

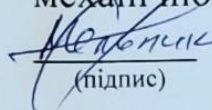
Міністерство освіти і науки України
Державний університет "Житомирська політехніка"
Кафедра механічної інженерії

«На правах рукопису»

УДК 621.9

«До захисту допущено»

Завідувач кафедри
механічної інженерії


(підпис)

Мельник О.Л.
(прізвище, ініціали)

БАКАЛАВРСЬКА
КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА
зі спеціальності 131 «Прикладна механіка»

(ОПП «Високотехнологічний комп'ютерний інжиніринг»)

на тему: «Технологічний процес виготовлення деталі "Маточина"
причепи 1ПТС-2».

МІ 131.00.1/Б90/с 035 00 - ПЗ

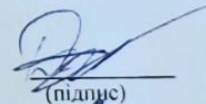
Студент групи

ПМК-27

(шифр групи)

Дьошев С.В.

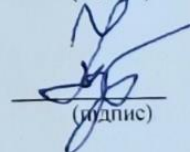
(прізвище, ім'я, по батькові)


(підпис)

Керівник

д.т.н., проф. Немировський Я.Б.

(науковий ступінь та вчене звання, прізвище, ініціали)


(підпис)

ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «ЖИТОМИРСЬКА ПОЛІТЕХНІКА»

Факультет комп'ютерно-інтегрованих технологій, мехатроніки і робототехніки

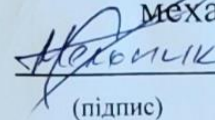
Кафедра механічної інженерії

Освітній ступінь: «Бакалавр»

Спеціальність: 131 «Прикладна механіка»

«ЗАТВЕРДЖУЮ»

Завідувач кафедри
механічної інженерії

 Мельник О.Л.
(підпис) (прізвище, ініціали)

ЗАВДАННЯ

НА КВАЛІФІКАЦІЙНУ БАКАЛАВРСЬКУ РОБОТУ СТУДЕНТА

Дьошеву Сергію Віталійовичу

(прізвище, ім'я, по батькові)

1. Тема роботи: «Технологічний процес виготовлення деталі "Маточина" причепа 1ПТС-2».

Керівник роботи: Немировський Яків Борисович, д.т.н., професор кафедри МІ

Затверджена наказом по університету від «04» березня 2024 р. №90/С

2. Строк подання студентом роботи - згідно графіку захисту.

3. Вихідні дані до роботи: загальний вигляд вузла; робоче креслення деталі; комплект документація базового технологічного проекту; довідкова література, методичні посібники; типові технологічні процеси; науково-технічна література.

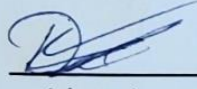
4. Зміст розрахунково-пояснювальної записки провести літературний та аналітичний огляд конструкції вузлів на предмет технології виготовлення маточини та експлуатаційних умов роботи; розробити технологічний процес виготовлення деталі, виконати статичне дослідження напруженого стану

деталей спеціального пристосування; розробити комплект технологічної документації (МК, ОК, ЕК) та конструкторської документації.

5. Перелік графічного матеріалу 1. Креслення деталі – 1 арк. презентації (А3); 3. 3D деталі – 1 арк. презентації; 4. Креслення спеціального пристосування – 1 арк. презентації (А1); 5. 3D спеціального пристосування – 1 арк. презентації; 6. Карта наладок – 2 арк. презентації (А2).

6. Дата видачі завдання 1 березня 2024 року.

Студент


(підпис)

Дьошев С.В.
(прізвище та ініціали)

Керівник роботи

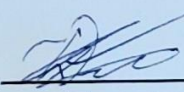

(підпис)

Немировський Я.Б.
(прізвище та ініціали)

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН ВИКОНАННЯ РОБОТИ

№ з/п	Назва етапів бакалаврської роботи	Термін виконання	Примітка
1.	Виконання загально-технічного розділу	22.03.24 р.	
2.	Виконання технологічного розділу	16.04.24 р.	
3.	Виконання конструкторського розділу	09.05.24 р.	
4.	Кінцеве оформлення змісту, висновків, графічної частини бакалаврської роботи	03.06.24 р.	
5.	Підготовка доповіді, ілюстративного матеріалу та презентації	04.06.24 р.	
6.	Передзахист кваліфікаційної роботи	18.06.24р.	
7.	Подання бакалаврської роботи на кафедру	19.06.24 р.	
8.	Захист кваліфікаційної роботи в ЕК	Згідно графіка	

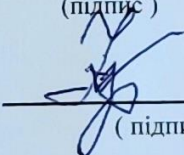
Студент


(підпис)

Дьошев С.В.

(прізвище та ініціали)

Керівник роботи


(підпис)

Немировський Я.Б.

(прізвище та ініціали)

Форм.	Зона	Поз.	Позначення	Найменування	Кіл.	Примітка
			<u>Документація</u>			
A4			МІ 131.00.1/Б 90/с 035 00-ПЗ	Пояснювальна записка	51	
			<u>Конструкторська документація</u>			
A1			МІ 131.00.1/Б 90/с 035 01	Робоче креслення деталі	1	
A2			МІ 131.00.1/Б 90/с 035 07	Креслення поковки	1	
A1			МІ 131.00.1/Б 90/с 035 01	Пристрій для свердління		
				отворів	1	
A4			МІ 131.00.1/Б 90/с 035 02	Специфікація	1	
A1			МІ 131.00.1/Б 90/с 035 02	Деталювання пристрою		
			<u>Технологічна документація</u>			
A1			МІ 131.00.1/Б 90/с 035 00	Карта наладки токарної		
				операції з ЧПУ		
A1			МІ 131.00.1/Б 90/с 035 00	Карта наладки		
				свердильної операції з ЧПУ		

					МІ 131.00.1/Б 90/с 035 00-ВР		
Зм.	Арк	№ докум.	Підп.	Дата			
Разроб.		Дышев С.В.			Відомість бакалаврської кваліфікаційної роботи		
Перевір.		Немировський Я.Б.					
Н.контр.							
Затверд.		Мельник О.Л.					
					Лит.	Лист	Листів
					Державний університет «Житомирська політехніка», група ПМК-27		

АНОТАЦІЯ

кваліфікаційної роботи бакалавра
студента факультету комп'ютерно-інтегрованих технологій, мехатроніки і
робототехніки
групи ПМК-27
Дьошева Сергія Віталійовича
на тему:

**«Технологічний процес виготовлення деталі "Маточина"
причепа 1ПТС-2»**

Бакалаврська кваліфікаційна робота представлена на здобуття ступеня вищої освіти «Бакалавр», галузі знань 13 «Механічна інженерія» спеціальності 131 «Прикладна механіка» (ОПП «Високотехнологічний комп'ютерний інжиніринг») – Державний університет «Житомирська політехніка», Житомир, 2024.

