right) = \frac{25600}{60000} = 0{,}43$$

Результати:

1.Швидкість різання V= 64.43 м/хв

2. Осьове зусилля різання: $P_z = 320\ H$

3. Потужність різання: $P_r = 0{,}43$ кВт

Ці розрахунки відповідають свердлінню отвору Ø9H14 у сірому чавуні на верстаті DMG MORI CMX 1100V.

1.10 Осьовий інструмент для обробки отворів

Для обробки отворів використовують такі ріжучі інструменти:

- свердла;
- зенкери і зенківки;
- розгортки;
- комбіновані інструменти;
- розточний інструмент.

Свердло – осьовий різальний інструмент для утворення отворів в суцільному матеріалі і збільшення діаметра наявного отвору (ГОСТ 25751-83).

У промисловості застосовують свердла: спіральні, перові, одностороннього різання, ежекторні, кільцевого свердління, а також спеціальні комбіновані. Свердла виготовляють з легованої сталі 9ХС, швидкорізальних сталей Р6М5 та ін, і оснащені твердим сплавом ВК6-М, ВК8, ВК10-М та ін

1. Перові свердла

3

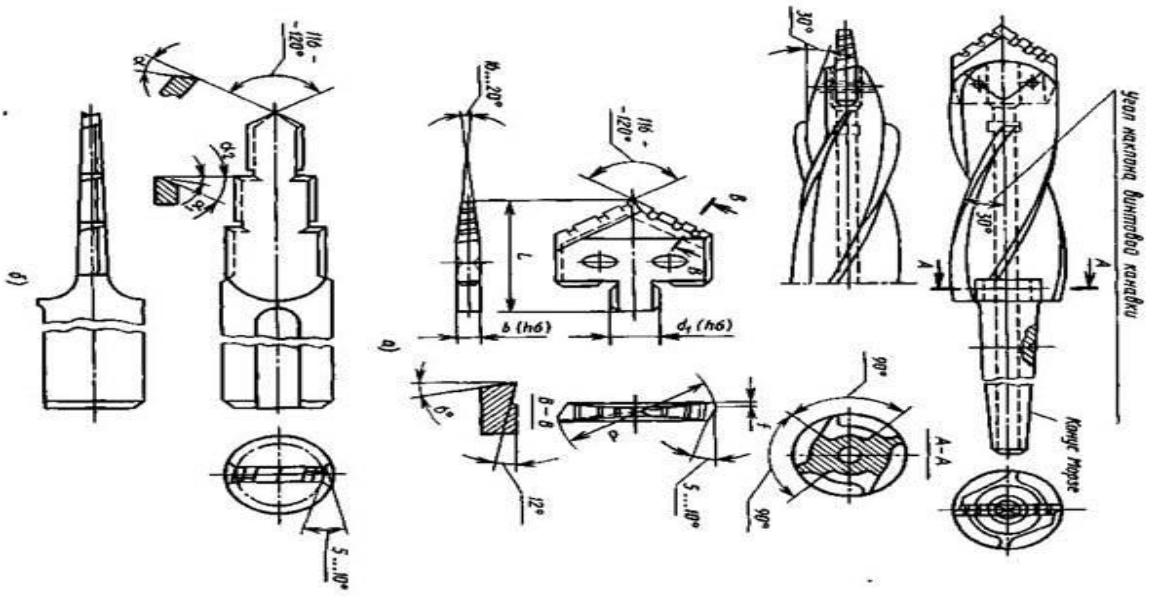


Рис.6– Перові свердла

Перові свердла (рис.6) мають більш просту конструкцію порівняно зі спіральними. Ріжучу частина цих свердел виконують у вигляді пластин зі швидкорізальної сталі або оснащують з пластинами з твердого сплаву. Вони

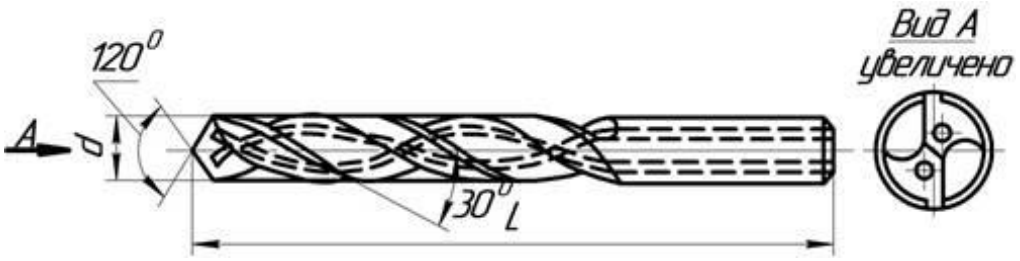
володіють підвищеною жорсткістю, і їх застосовують для обробки поковок, ступінчастих і фасонних отворів і отворів малих діаметрів (менше 1-1,5 мм).

2. Свердла для глибокого свердління

Під глибоким свердлінням розуміється свердління отворів на глибину, що перевищує діаметр свердла в 5-10 разів і більше (min 5D). Такі свердла застосовують для суцільного (D < 80 мм) і кільцевого (D> 80 мм) свердління.

До глибокого свердління висувають такі вимоги:прямолінійність осі отвору, концентричність отвору по відношенню до зовнішньої поверхні деталі, циліндричності отвору, точність обробки, отримання необхідної шорсткості поверхні, отримання стружки, легко видаляється з отвору довжиною до 5-7 діаметрів зазвичай обробляють на токарних, револьверних верстатах і верстатах - автоматах, отвори більшої довжини - на спеціальних верстатах для глибокого свердління.

Для свердління отворів довжиною до 5-7 діаметрів застосовують подовжені спіральні свердла стандартної конструкції , однак при роботі цими свердлами забиваються стружкою стружкові канавки, і для її видалення необхідно періодично виймати свердло з отвору



(рис.7)

Рис.7 – Спіральне свердло з отворами для підведення змащувально -охолоджувальної рідини.

отримання дрібної стружки, легко видаляється з отвору потоками МОР, на передній поверхні свердла уздовж ріжучої кромки роблять стружколомаючі канавки. Стійкість спіральних свердел з отворами до 8 разів перевищує стійкість стандартних свердел.

3. Шнекові свердла

Виготовляють діаметром від 3 до 30 мм, їх застосовують для свердління отворів довжиною до 30 діаметрів в сталевих заготовках і до 40 діаметрів в чавунних. Ці свердла виготовляють зі швидкорізальної сталі. Для кращого відведення стружки кут нахилу гвинтових канавок w = 60°. Стружкові канавки у шнекових свердел мають в осьовому перерізі прямолінійний трикутний профіль з закругленням в западині