Кваліфікаційна робота представлена в обсязі 92 аркуші формату А4 пояснювальної записки, в тому числі 8 рисунків, 10 таблиці та список літератури з 20 джерел.

У бакалаврській кваліфікаційній роботі проведено літературний огляд сучасних методів та засобів виготовлення маточини. Було визначено призначення деталі маточини та її експлуатаційні умови.

Розроблено технологічний процес виготовлення деталі маточини, підібрано технологічне обладнання та оснащення, визначені режими різання, виконано технічне нормування та розроблено конструкторсько-технологічну документацію, специфікації та карти наладок.

Було розроблено спеціальне верстатне пристосування для свердлильної операції.

Ключові слова: маточина, пристосування.

ANNOTATION

Dyoshev S.V. **"Technological process of manufacturing the part "Hub" of the trailer 1PTS-2"** - Manuscript.

Bachelor's qualification work is presented for the degree of higher education "Bachelor", field of knowledge 13 "Mechanical Engineering", specialty 131 "Applied Mechanics" (OPP "High-Tech Computer Engineering") - State University "Zhytomyr Polytechnic", Zhytomyr, 2024.

The qualification work is presented in the volume of 95 A4 sheets of explanatory note, including 8 figures, 10 tables and a list of references from 20 sources.

In the bachelor's qualification work, a literature review of modern methods and means of manufacturing the hub was conducted. The purpose of the hub part and its operating conditions were determined.

The technological process of manufacturing the hub part was developed, technological equipment and tooling were selected, cutting modes were determined, technical standardization was performed, and design and technological documentation, specifications, and adjustment maps were developed.

A special machine tool fixture for the drilling operation was developed.

Keywords: hub, fixture.

ЗМІСТ

ВСТУП.....	10
1. ЗАГАЛЬНОТЕХНІЧНИЙ РОЗДІЛ.....	12
1.1. Літературний огляд функціоналу та експлуатаційних умов деталі маточина в	12
1.1.1. Функціональне призначення маточини в	12
1.1.2. Експлуатаційні умови роботи маточини в	14
1.1.3. Дослідження експлуатаційних характеристик подібних деталей	15
1.2. Виконання 3D-моделі вузла та 2D-документації	16
Висновки за розділом.....	19
2.ТЕХНОЛОГІЧНА ЧАСТИНА.....	20
2.1. Службове призначення та конструкція маточини	20
2.2. Аналіз технологічності конструкції деталі. Кількісна і якісна оцінка технологічності.	20
2.2.1. Аналіз технологічності по якісним показникам.....	21
2.2.1. Аналіз технологічності по кількісним показникам.....	21
2.3. Визначення типу виробництва та програми випуску деталей.....	25
2.4. Вибір форми заготовки та способу її отримання.	26
2.5. Розробка технологічного маршруту виготовлення деталі	29
2.5.1. Розробка технологічного маршруту виготовлення деталі	29
2.5.2. Технологічний маршрут виготовлення деталі.....	30
2.5.3. Розрахунок загальних і проміжних припусків на обробку та визначення розмірів заготовки.....	31

МІ 131.00.1/Б 90/с 035 00-ВР				
Змін.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата
		Дьошев С.В.		
		Немировський Я.Б.		
		Реценз.		
		Н. Контр.		
		Мельник О.Л.		

ЗМІСТ

Літ. Арк. Аркушів

 Державний університет
 «Житомирська політехніка»,
 група ПМК-27

2.6 Розробка та обґрунтування технологічних операцій технологічного процесу.	38
2.7 Вибір технологічного обладнання.....	42
2.7.1 Вибір засобів технологічного оснащення.	43
2.8. Вибір засобів технологічного оснащення.	45
2.8. Технічне нормування технологічного процесу.....	66
Висновки за розділом	68
3. КОНСТРУКТОРСЬКА ЧАСТИНА	69
3.1. Загальні положення.....	69
3.2. Проектування та розрахунок спеціальних верстатних пристроїв.....	70
3.2.1. Опис пристрою та принцип його дії	70
3.2.2. Розрахунок точності базування	72
3.2.3. Розрахунок на міцність однієї слабкої ланки.....	73
3.3. Проектування та розрахунок спеціальних засобів технічного контролю	74
3.4. Опис і розрахунок різучого інструменту.	77
Висновки за розділом	82
ЗАГАЛЬНІ ВИСНОВКИ	83
Перелік посилань.....	84
ДОДАТКИ.....	86

ВСТУП

Технологія машинобудування - це наука про виготовлення машин необхідної якості у встановленій виробничою програмою кількості та у заданий термін при найменших витратах живої та автоматизованої праці, тобто при найменшій собівартості. Дане визначення, по суті, є формулюванням задачі оптимізації з вказівкою цільової функції - собівартості і технологічних обмежень. Вибір оптимальних варіантів технологічних процесів вимагає побудови математичних моделей, що враховують різноманіття факторів, які визначають можливості методів механічної і фізико-хімічної обробки, устаткування, інструмента, технологічного оснащення, способи базування заготовок. Встановити замкнуту систему математичних рівнянь, з єдиних позицій описуючих процеси створення машин, дуже складно.

Для рішення задач оптимізації в технології машинобудування необхідно насамперед на фундаментальному рівні формалізувати процеси обробки і на цій основі виявити й обґрунтувати їхні технологічні можливості. З цією метою розглядаються наукові підходи до аналізу точності обробки з врахуванням спрацьовування ріжучого інструменту, пружності системи, верстатів і динаміки процесу різання. Розглядаються закони розподілу похибок і практичне їхнє застосування в технології машинобудування. З використанням принципу сполучення баз на конкретних прикладах представлено розмірний аналіз технологічних процесів. Велика увага приділяється питанням оптимізації технологічних процесів, проведений пошук оптимальних технологічних рішень в умовах невизначеності. Викладено сутність і місце хіміко-термічної обробки в структурі технологічного процесу і фізико-хімічних методів обробки поверхонь. Проаналізовано причини утворення шорсткості поверхні і кінетику формування тимчасових термопружних напруг у поверхневих шарах деталей. Встановлено зв'язок експлуатаційних характеристик деталей з якістю поверхневого шару. Розглянуто сутність

					МП 131.00.1/Б 90/с 035 00-ПЗ	Арк.
						10
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

перервного шліфування й область раціонального його застосування. Спеціальний розділ присвячений розгляду різних методів оптимізації технологічних процесів.

У нинішній час на підприємствах використовують застарілі технології механічної обробки деталей, а також застарілі універсальні верстати та інструмент. Але існує в наш час і високопродуктивне обладнання, яке здатне перевершити продуктивність застарілого обладнання.

Використання верстатів з ЧПУ дає можливість поліпшити точність механічної обробки, підвищити продуктивність праці на кожному виді діяльності, мінімізувати витрати по виробництву продукції, створити безпечні умови праці, організувати систему багатOVERSTATногообслуговування, використовувати обґрунтовані з точки зору технологій норми часу і знизити участь людини в процесі роботи .

Метою випускної кваліфікаційної роботи є проектування технологічного процесу виготовлення деталі «Маточина» з використанням сучасного ріжучого інструменту та обладнання з ЧПУ.

Мета ВКР визначає наступні завдання:

- аналіз вихідних даних;
- проектування технологічного процесу;
- розробка змісту операції виготовлення деталі «Маточина»;
- методична розробка.

При проектуванні технологічного процесу передбачається використовувати сучасне високоточне обладнання і ефективний високопродуктивний інструмент, що забезпечить високу якість обробки виготовленої деталі.

					МП 131.00.1/Б 90/с 035 00-ПЗ	Арк.
						11
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

1. ЗАГАЛЬНОТЕХНІЧНИЙ РОЗДІЛ

1.1. Літературний огляд функціоналу та експлуатаційних умов деталі маточина в

1.1.1. Функціональне призначення маточини в

Маточина є важливим компонентом у багатьох транспортних засобах, таких як автомобілі, вантажівки та трактори. Вона виконує кілька ключових функцій, забезпечуючи безпеку, ефективність і надійність транспортного засобу.

Основна роль маточини полягає в підтримці колеса, оскільки вона служить центральною частиною, на яку монтується колесо, забезпечуючи його надійне кріплення до осі транспортного засобу. Крім того, маточина дозволяє колесу обертатися навколо своєї осі завдяки підшипникам, які знижують тертя і забезпечують плавне та ефективне обертання.

Маточина також відіграє важливу роль у передачі навантаження від ваги транспортного засобу та його вантажу на колеса, що важливо для забезпечення стабільності та керованості. Вона є точкою кріплення для гальмівного диска або барабана, що дозволяє гальмівній системі ефективно зупиняти обертання колеса.

Крім того, маточина захищає внутрішні компоненти, такі як підшипники, від пилу, бруду та вологи, які можуть спричинити зношування або пошкодження. Таким чином, маточина виконує кілька важливих функцій, які разом забезпечують безпеку та ефективність роботи транспортного засобу.

За технологічними ознаками маточини поділяються на:

- Штамповані: Виготовляються шляхом штампування з металевих листів. Вони легкі та дешеві у виробництві, але можуть мати меншу міцність порівняно з іншими типами.

					МП 131.00.1/Б 90/с 035 00-ПЗ	Арк.
						12
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

- **Литі:** Виробляються методом лиття, зазвичай з алюмінію або чавуну. Литі маточини відрізняються високою точністю виготовлення та здатністю витримувати значні навантаження.

- **Ковані:** Виготовляються шляхом кування, що забезпечує високу міцність і довговічність. Ці маточини використовуються в умовах високих навантажень, наприклад, у вантажних автомобілях або сільськогосподарській техніці.

- **Зварні:** Складаються з кількох частин, з'єднаних зварюванням. Зварні маточини можуть бути використані для спеціальних застосувань, де необхідна специфічна форма або конструкція.

- **Механічно оброблені:** Виготовляються з литих або кованих заготовок шляхом механічної обробки, такої як точіння, фрезерування або шліфування. Це забезпечує високу точність та якість поверхні, що важливо для надійної роботи.

.Ці технологічні ознаки визначають характеристики маточин, такі як міцність, вага, вартість виробництва та застосування у відповідних типах транспортних засобів.

Виготовлення маточини здійснюється з урахуванням її призначення, що визначає наступні аспекти:

1. **Матеріал:** Вибір матеріалу залежить від умов експлуатації та функціональних вимог. Наприклад, для вантажних транспортних засобів можуть використовуватися сталеві або чавунні маточини через їхню високу міцність, тоді як у легкових автомобілях частіше використовуються алюмінієві маточини через їхню легкість.

2. **Геометричні параметри:** Форма і розміри маточини залежать від її місця установки та функціонального призначення. Наприклад, для кріплення колеса маточини мають специфічну форму, що відповідає габаритам підшипників та колісних дисків.

					МП 131.00.1/Б 90/с 035 00-ПЗ	Арк.
						13
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

3. Технологічні процеси: Виготовлення враховує використання технологій, які забезпечують потрібну міцність і точність. Наприклад, точіння для досягнення необхідної гладкості та точності геометричних параметрів.

4. Опрацювання поверхні: Після обробки маточина піддається зачищенню і обробці поверхонь для забезпечення необхідної гладкості і стійкості до корозії.

5. Контроль якості: Завершальний етап включає контроль за відповідністю всіх параметрів стандартам якості і вимогам до надійності.

Такий підхід дозволяє забезпечити, що маточина буде відповідати всім вимогам своєї функції і забезпечувати надійну роботу в транспортному засобі.

Маточина при експлуатації витримує наступні навантаження:

- Вагові навантаження: передає вагу транспортного засобу і вантажу на колеса.
- Динамічні навантаження: витримує навантаження, що виникають під час руху, гальмування та керування.
- Ударні навантаження: амортизує удари під час їзди по нерівностях дороги.
- Крутні моменти: передає крутний момент від трансмісії до колеса.
- Термічні навантаження: витримує термічні впливи від гальмування та термічних розширень.

1.1.2. Експлуатаційні умови роботи маточини в

При установці та експлуатації маточини слід дотримуватись наступних вимог:

1. Правильне кріплення: маточину необхідно правильно зафіксувати на осі транспортного засобу, забезпечивши надійне кріплення.

					МП 131.00.1/Б 90/с 035 00-ПЗ	Арк.
						14
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

2. Затягнення болтів згідно зі специфікаціями: болти кріплення маточини повинні бути затягнуті з використанням відповідного моменту затягування, відповідно до вимог виробника.