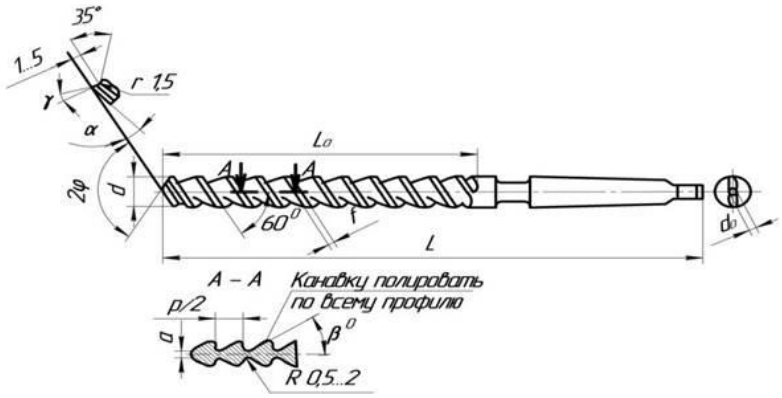


Рис.8 – Шнекове свердло

При обробці заготовок з чавуну кут при вершині свердла 2ф = 120 ... 130 °, при обробці стали 2ф = 120 ° , задній кут вибирають в межах 12-15 °. Для зменшення тертя в процесі роботи на калібрує свердло має утоншеня 0,03-0,10 мм по напрямку до хвостовика на довжині 100 мм. Для зменшення тертя стрічку на калібрувальній частині вибирають рівною 0,5-0,8 ширини стрічки спірального свердла. Для додання свердла жорсткості діаметр серцевини приймають рівним 0,3-0,35 діаметра свердла і потім проводять подточкой перемички до 0,1-0,15 діаметра свердла. Діаметр серцевини не змінюється по всій довжині робочої частини . Для отримання роздробленої стружки передню поверхню свердла підточують . У свердел для обробки заготовок з чавуну передній кут вибирають рівним 12-18°, у свердел для обробки заготовок із сталі 12-15°.

4. Свердла однобічного різання. Рушничне свердло, ежекторне

Ці свердла ділять на свердла з внутрішнім підведенням ЗОР і зовнішнім відведенням стружки і на свердла із зовнішнім підведенням ЗОР і внутрішнім відведенням стружки

Свердла першого типу виготовляють діаметром від 3 до 30 мм. Свердла роблять зі швидкорізальної сталі і оснащують пластинами або коронками з твердого сплаву. Пластини і коронки припаюють

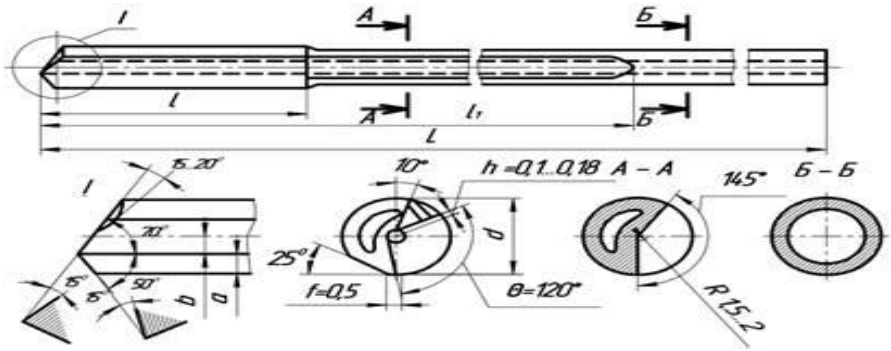


Рис.9– Рушничне свердло

Особливістю ежекторних (рис.10) свердел є ефект підсосу ЗОР, що відходить разом зі стружкою в результаті розрідження і перепаду тискі , створюваного усередині корпусу свердла. Розрідження забезпечується поділом прямого потоку рідини на два напрямки. Прямий потік ЗОР подається під тиском 2-3 МПа по каналу А між внутрішнім і зовнішнім стеблами. Не доходячи до робочої частини , він розділяється. Приблизно 70 % рідини направляється в зону різання через зроблені в корпусі свердла отвори, а 30 % рідини через щілиноподібні сопла Б, зроблені на внутрішньому стеблі, відводиться назад

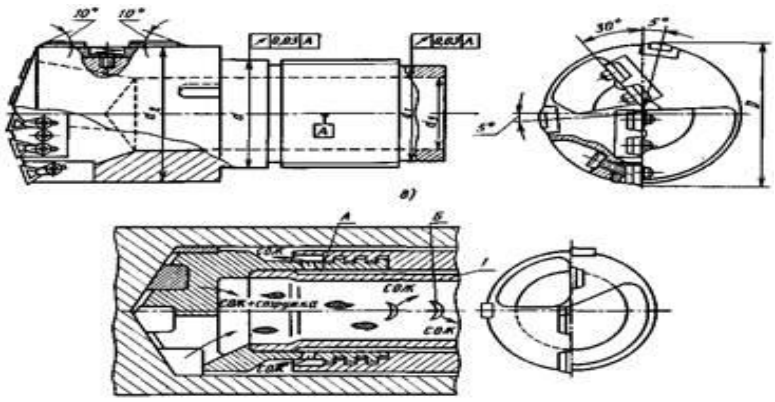


Рис.10– Ежекторне свердло

5. Свердла з непереточуваними змінними багатогранними пластинами (Рис.11)

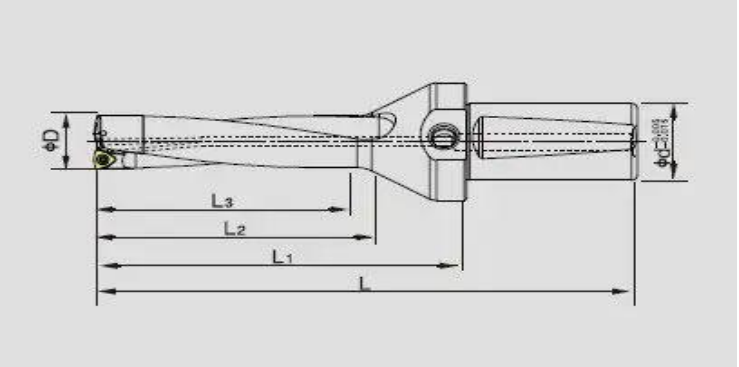


Рис.11

Свердління свердлами з неперетачіваемой змінними багатогранними пластинами – найбільш продуктивний і найекономічніший спосіб отримання отворів діаметром від 12 до 80 мм. Ефективність даного методу пояснюється в першу чергу зниженням трудомісткості свердління. У порівнянні зі свердлами зі швидкорізальної сталі машинний час скорочується від 2 до 10 разів. Стійкість змінних пластин дуже висока , так як вони виготовляються із сучасних марок твердих сплавів з зносостійкими покриттями.

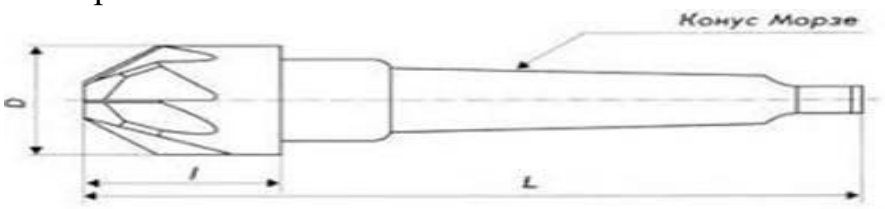
Додаткового підвищення продуктивності сприяє можливість встановити в центральне гніздо пластину з високоміцного сплаву, а в периферійне гніздо із зносостійкого сплаву , що допускає високі швидкості різання. Використання свердел зі змінними непереточуваними пластинами дозволяє повністю відмовитися від дорогої переточки. Заміна пластин може бути проведена менш ніж за хвилину, навіть без зняття свердла з верстата.