3. Перевірка на знос: регулярно перевіряти стан маточини на наявність зносу або пошкоджень, що можуть вплинути на її функціональність.

4. Захист від корозії: забезпечити захист маточини від корозії, наприклад, за допомогою антикорозійних покриттів або регулярної обробки.

5. Використання оригінальних запчастин: при заміні маточини важливо використовувати оригінальні запчастини або еквівалентні за якістю і специфікаціями.

6. Регулярне технічне обслуговування: включає в себе перевірку стану маточини під час планових технічних обстежень транспортного засобу.

Дотримання цих вимог допомагає забезпечити безпеку, ефективність і тривалість служби маточини в умовах експлуатації транспортного засобу.

1.1.3. Дослідження експлуатаційних характеристик подібних деталей

Вивчення експлуатаційних характеристик деталей, таких як маточина, включає аналіз наступних основних характеристик:

1. Міцність: оцінка здатності маточини витримувати внутрішні та зовнішні навантаження без деформацій або пошкоджень.

2. Втомна міцність: визначення здатності маточини працювати без поломок при повторюваних циклічних навантаженнях.

3. Стійкість до корозії: оцінка заходів захисту маточини від корозійних процесів, що можуть виникати в умовах експлуатації.

4. Термічна стійкість: визначення здатності маточини працювати при високих температурах, які можуть виникати від гальмування або інших термічних впливів.

					МП 131.00.1/Б 90/с 035 00-ПЗ	Арк.
						15
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

5. Жорсткість і стабільність кріплення: оцінка здатності маточини надійно утримувати колесо та передавати навантаження між осі та колесом.

6. Ефективність умовного ресурсу: прогнозування тривалості служби маточини при різних умовах експлуатації та навантаженнях.

7. Геометричні параметри: визначення точності та відповідності геометричних розмірів маточини вимогам конструкційних стандартів.

Ці характеристики дозволяють забезпечити оптимальну роботу маточини в умовах різних типів транспортних засобів і підвищити її надійність та довговічність.

1.2. Виконання 3D-моделі вузла та 2D-документації

У комп'ютерній графіці 3D-моделювання використовується для створення тривимірних об'єктів за допомогою спеціального програмного забезпечення. Цей процес полягає в математичному описі поверхні об'єктів у тривимірному просторі за допомогою точок, з'єднаних геометричними об'єктами, наприклад, трикутниками чи лініями. Результатом є 3D-модель, яка може бути представлена у вигляді програмного коду, відображена у графічному інтерфейсі програми або використана для створення двовимірного зображення через процес рендерингу.

Існує кілька математичних підходів до створення 3D-моделей, які інтегруються в програмне забезпечення. Ці алгоритми можна розділити на чотири основні категорії:

1. Сплайнове моделювання: використовуються криві NURBS, які визначаються контрольними точками і впливають на форму поверхні. Також використовуються патчі і криві Безьє для простіших форм, а бі-сплайни дозволяють швидко обчислювати складні поверхні.

2. Полігональне моделювання: в цьому методі об'єкт відображається як мережа з'єднаних полігонів (трикутників або чотирикутників). Він є дуже

					МП 131.00.1/Б 90/с 035 00-ПЗ	Арк.
						16
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

популярним для створення складних моделей, оскільки дозволяє легко керувати деталями і текстурами.

3. Моделювання з використанням сабдивізії (Subdivision surfaces): цей сучасний підхід дозволяє створювати гладкі і деталізовані моделі, що швидко набуває популярності у виробництві комп'ютерних ігор і візуальних ефектів.

4. Процедурне моделювання: використовується для автоматизації створення складних і повторюваних об'єктів, таких як міста, ландшафти або інші великі проекти. Цей метод вимагає використання пайплайну і є популярним серед великих студій комп'ютерної графіки.

Використання професійних програм для 3D-моделювання, таких як SolidWorks, 3ds Max, AutoCAD або Inventor, дозволяє інженерам і дизайнерам створювати складні об'єкти і деталі з високою точністю і деталізацією. Такі програми підтримують різні види моделювання і включають у себе інструменти для аналізу, візуалізації і підготовки моделей до виробництва або використання в інших цілях.

У цій кваліфікаційній роботі буде використовуватись програмне забезпечення SolidWorks (Dassault Systèmes).

					МП 131.00.1/Б 90/с 035 00-ПЗ	Арк.
						17
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