6. Зенківки та зенкери

Зенківки (12)– багатолезовий ріжучий інструмент, призначений для обробки: циліндричних заглиблень під голівки гвинтів і ін; конічних заглиблень, для центрування отворів, отворів під гвинти з потайною головкою, зняття фасок в отворах та ін. Для кращого напряму в процесі роботи у зенковок широко застосовують напрямні частини. Зенківки виготовляють зі швидкорізальної сталі і оснащують пластинами з твердого

сплаву. Зенківки зі швидкорізальної сталі діаметром понад 12-14 мм роблять зварними, з хвостовиком зі сталі 45Х, 40Х, 45Х .

Зенківки для циліндричних заглиблень мають конструкцію, аналогічну зенкера .



!ф = 60°, 75°, 90°,

(рис.12)

Зенкер(рис.13) — це різальний інструмент, призначений для розширення та обробки вже просвердлених отворів з метою досягнення точнішої форми та більш гладкої поверхні. Зенкерування виконується як завершальна або проміжна операція після свердління.

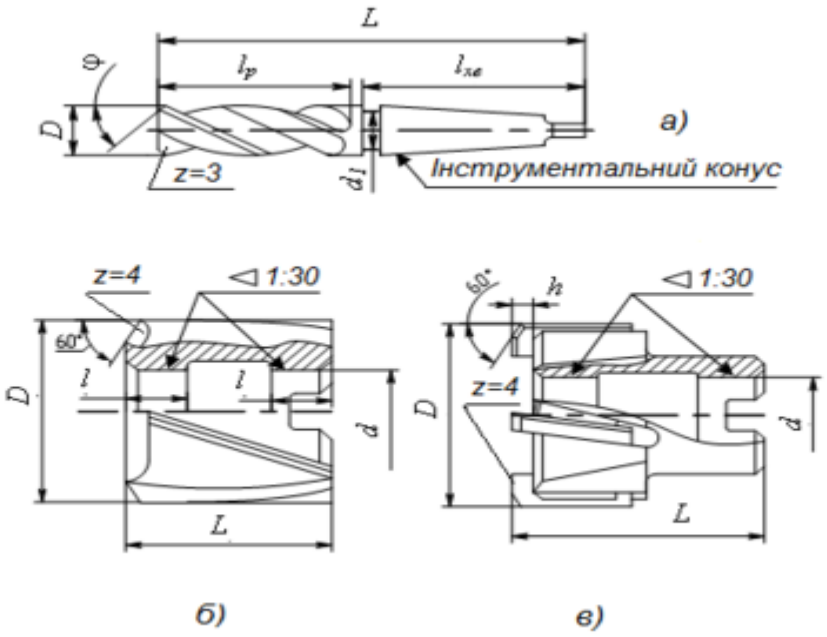
Основні характеристики зенкера:

- Має 3 або більше ріжучих лез.
- Забезпечує вищу точність і чистоту поверхні, ніж свердло.
- Використовується для обробки отворів під посадку, зенкування або підготовку до нарізання різьби.
- Може бути виконаний зі швидкорізальної сталі (HSS) або з твердосплавними пластинами.

Зенкери бувають:

- Циліндричні (для розточування отворів).
- Конусні (для зняття фасок).
- Комбіновані (для одночасного зенкерування і зняття фаски).

Зенкерування дозволяє зменшити шорсткість поверхні, підвищити точність отвору (до 8–9 квалітету) та забезпечити щільні з'єднання деталей.



(рис.13)

Види зенкерів:

а)суцільний зенкер з конічним хвостовиком;

б) насадний суцільний зенкер; в) насадний зенкер із твердосплавними пластинкам.

7. Конічні розгортки

Розгортка - осьовий різальний інструмент для підвищення точності форми і розмірів отвору і зниження шорсткості поверхні.Призначена для попередньої і чстової обробки отворів з полями допуску по 6 - 11- му квалітетам і з параметром шорсткості поверхні Ra = 2,5 ... 0,32 мкм.

Розгортки для попередньої обробки виконують з полем допуску V8, допуск на розгорнення для остаточної обробки встановлюють залежно від допуску на оброблюваний отвір. У процесі роботи розгортки підвищують точність і якість обробки отворів . Їх зазвичай використовують для обробки отворів після розточування або зенкерування. Розгортають отвори після свердління, в основному при обробці отворів діаметром до 5 мм.

Види розгорток:

- за способом застосування розгортки поділяють на – ручні та машинні;

- за формою оброблюваного отвору – на циліндричні і конічні;
- по методу закріплення – на хвостові і насадні;
- по конструкції – на цілісні і збірні, жорсткі і регульовані

Ручні розгортки діаметром 3-40 мм виготовляють зі швидкорізальної сталі, а також з легованої сталі 9ХС, так як вони працюють при малих швидкостях різання. Машинні розгортки діаметром 3-50 мм і ножі для збірних розгорток діаметром 40-100 мм виготовляють зі швидкорізальної сталі або оснащують пластинами з твердого сплаву.

Конічні розгортки застосовують для перетворення циліндричного отвору в конічний або для калібрування конічного отвору, попередньо обробленого іншим інструментом. Для отримання отворів під конус Морзе (з циліндричного) зазвичай застосовують комплекти розгорток з трьох або двох штук (рис.14).

Перша має щаблі на зубах, розташовані по гвинтовій лінії на конусі з кутом, рівним куту нахилу конуса Морзе, напрямок різьблення збігається з напрямком різання. Ця розгортка перетворює циліндричний отвір в ступеневий. Розгортки мають від трьох до восьми зубів залежно від розмірів оброблюваного конуса, вони затилуванні по задній поверхні (рис.14а).

Друга розгортка має форму, відповідну формі оброблюваного отвору, її зуби для дроблення стружки перетинаються прямокутної різьбленням , що має напрям , зворотне напрямку різання (рис.14б).

Третя розгортка по конструкції відрізняється від циліндричних розгорток тим , що зуби у неї розташовані на конусі і мають змінну глибину канавки (більшу у більшого діаметра розгорток) (рис.14в)).

Конічні разгортки

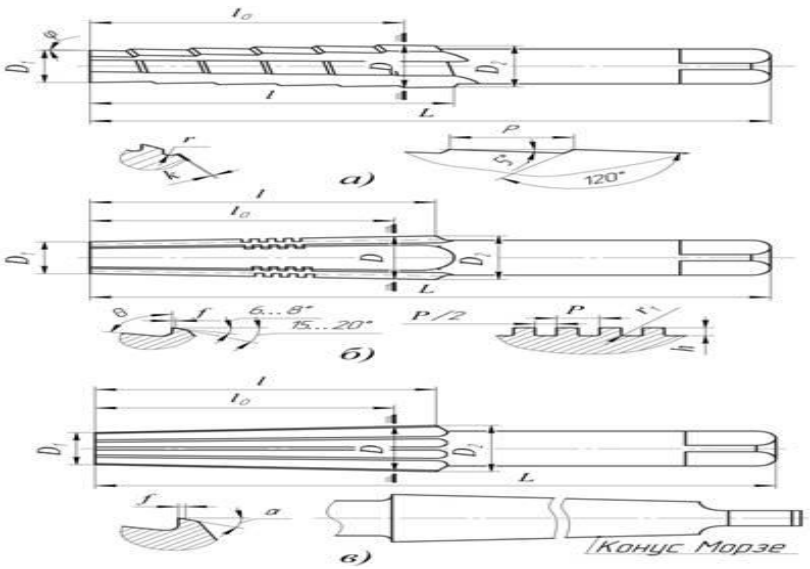


Рис.14– Комплекти розгорток з трьох штук

Конічні розгортки зазвичай роблять з рівномірним кроком.

При отриманні отвори конусність 1:30 з підготовленого циліндричного отвору потрібне видалення меншого шару металу, і тому застосовують дві розгортки (другу і третю). При обробці отворів конусностью 1:50 і розгортанні раніше підготовлених конічних отворів застосовують тільки третю розгортку.

3.8. Комбіновані інструменти для обробки отворів

Для суміщення операцій і переходів при обробці циліндричних і ступінчатх отворів використовують різні комбіновані інструменти.Їх застосування значно скорочує машинний допоміжний час і підвищує продуктивність обробки.Застосування комбінованих інструментів при обробці ступінчастих отворів значно зменшує відхилення від співвісності ступенів і підвищє точність розмірів між торцевими поверхнями оброблюваної заготовки.

При обробці циліндричних отворів широко застосовують інструменти, що є з'єднанням інструментів різних типів, наприклад свердло - зенкер, свердло - розгортка, зенкер - розгортка (рис.15) та ін.

Для обробки ступінчатих отворів застосовують інструменти, що є з'єднанням однотипних інструментів (ступінчасті свердла, зенкери, розгортки та ін.).

Конструктивні та геометричні параметри комбінованих інструментів вибирають аналогічно раніше розглянутим інструментам відповідного типу.

Недоліком цих конструкцій є порівняно невелике число переточувань. Цей недолік усувається в конструкціях збірних комбінованих інструментів, що складаються з набору простих інструментів

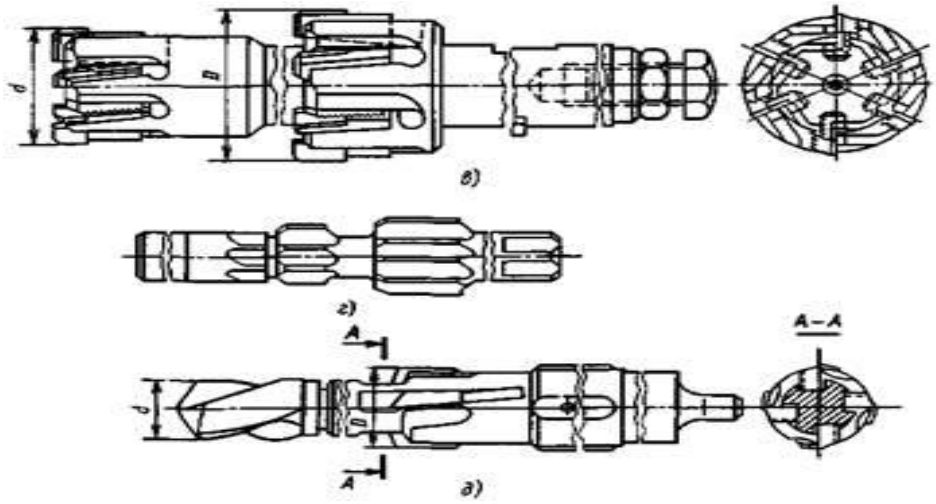
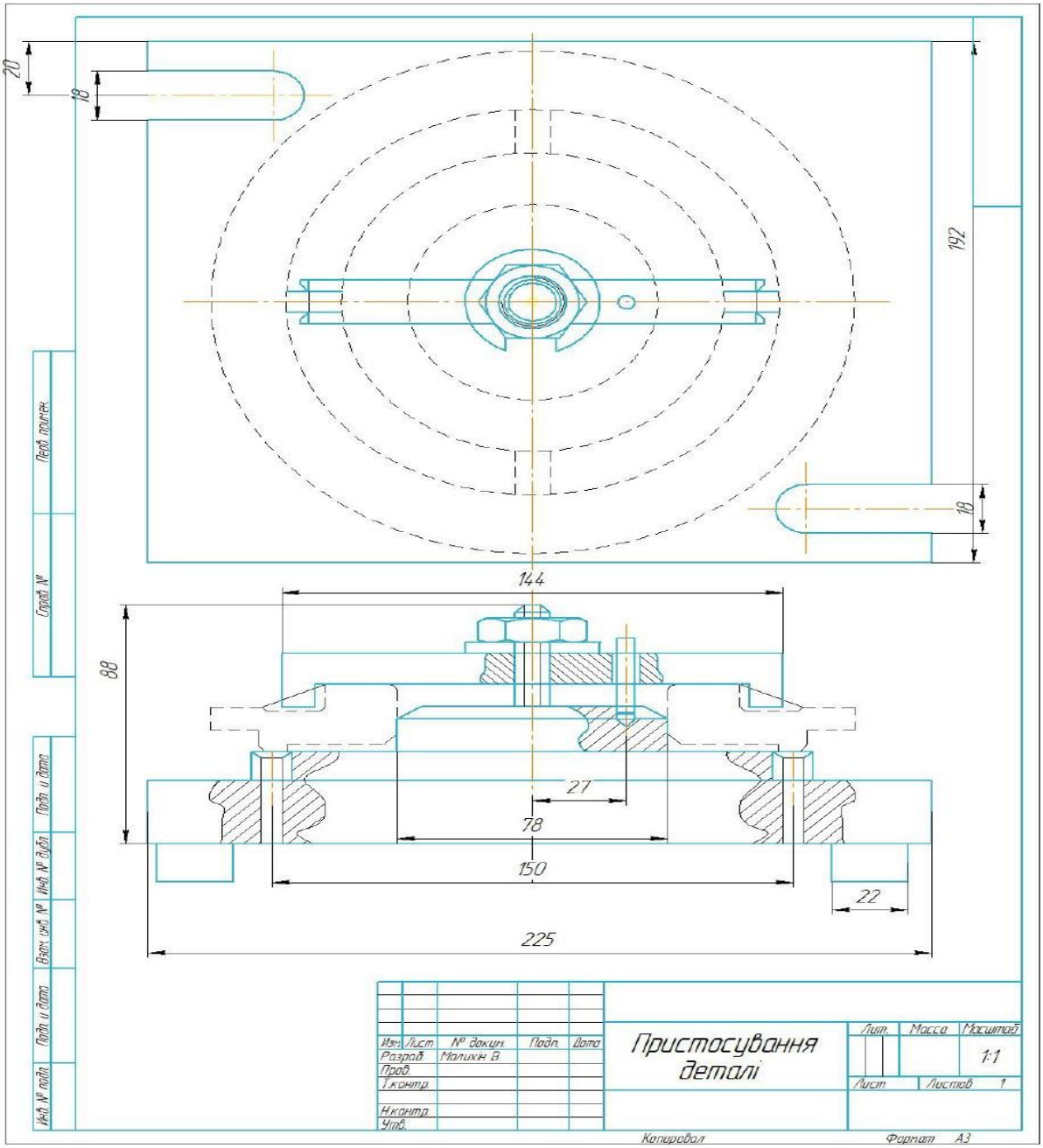


Рис.15– Вди комбінованх інструментів

РОЗДІЛ 2.КОНСТРУКТОРСЬКА ЧАСТИНА

2.1. Проєктування пристрою для закріплення деталі

Для забезпечення надійного та точного закріплення деталі «Кришка середня» під час обробки на верстаті була спроєктована універсальна плоска технологічна оснастка. Основним завданням даного пристрою є забезпечення жорсткого кріплення заготовки в потрібному положенні, а також можливість швидкої установки та зняття деталі без втрати точності позиціонування.