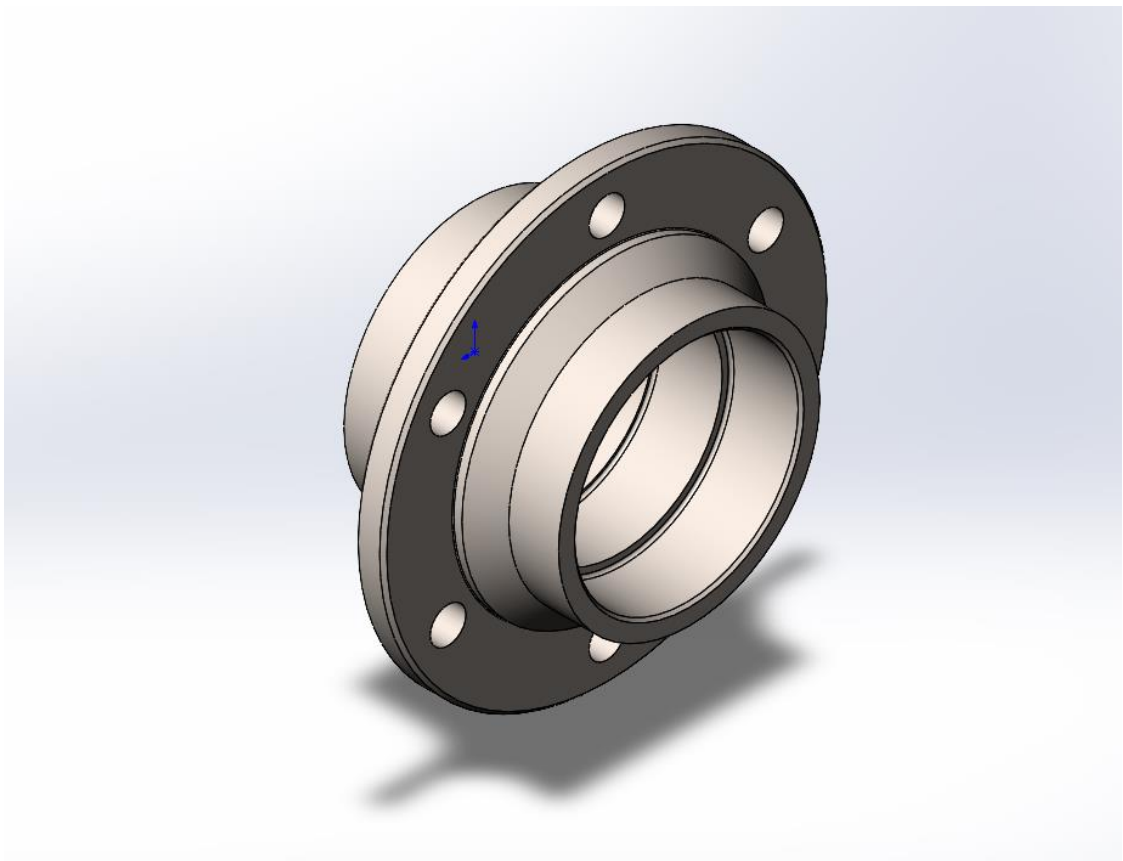


Рис.1 Маточина

					МП 131.00.1/Б 90/с 035 00-ПЗ	Арк.
						18
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Висновки за розділом

У даному розділі було проведено аналіз функціонального призначення та умов експлуатації маточини. Наведені основні експлуатаційні характеристики деталі маточина. Описано основні завдання, які вона виконує у складі транспортних засобів, зокрема її роль у підтримці та кріпленні колеса до осі, передачі навантаження та забезпеченні плавного обертання колеса.

Досліджено сучасні інженерні рішення у виробництві маточин, зокрема застосування передових методів механічної обробки.

Також було виконано 3D моделювання маточини, що є важливим етапом для визначення оптимальної геометрії та структури маточини.

					МП 131.00.1/Б 90/с 035 00-ПЗ	Арк.
						19
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

2.ТЕХНОЛОГІЧНА ЧАСТИНА

2.1. Службове призначення та конструкція маточини

Маточина колеса призначена для кріплення коліс і гальмівного барабана на півосі.

Маточина заднього колеса обертається на двох конічних підшипниках, встановлених на півосі цапфи і закріплених корончастою гайкою, якою регулюють підшипники.

Маточина працює в умовах знакозмінних динамічних і статичних ударних навантажень. На деталь діють згинаючі зусилля.

2.2. Аналіз технологічності конструкції деталі. Кількісна і якісна оцінка технологічності.

Одним з факторів, що впливають на характер технологічного процесу, є аналіз технологічності конструкції деталі. Він виконується по двом показникам: якісному та кількісному.

Креслення деталі виконано правильно, у відповідності до вимог ЄСКД. Воно містить всі необхідні дані, що дають повне уявлення про геометричну форму деталі. Проекції та розрізи деталі чітко та однозначно пояснюють її конструкцію, та дають уявлення про можливі способи отримання заготовки. На кресленні деталі вказані всі розміри з необхідними відхиленнями, вимогами шорсткості обробки поверхонь, допустимими відхиленнями взаємного розташування та форми поверхонь. Додаткових операцій для отримання зазначених на кресленні шорсткості поверхонь не буде потрібно. Допустимі відхилення від правильних геометричних форм пов'язані зі службовим призначенням деталі. Допустимі просторові відхилення технологічних труднощів не викликають. Всі необхідні для виготовлення деталі проекції, розміри і перетину наведені на кресленні деталі. Креслення також містить відомості про масу деталі та заготовки, про матеріал деталі.

					МП 131.00.1/Б 90/с 035 00-ПЗ	Арк.
						20
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Одним з факторів, що впливають на характер технологічного процесу, є аналіз технологічності конструкції деталі. Він виконується по двом показникам: якісному та кількісному.

2.2.1. Аналіз технологічності по якісним показникам

Деталь відноситься до деталей класу "Тіла обертання". Вона складається з поверхонь, які не мають складної геометричної форми. Матеріал, з якого виготовлена деталь – сталь 35, добре обробляється на металорізальних верстатах.

Усі поверхні деталі легко доступні для обробки на верстатах і вимірювань.

Деталь має достатню жорсткість. Токарну та свердлильну обробки технологічно виконувати на верстатах з ЧПУ. Усі розміри деталі в основному уніфіковані та не потребують великої номенклатури різального інструменту для обробки. При розробці технологічного процесу можуть бути використані типові технологічні процеси. В деталі забезпечена технологічна зв'язка точності розмірів, величин жорсткості.

2.2.1. Аналіз технологічності по кількісним показникам

Основні кількісні показники технологічності:

1) Абсолютний техніко-економічний показник – трудомісткість виготовлення деталі запропонованим варіантом $T_{\text{п. хв.}}$.

2) Рівень (коефіцієнт) технологічності конструкції за трудомісткістю виготовлення:

$$K_{\text{рТ}} = T_{\text{п}} / T_{\text{б}},$$

де $T_{\text{б}}$ – трудомісткість базової технології (аналога) виготовлення деталі, хв.

					МП 131.00.1/Б 90/с 035 00-ПЗ	Арк.
						21
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Величина $K_{рт}$ повинна бути меншою за 1, що є показником зменшення трудомісткості виготовлення заданої деталі в порівнянні з базовим аналогом.

В нашому випадку вираховувати цей коефіцієнт неможливо, тому, що в завданні відсутня трудомісткість базової технології.

3) Технологічна собівартість деталі $C_{п}$, грн. запропонованого варіанта технології.

4) Рівень (коефіцієнт) технологічності конструкції за технологічною собівартістю:

$$K_{рс} = C_{п} / C_{б}$$

де $C_{б}$ – базова технологічна собівартість ТП аналога в грн.

Величина $K_{рс}$ повинна бути меншою за 1, що є показником зменшення собівартості виготовлення деталі в порівнянні з базовим варіантом.