Пристрій має форму прямокутної опорної плити розмірами 192×225 мм і включає наступні основні елементи:

1. опорну базову плиту товщиною 10 мм, яка встановлюється на стіл верстата;
2. центральну напрямну шайбу висотою 10 мм, внутрішнім діаметром 126 мм та зовнішнім діаметром 146 мм, що забезпечує первинне базування деталі по отвору;
3. притискну планку розмірами 130×18×10 мм, яка накладається зверху деталі та забезпечує затиск;
4. різьбову шпильку з різьбленням М10, на яку накручується шестигранна гайка;
5. фіксуючий палець діаметром 5 мм, що служить для точного осьового позиціонування елементів.

Базування деталі здійснюється по центральному отвору за допомогою напрямної шайби, що входить у вибірку на внутрішній циліндричній частині деталі. Радіальний зазор становить 10 мм загалом (по 5 мм з кожного боку), однак він компенсується фіксуючим пальцем, що забезпечує правильне центрування деталі відносно осі.

Притискна планка через отвір насаджується на шпильку та прижимна сила створюється за рахунок затягування гайки. Визначена сила затиску за розрахунками становить приблизно 58,7 кН, що дозволяє уникнути зсуву чи провертання деталі під дією різального зусилля.

Особливістю конструкції є її простота, жорсткість та універсальність — пристосування може бути використано як для одноразового, так і для серійного виробництва. Конструкція дозволяє забезпечити точність установки деталі в межах 0,12 мм, що підтверджено розрахунками установчої похибки.

Всі розміри пристрою узгоджені з габаритами заготовки та площиною її обробки. Передбачена можливість швидкої заміни затискної планки при зношенні або потребі у модифікації.

2.2 Розрахунок пристрою на точність базування

1. Похибка базування Ебаз

Базування відбувається через велику шайбу, що заходить у вибірку Ø146 мм (на столі Ø126 мм). Між ними є радіальний зазор:

Проте центрування здійснюється пальцем Ø5 мм біля отвору — він забезпечує базування по одній координаті.

Отже, похибка базування не нульова, але обмежена допуском посадки штифта.

2. Похибка пристосування Епр

Пристосування — це плоска шайба (Ø126–146 мм, h=10 мм) та верхня притискна шайба (130×18×10 мм).

Обробка поверхонь не шліфована, точність середня.

Враховуємо похибку паралельності поверхонь та відхилення отворів.

Оцінка:

Епр =03

3. Похибка закріплення Ез

Закріплення відбувається однією гайкою М10 + притискною шайбою 130×18 мм.

Гайка створює Епри ≈27 800 Н, але контакт не оброблений, є деформація деталі, шайби, легке перекошення.

Оцінка:

Підставимо в формулу: $\varepsilon = 1{,}2 \times \sqrt{(0.05)^2 + (0.03)^2 + (0.08)^2}$

$\varepsilon = 1{,}2 \times \sqrt{0.0025 + 0.0009 + 0.0064} = 1.2 \times \sqrt{0.0098}$

$\varepsilon = 1{,}2 \times 0.099 = 0.119$

Сумарна установочна похибка пристрою становить:

E=0,119

Тобто при кожному встановленні деталі в це пристосування її положення може відхилятися до ±0.12 мм у координатах базування, що треба враховувати для чистової обробки або встановлення допусків.

2.3. Розрахунок сили закріплення заготовки

Розрахунок сили затиску гайки

Сила затиску визначається за формулою:

$T = F3 * (d2 / 2) * tg(\psi + \varphi)$

де:

T – момент затягування гайки, Н·мм;

F3 – сила затиску, Н;

d2 – середній діаметр різьби, мм;

ψ – кут підйому різьби, градусів;

φ – кут тертя в різьбі, градусів.

Задані параметри:

номінальний діаметр різьби – M10 (d = 10 мм);

середній діаметр різьби – d2 = 8.5 мм;

крок різьби – P = 1.5 мм;

момент затягування – T = 51.8 Н·м = 51800 Н·мм.

Кут підйому різьби визначається за формулою:

$tg(\psi) = P / (\pi * d2)$

$\psi \approx arctg(1.5 / (3.14 * 8.5)) \approx 3.2°$

Для сухої різьби з коефіцієнтом тертя 0.15 кут тертя:

$\varphi \approx 8.6°$

Сума кутів:

$\psi + \varphi = 3.2 + 8.6 = 11.8°$

Тангенс суми кутів:

$tg(11.8°) \approx 0.208$

Підставляємо значення у формулу:

$51800 = F3 * (8.5 / 2) * 0.208$

$51800 = F3 * 4.25 * 0.208$

$51800 = F3 * 0.884$

Розв’язуємо відносно F3:

$F3 = 51800 / 0.884 \approx 58655$ Н

Отже, сила затиску гайки становить приблизно 58655 Н (або 58.7 кН), чого достатньо для надійного притискання деталі до столу верстата під час обробки.

РОЗДІЛ 3 ОХОРОНА ПРАЦІ

3.1 Загальні положення

Охорона праці — це система правових, соціально-економічних, організаційно-технічних, санітарно-гігієнічних і профілактичних заходів, спрямованих на збереження життя, здоров'я та працездатності людини в процесі трудової діяльності. У контексті машинобудування особливу увагу приділяють безпеці при експлуатації металорізального обладнання, обробці металів, роботі з електроустановками, а також забезпеченню належних умов праці.

3.2 Аналіз шкідливих і небезпечних факторів

При виготовленні деталі «Кришка середня» основні шкідливі й небезпечні фактори:

- Рухомі частини верстатів і пристроїв.
- Стружка, що вилітає з оброблюваної зони.
- Підвищений рівень шуму (вище 85 дБ).
- Вібрації від верстатного обладнання.
- Можливість ураження електричним струмом.
- Висока температура поверхонь двигунів.
- Підвищена запиленість повітря (особливо при обробці чавуну).
- Недостатнє освітлення робочої зони.

3.3 Вимоги до виробничого приміщення

Освітлення

Робоче місце повинне бути обладнане природним та штучним освітленням. Норма загального освітлення — не менше 300 лк для точних верстатних робіт (згідно з ДБН В.2.5-28:2006).

Мікроклімат

Параметри мікроклімату в літній період:

Температура: 22–25°C

Відносна вологість: 40–60%

Швидкість руху повітря: до 0,3 м/с

Вентиляція

Повинна бути передбачена припливно-витяжна вентиляція, яка забезпечує заміну повітря не менше 2–3 разів на годину.

3.4 Електробезпека

Обладнання повинно мати:

1. Захисне заземлення;
2. Захисне вимикання;
3. Робоча напруга електрообладнання — 380/220 В.

Персонал має бути проінструктований з правил електробезпеки та допущений до роботи відповідно до групи з електробезпеки (не нижче II).

3.5 Пожежна безпека

Згідно з НПАОП 0.00-1.01-07:

1. У приміщенні повинні бути вогнегасники (не менше одного вогнегасника ВП-5 на 20 м²).
2. Заборонено використання легкозаймистих речовин поблизу іскроутворення.
3. Проводиться регулярна перевірка пожежної сигналізації та інструктаж з пожежної безпеки.

3.6 Безпечна експлуатація верстатів з ЧПК

При роботі на верстатах HAAS ST-20Y та DMG MORI CMX 1100 V обов’язкове дотримання таких правил:

- Заборонено перебування в зоні обертання шпинделя під час пуску.
- Перед зміною інструмента — вимкнути живлення.
- Не торкатися оброблюваної деталі під час роботи.
- Усі роботи виконуються в захисних окулярах і рукавицях.
- Стружка видаляється щіткою або гачком, але не руками.
- Працювати лише за наявності справної огорожі та аварійного стопа.