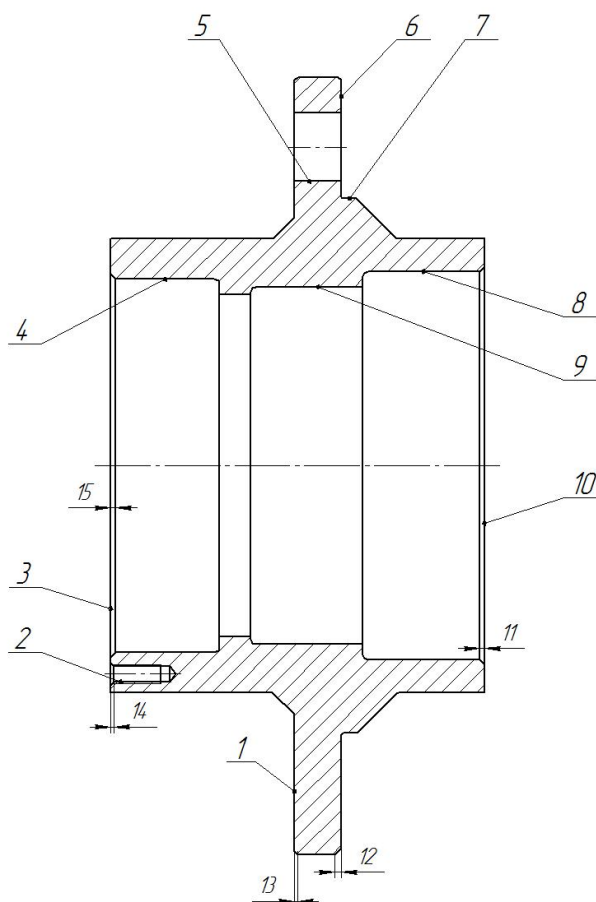


Рис. 2.1. Креслення деталі з позначеними оброблюваними поверхнями.

					МП 131.00.1/Б 90/с 035 00-ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		22

Технологічна собівартість C_n даного варіанту в курсовому проекті не враховується.

Коефіцієнт технологічності конструкції за технологічною собівартістю неможливо вирахувати тому, що відсутні значення C_n та C_6 .

Кількісний аналіз визначається по основним та додатковим показникам технологічності.

Додаткові кількісні показники технологічності:

1) Коефіцієнт уніфікації конструктивних елементів деталі.

$$K_{ye} = Q_{ye} / Q_e = 17 / 17 = 1,$$

де Q_{ye} – загальна кількість уніфікованих елементів деталі.

Q_e – загальна кількість елементів деталі.

Деталь вважають технологічною при $K_{ye} > 0,6$.

Таблиця 2.1

Показники кількісного виду технологічності конструкції

Поверхні		Кількість поверхон ь	Кількість уніфікованих елементів	Квалітет точності , IT	Параметр горст- кості, Ra
Позиція на рис.1.1	Найменування				
1 і 6	Торець 250	2	2	14	6,3
2	Різьба М6	3	3	7	3,2
3 і 10	Торець 146	2	2	14	6,3
4	Внутрішній Ø120	1	1	7	2,5
5	Отвір Ø20	6	6	9	2,5
7	Зовнішній Ø172	1	1	10	6,3
8	Внутрішній Ø125	1	1	7	2,5
9	Внутрішній Ø115	1	1	14	12,5
Всього:		17	17	82	42,1
Середнє значення:				9,1	4,68

2) Коефіцієнт використання матеріалу, K_{BM}

$$K_{BM} = m_d / m_z,$$

де m_d – маса деталі;

m_z – маса заготовки.

Цей коефіцієнт проекту теж не може бути вирахований.

3) Коефіцієнт точності обробки поверхні деталі

$$K_{IT} = 1 - \left(\frac{1}{IT_c} \right) > 0,8,$$

де IT_c – середній квалітет точності;

$$IT_c = \frac{1 \cdot n_1 + 2 \cdot n_2 + \dots + 9n_9}{\sum_{i=1}^9 n_i} = \frac{\sum_{i=1}^9 n_i}{\sum_{i=1}^9 n_i},$$

де n_i – кількість поверхонь деталі, що виконані відповідно за i -им квалітетом точності (таблиця 2.1).

$$K_{IT} = 1 - \left(\frac{1}{IT_c} \right) = 1 - \frac{1}{9,1} = 0,89 > 0,8$$

Висновок: Оскільки $K_{IT} > 0,8$ деталь є технологічною.

Коефіцієнт шорсткості поверхонь деталі:

$$K_{Ra} = \frac{1}{Ra_c} < 0,32,$$

					МП 131.00.1/Б 90/с 035 00-ПЗ	Арк.
						24
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

де Ra_c - середня точність оброблених поверхонь деталі, що визначається в значеннях параметра Ra , мкм:

$$IT_c = \frac{\sum_{i=1}^9 Ra_i \cdot m_i}{\sum_{i=1}^9 m_i},$$

де m_i – кількість поверхонь, що мають шорсткість i -го класу шорсткості в параметрах Ra ;

Ra_i - значення параметра шорсткості i -го класу шорсткості, мкм.

$$K_{Ra} = \frac{1}{Ra_c} = \frac{1}{4,68} = 0,21 < 0,32$$

Висновок: по коефіцієнту шорсткості деталь є технологічною.

2.3. Визначення типу виробництва та програми випуску деталей.

Тип виробництва визначається в залежності від маси деталі та річної програми випуску.

Річна програма випуску деталей визначається по формулі:

$$N_p = N \cdot m \left(1 + \frac{a}{100} \right) \cdot \left(1 + \frac{b}{100} \right),$$

де N - річна програма випуску виробів (складальних одиниць, машин, механізмів) до складу яких входить деталь;

m – кількість деталей, що входять до складу одного виробу;

a – відсоток деталей, що необхідні в якості запасних частин ($a = 1 \dots 10\%$);

					МП 131.00.1/Б 90/с 035 00-ПЗ	Арк.
						25
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

в – відсоток можливих технологічних втрат виробництва від браку (в = 2...6%).

Дано: N = 1000 шт., m = 9,67 кг. По таблиці 4.2 [1, с. 36] тип виробництва - малосерійне.

$$N_p = N \cdot 1 \left(1 + \frac{a}{100}\right) \cdot \left(1 + \frac{b}{100}\right) = 1000 \cdot 1 \left(1 + \frac{10}{100}\right) \cdot \left(1 + \frac{4}{100}\right) = 1144 \text{ шт.}$$

Технологічна партія запуску деталей:

$$n = \frac{N \cdot a}{255} = \frac{1144 \cdot 12}{255} = 54 \text{ шт.,}$$

де a – періодичність запуску в днях. (Рекомендується наступна періодичність запуску виробів: 3, 6, 12, 24 дні).

D_p = 255 днів – кількість робочих днів в році.

2.4. Вибір форми заготовки та способу її отримання.

При виборі способу одержання заготовки враховується тип виробництва, матеріал деталі, та його технологічні властивості (ковкість, зварюваність, оброблюваність); розміри, конфігурація та маса деталі; точність та якість поверхонь, що обробляються, технічні вимоги на виготовлення деталі; об'єм випуску продукції та виробничі можливості.