3.7 Засоби індивідуального захисту (ЗІЗ)

1. Окуляри або захисний щиток — для захисту очей від стружки.
2. Комбінезон або халат із щільної тканини.
3. Взуття з металевим носком.
4. Антишумові навушники — при шумі вище 80 дБ.
5. Рукавиці з прогумованим покриттям — під час перенесення заготовок.

3.8 Навчання, інструктажі, перевірка знань

Всі працівники, які беруть участь у виготовленні деталей, повинні пройти:

- Вступний інструктаж;
- Первинний інструктаж на робочому місці;
- Повторний інструктаж (раз на 6 місяців);
- Перевірку знань правил охорони праці (не рідше 1 разу на рік).

3.9 Ергономіка робочого місця

- Висота столу та пульта керування повинна відповідати зросту працівника.
- Забезпечення зручного доступу до всіх органів керування.
- Оснащення сидіння спинкою для підтримки попереку.
- Мінімізація тривалих статичних поз при точному керуванні верстатом.

3.10 Оцінка ризиків

- Потенційна небезпека: Імовірність ;Наслідки; Рівень ризику.
- Поріз при роботі з заготовкою: Середня; Середні; Середній.
- Ураження струмом: Низька; Високі; Середній.
- Попадання стружки в очі: Висока; Середні; Високий.
- Пожежа від перегріву верстата: Низька; Високі; Середній.

Для зниження ризиків впроваджуються: навчання, контроль стану обладнання, забезпечення ЗІЗ.

3.11 Висновки

Під час виготовлення деталі «Кришка середня» на сучасному металорізальному обладнанні виникають різноманітні небезпеки, пов’язані з механічними, електричними, шумовими та термічними факторами. Проведення систематичних заходів з охорони праці, техніки безпеки та інструктажу дозволяє мінімізувати ризики нещасних випадків і забезпечити безпечні умови праці.

Організація безпечного виробництва є важливою складовою успішної реалізації будь-якого інженерного проєкту.

ВИСНОВКИ

У ході виконання дипломної роботи було здійснено повний цикл конструкторсько-технологічної підготовки виробництва деталі «Кришка середня», яка є важливою складовою в механічних вузлах машинобудівного обладнання. Основні результати роботи зведено до наступного:

1. Вивчено функціональне призначення деталі у складі вузла. Встановлено, що «Кришка середня» виконує функцію осьового обмеження і фіксації вала в підшипниковому вузлі, забезпечуючи герметичність та захист від зовнішнього середовища.

2. Проаналізовано конструкційний матеріал. Обґрунтовано використання сірого чавуну марки СЧ18 (ГОСТ 1412-85), який має добрі антифрикційні, віброізоляційні та ливарні властивості, а також високу зносостійкість і оброблюваність.

3. Визначено тип виробництва. З урахуванням обсягу випуску у 1000 шт. на рік, обрано середньосерійне виробництво з елементами серійного. Це забезпечує оптимальне поєднання гнучкості, точності та економічної ефективності.

4. Розроблено конструкцію заготовки методом лиття в піщано-глиняні форми, що дозволяє зменшити припуски, спростити процес базування та зменшити витрати на обробку.

5. Обґрунтовано вибір технологічних баз, що забезпечує високу точність виготовлення за рахунок стабільного орієнтування деталі на всіх етапах обробки.

6. Розроблено технологічний маршрут обробки, що включає токарні, свердлильні та різьбонарізні операції. Для кожної операції визначено обладнання, режими різання, інструмент, послідовність дій.

7. Вибрано сучасне високоточне верстатне обладнання з ЧПК: токарний верстат HAAS ST-20Y та вертикальний обробний центр DMG MORI CMX 1100 V, що забезпечують необхідний рівень точності та продуктивності.

8. Проведено розрахунки припусків для усіх оброблюваних поверхонь, з урахуванням технологічних можливостей обладнання та матеріалу заготовки.

9. Розраховано режими різання та зусилля за формулами Косилова для чистового точіння і свердління, що дозволило забезпечити стабільну якість поверхонь та зменшення зносу інструменту.

10. Розроблено конструкцію спеціального пристрою для фіксації заготовки під час обробки, проведено розрахунок сили затиску та перевірку точності базування.

Загалом, розроблений конструкторсько-технологічний процес дозволяє забезпечити високу якість виготовлення, економічну доцільність і стабільність параметрів готової деталі. Робота повністю відповідає вимогам сучасного машинобудівного виробництва та демонструє практичну реалізацію знань, здобутих у процесі навчання.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Косилов Б.А. Основы технологии машиностроения. – М.: Машиностроение, 2006. – 432 с.

2. Огородников В.Н. Технология машиностроения. – М.: Высшая школа, 2012. – 528 с.

3. Заборовский Л.М. Технология конструкционных материалов и технологии машиностроения. – М.: Академия, 2011. – 400 с.

4. ГОСТ 1412-85 – Чавуни сірі. Марки.

5. ГОСТ 2.109-73 – Основні вимоги до текстових документів.

6. ГОСТ 2.307-2011 – Нанесення розмірів і допусків на кресленнях.

7. ГОСТ 2.313-82 – Правила виконання креслень деталей.

8. Дудко П.И., Пономарёв Н.А. Основы расчета режимов резания. – Минск: Вышэйшая школа, 2009. – 256 с.