Виходячи з вимог робочого креслення деталі, а вона має складну геометричну форму та виготовлена з ливарного сталевих сплаву, єдиним видом заготовки може бути вилівок. Аналізуючи можливі способи лиття, враховуємо, що першорядне значення має забезпечення необхідного параметра шорсткості та геометричної точності поверхонь, що не підлягають механічній обробці в наслідок своєї складності. Крім того, якість цих поверхонь визначає експлуатаційні властивості виробу.

					МП 131.00.1/Б 90/с 035 00-ПЗ	Арк.
						26
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Основним способом виробництва заготовки даної деталі є лиття під низьким тиском. У порівнянні з відомими способами виробництва виливків цей спосіб має суттєві переваги, а саме:

- для лиття під низьким тиском можна використовувати ливарні форми різної конструкції;
- за рахунок повільного заповнення форми розплавом відбувається повне витіснення з неї газів, що виключає вибраковування виливок через газові раковини і пори;
- у процесі твердіння розплав перебуває під тиском, що підвищує його щільність і зменшує ймовірність виникнення у виливках зайвих міжфазових утворень, усадкових раковин і пор;
- досягається мінімальна витрата сплаву на елементи ливникової системи, що збільшує вихід придатного литва до 90%;
- автоматизує весь цикл виготовлення виливок, у першу чергу складної і відповідальної операції заливання форми.

На підставі вищесказаного можна зробити висновок, що описані способи лиття практично рівнозначні, оскільки забезпечують необхідні параметри заготовки. Однак, надаємо перевагу виробу, який буде виготовлятися литтям по моделях, що витоплюються, оскільки цей спосіб забезпечує кращий коефіцієнт використання матеріалу, стабільно забезпечує високу якість поверхні, значною мірою механізований і автоматизований, тобто сприяє створенню більш комфортних умов праці робітника.

Для виготовлення виливків з будь-яких сплавів використовують спосіб лиття по моделях, що витоплюються. Цим способом одержують виливки масою до 10 кг із товщиною стінки до 0,5 мм, точністю розмірів 11 — 12-го квалітетів і параметром шорсткості поверхонь Ra 40 — 10 мкм.

При даному способі використовують точні різнімі форми, відтворені з разових витоплюваних моделей. Спосіб економічно доцільний при виробництві заготовок партіями понад 100 штук, але в цьому випадку

					МП 131.00.1/Б 90/с 035 00-ПЗ	Арк.
						27
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

визначальною є складна конфігурація деталі й вимоги до точності та якості поверхонь.

За умовами завдання виготовляється в середньосерійному виробництві зі сталі 35. В цьому типі виробництва заготовки деталей подібної конфігурації рекомендовано отримувати штампуванням, литтям або виготовленням з сортового прокату. Заготівлю з прокату отримувати недоцільно. Для нашого випадку найбільш прийнятним буде гаряче штампування на горизонтально-кувальних машинах і вільна кування. Дані методи отримання заготовки відрізняються геометричними параметрами одержуваних поковок, а отже масою. При гарячому штампуванні припуски на обробку і маса поковки дещо менше, ніж при отриманні вільним куванням. Спосіб отримання заготовки гарячим штампуванням дозволить отримати заготовку близько наближену за конфігурацією до заданої деталі. Матеріал – сталь 35 добре штампується в гарячому стані і придатна для виготовлення заготовки. Конфігурація зовнішнього контуру і внутрішніх поверхонь не викликає значних складностей при отриманні заготовки.

По ДСТУ EN 10250-1 - 2008 [7] встановлена група сталі – М2. Сталь групи М2 містить вуглецю більше 0,35% та до 0,65% включно або сумарною масою частки легованих елементів більше 2,0 до 5% включно.. Клас точності поковки – Т2.

Ступінь складності:

$$C=G_{\Pi}/G_{\Phi}$$

де G_{Π} – маса поковки, кг;

G_{Φ} – маса простої фігури в яку вписується поковка, кг.

$$G_{\Pi} = m_{\text{заг}} \cdot 1,3 = 9,67 \cdot 1,3 = 12,6 \text{ кг.}$$

$$G_{\Phi} = \rho \cdot V_{\Phi} = 7,85 \cdot 5887,5 = 46,2 \text{ кг}$$

де V_{Φ} – об'єм фігури, см³.

					МП 131.00.1/Б 90/с 035 00-ПЗ	Арк.
						28
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

$$V_{\phi} = \frac{\pi \cdot D^2}{4} \cdot h = \frac{3,14 \cdot 25,0^2}{4} \cdot 12 = 5887,5 \text{ см}^3$$

$$C = 12,6 / 46,2 = 0,33$$

По ДСТУ 7809:2015 ступінь складності – "С2" (0,32.....0,63).

Таким чином для деталі „Маточина” обираємо заготовку отриману гарячим штампуванням:

- група сталі М2;
- поковка ступеня складності С2;
- клас точності поковки Т2.

Згідно ДСТУ EN 10250-1 – 2008 вихідний індекс деталі – 10.

2.5. Розробка технологічного маршруту виготовлення деталі

2.5.1. Розробка технологічного маршруту виготовлення деталі

Перед вибором баз виконується визначення методів обробки поверхонь.

Від правильного визначення методів обробки залежить точність обробки. Методи обробки поверхонь деталі приведені в таблиці 2.1.

В дипломному проекті не передбачає розглядання таких операцій, як: зачистка задилок, промивання деталі, гартування деталі, технічний контроль, нанесення антикорозійного покриття та інші можливі операції.

Таблиця 2.2

Метод обробки поверхні

Вид поверхні, розміри, мм	Квалітет	Шорсткість Ra , мкм	Метод обробки поверхні
Торець 250	14	12,5	Точіння чорнове
	14	6,3	Точіння чистове
Різьба М6	10	6,3	Свердління
	7	3,2	Різьбонарізання
Торець 146	14	12,5	Точіння чорнове
	14	6,3	Точіння чистове
Внутрішній Ø120	12	12,5	Точіння чорнове

					МП 131.00.1/Б 90/с 035 00-ПЗ	Арк.
						29
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

	9	5,0	Точіння чистове
	7	2,5	Точіння тонке
Отвір Ø22	10	5,0	Свердління
	9	2,5	Розвірчування
Зовнішній Ø172	14	12,5	Точіння чорнове
	10	6,3	Точіння чистове
Внутрішній Ø125	12	12,5	Розточування чорнове
	9	5,0	Розточування чистове
	7	2,5	Розточування тонке
Внутрішній Ø115	14	12,5	Точіння однократне

2.5.2. Технологічний маршрут виготовлення деталі.