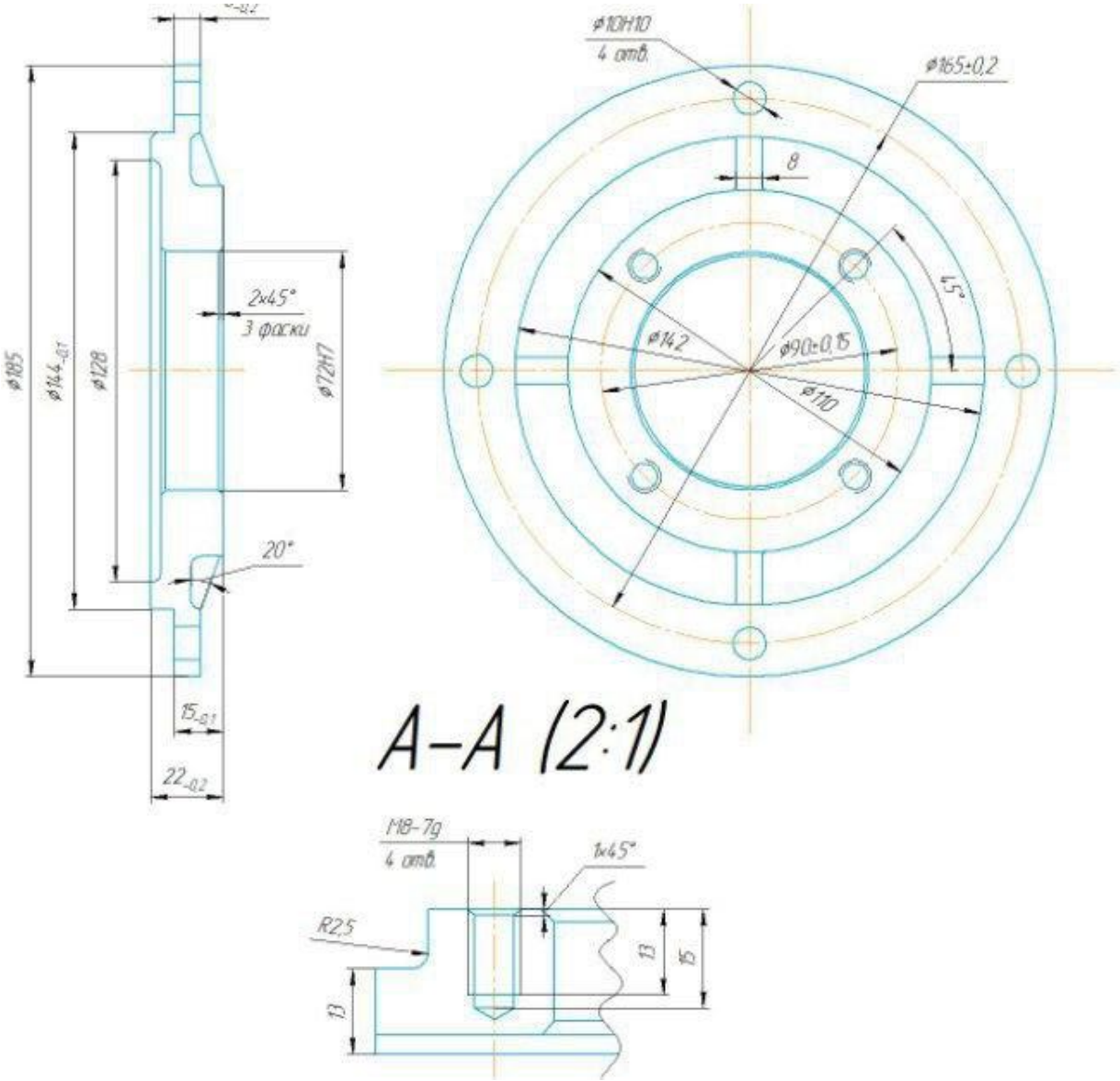
9. Кондрашов Н.П., Мишин С.А. Инструменты и приспособления в машиностроении. – СПб.: Питер, 2010. – 368 с.

10. Каталоги ріжучого інструменту Sandvik, Iscar, Seco (2020–2023 рр.).

11. Методичні вказівки ХНТУ до виконання дипломних робіт для спеціальності 131 «Прикладна механіка».

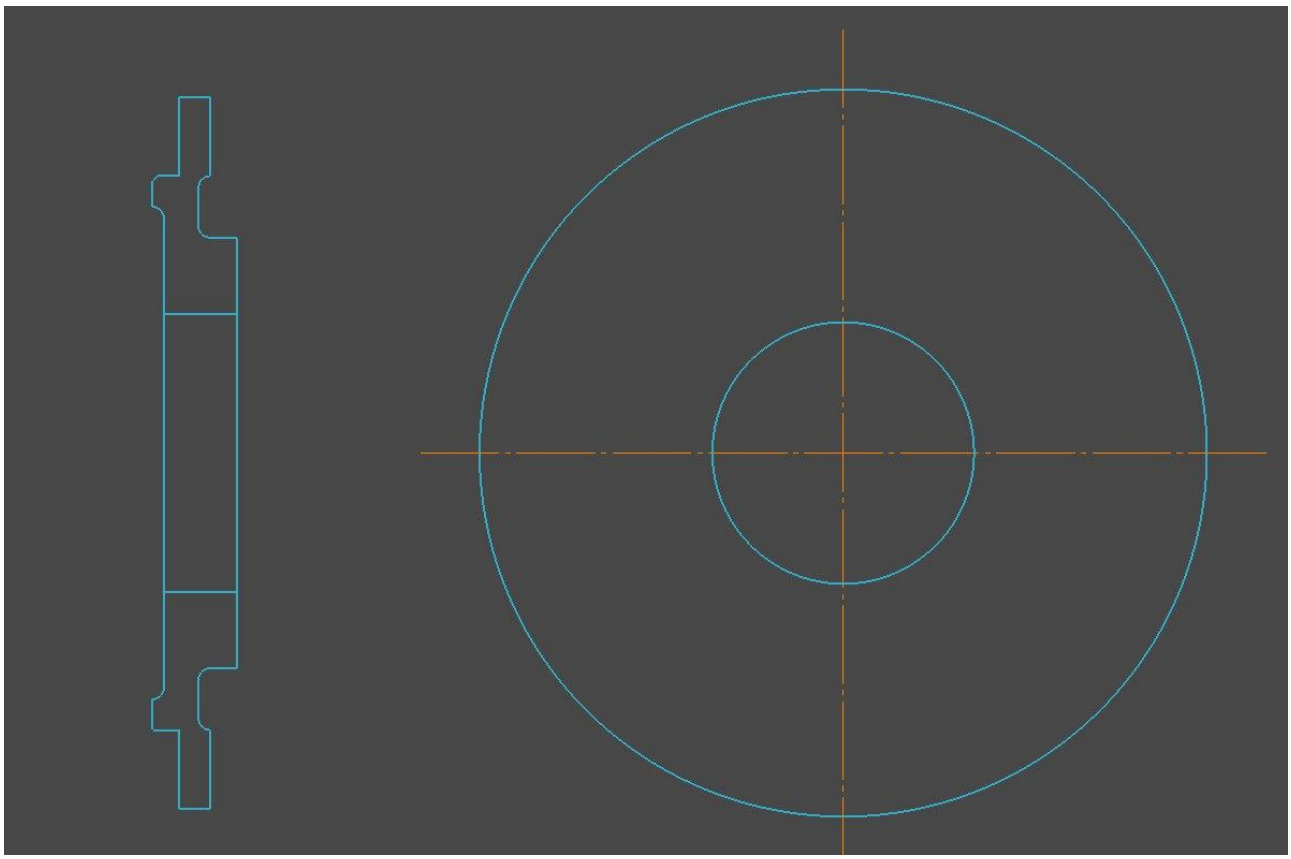
12. Технічна документація на верстати HAAS ST-20Y та DMG MORI CMX 1100 V (офіційні сайти виробників).

Додатки

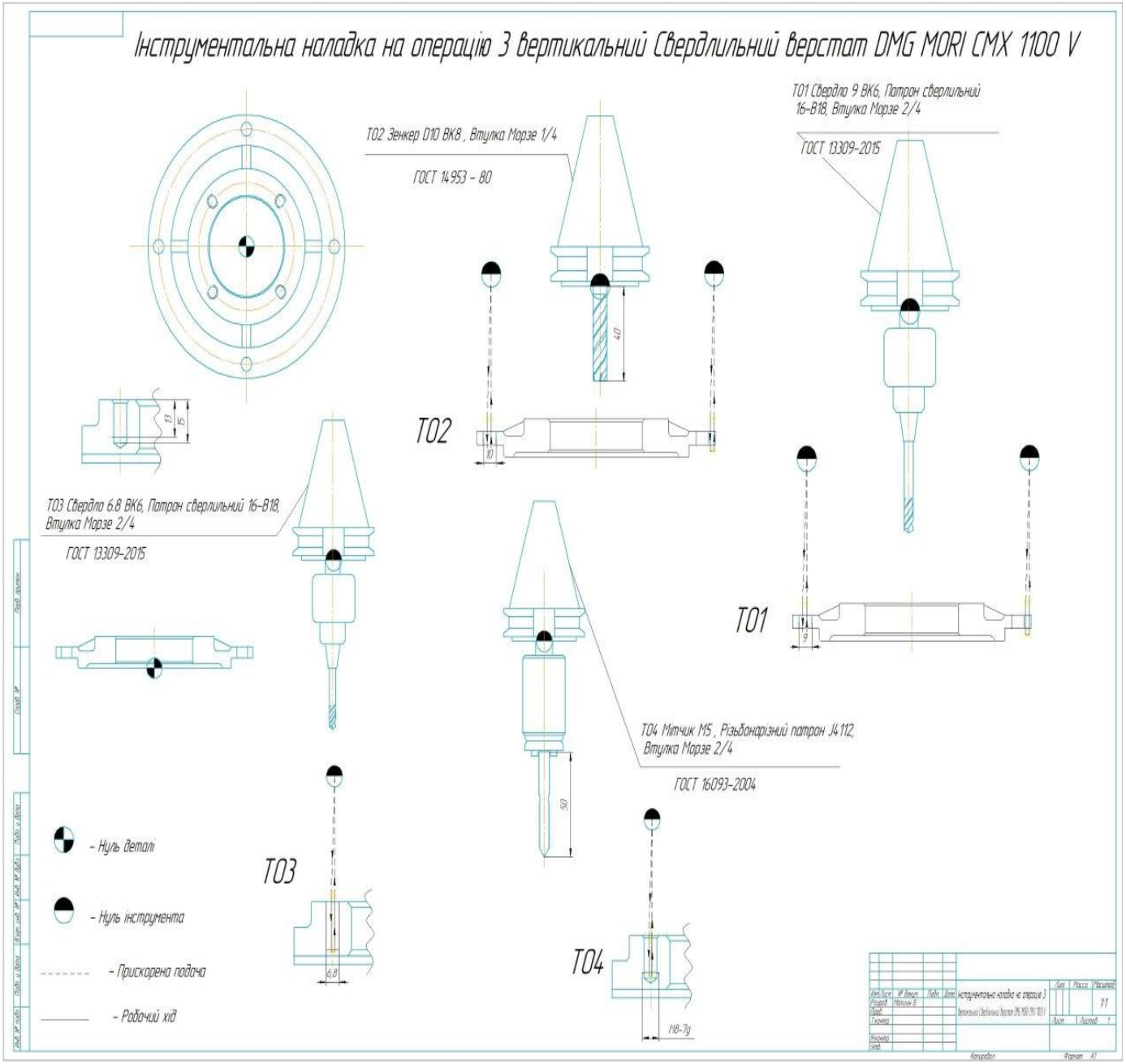

ø10H10
4 отв.
ø165±0,2
8
45°
ø142
ø90±0,15
ø110
ø185
ø144-0,1
ø128
2x45°
3 фаски
ø72H7
20°
15-0,1
22-0,2

А–А (2:1)

M8-7g
4 отв.
1x45°
R2,5
13
15
13



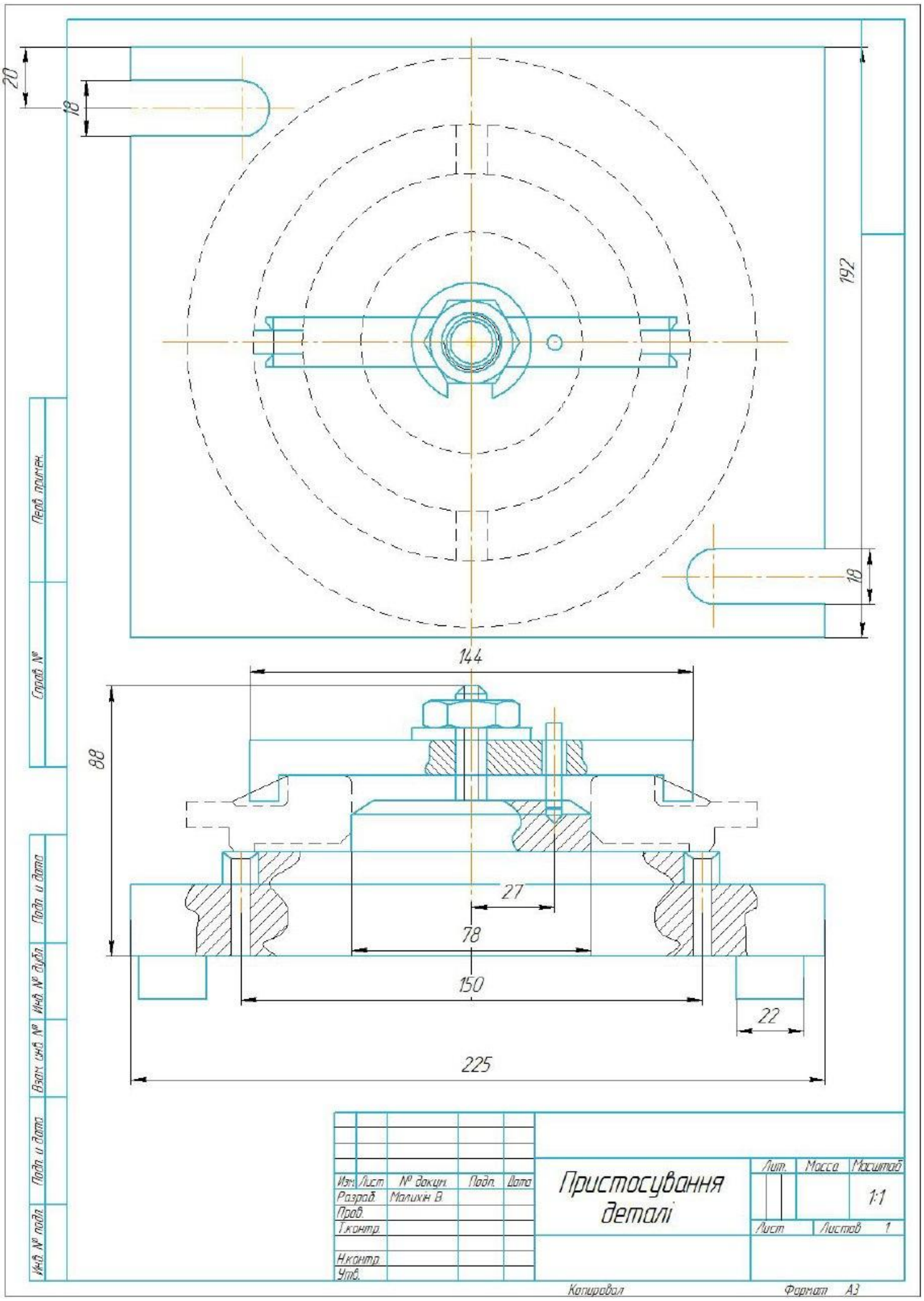
Інструментальна наладка на операцію 3 вертикальний Свердлильний верстат DMG MORI CMX 1100 V



Арк.А	60

ХНТУ 13303 ПЗ

Змін.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата


20
18
192
18
144
88
27
78
150
22
225
Перв. примен.
Справ. №
Подп. и дата
Инв. № дубл.
Взам. инв. №
Подп. и дата
Инв. № подл.
Изм. Лист № докум. Подп. Дата
Разраб. Малихін В.
Пров.
Т.контр.
Н.контр.
Утв.
Пристосування деталі
Лит. Масса Масштаб
1:1
Лист Листов 1
Копировал
Формат А3