На основі визначених методів обробки (див табл. 2.2) поверхонь деталі визначено технологічний процес, приведений в таблиці 2.3.

Таблиця 2.3

Технологічний процес обробки деталі

№ операції	Назва операції	Технічна база
005	Заготівельна	-
010	Транспортна	-
015	Токарна з ЧПУ (чорнова)	Необроблені поверхні Ø146 мм і торці цих поверхонь.
020	Токарна з ЧПУ (чистова)	Оброблені отвори Ø120 і 125 мм та зовнішні торці маточини.
№ операції	Назва операції	Технічна база
025	Свердлильна з ЧПУ	Оброблені внутрішню циліндричну поверхню Ø125 мм і оброблений торець Ø146 мм.
030	Транспортна	-
035	Мийна	-
040	Транспортна	-
045	Контрольна	-

2.5.3. Розрахунок загальних і проміжних припусків на обробку та визначення розмірів заготовки.

Вибір загальних припусків на поковки сталі штамповані виконується за ДСТУ EN 10250-1 - 2008 [7].

Розрахунок припусків і граничних розмірів по технологічним переходам виконано для отвору маточини Ø120P7.

Технологічний маршрут обробки отвору Ø120P7 складається з проточування попереднього, остаточного та тонкого. Обточування виконуються в трьохкулачковому патроні.

Технологічний маршрут обробки записано в розрахункову табл. 2.4. У таблицю також записано відповідні заготівлі і кожному технологічному переходу значення елементів припуску. Так як в даному випадку обробка ведеться в центрах, похибка установки в радіальному напрямків дорівнює нулю, що має значення для розраховується розміру. У цьому випадку ця величина виключається з основної формули для розрахунку мінімального припуску, і відповідну графу можна не включати в розрахункову таблицю.

Висоту нерівностей Rz і допуск Т прийнято для заготовки по таблиці 4.3 [4], а для операцій механічної обробки по таблиці 4.5 [4].

Граничні розміри поверхні $d = 120P7 \left(\begin{smallmatrix} -0,024 \\ -0,059 \end{smallmatrix} \right)$ мм:

$$d_{\max} = d + es = 120 + (-0,024) = 120,030 \text{ мм};$$

$$d_{\min} = d + ei = 120 + (-0,059) = 119,941 \text{ мм}.$$

Сумарне відхилення:

$$\rho_z = \sqrt{\rho_{\text{см}}^2 + \rho_{\text{кор}}^2 + \rho_{\text{ц}}^2};$$

де $\rho_{\text{см}} = 0,15$ мм – допуск зміщення [4, табл. 4.11];

$\rho_{\text{кор}}$ – допуск короблення;

$$\rho_{\text{кор}} = \Delta_k \cdot l = 0,1 \cdot 120 = 12 \text{ мм};$$

де Δ_k – питома кривизна заготовок (0,1 мм) [4, табл. 4.8].

l – довжина деталі, мм

$\rho_{\text{ц}}$ – допуск циліндричності;

					МП 131.00.1/Б 90/с 035 00-ПЗ	Арк.
						31
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

$$\rho_{\text{ц}} = \sqrt{\left(\frac{\delta_3}{2}\right)^2 + 0,25^2}$$

Таблиця 2.4

Розрахунок припусків та граничних розмірів за технологічними переходами на обробку отвору Ø120P7

Переходи	Елементи припуску, мкм			Розрахунковий припуск $2Z_{\text{min}}$, мкм	Розрахунковий розмір d_p , мм	Допуск δ , мкм	Граничний розмір, мм		Граничні значення припусків, мкм	
	Rz	T	ρ				d_{min}	d_{max}	$2Z_{\text{пр min}}$	$2Z_{\text{пр max}}$
Заготовка	150	250	1290	-	116,162	1725	117,814	116,162	-	-
Розточування чорное	50	50	77	2x1690	119,542	350	119,363	119,542	1550	3380
Розточування чистове	30	30	52	2x177	119,896	87	119,717	119,896	350	350
Розточування тонке	5	10	26	2x112	119,976	35	119,941	119,976	220	80
Разом									2120	3810

Допуск на поверхні, що використовуються в якості базових на токарній операції, визначаємо по ДСТУ EN 10250-1 – 2008 для штамповок підвищеної точності, для групи стали М2, ступеня складності С2:

$$\delta_3 = 2,5 \text{ мм};$$

$$\rho_{\text{ц}} = \sqrt{\left(\frac{2,5}{2}\right)^2 + 0,25^2} = 1,27 \text{ мм}$$

$$\rho_3 = \sqrt{1,0^2 + 0,245^2 + 1,27^2} = 1,29 \text{ мм}$$

					МІ 131.00.1/Б 90/с 035 00-ПЗ	Арк.
						32
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Залишкові просторове відхилення:

- після чорнового розточування

$$\rho_1 = 0,06 \cdot 1290 = 77 \text{ мкм};$$

- після чистового розточування

$$\rho_2 = 0,04 \cdot 1290 = 52 \text{ мкм};$$

- після тонкого розточування

$$\rho_3 = 0,02 \cdot 1290 = 26 \text{ мкм}.$$

Розрахунок мінімальних значень припусків виконується, користуючись основної формулою:

$$2Z_{\min i} = 2(Rz_{i-1} + T_{i-1} + \rho_{i-1}).$$

Мінімальний припуск:

- під чорнове розточування

$$2Z_{\min 1} = 2(Rz_1 + T_1 + \rho_3) = 2(150 + 250 + 1290) = 2 \cdot 1690 \text{ мкм};$$

- під чистове

$$2Z_{\min 2} = 2(Rz_2 + T_2 + \rho_3) = 2(50 + 50 + 77) = 2 \cdot 177 \text{ мкм};$$

- під тонке розточування

					МП 131.00.1/Б 90/с 035 00-ПЗ	Арк.
						33
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

$$2Z_{\min 3}=2(R_{z3} + T_3 + \rho_3) = 2(30 + 30 + 52) = 2 \cdot 112 \text{ мкм};$$

Графа табл. 2.3 "Розрахунковий розмір d_p " заповнюється починаючи з кінцевого (креслярського) розміру шляхом послідовного віднімання розрахункового мінімального припуску кожного технологічного переходу:

$$d_{p2}=119,363- 2 \cdot 1690/1000 = 115,983 \text{ мм}$$

$$d_{p1} = 119,717-2 \cdot 177/1000 = 119,363 \text{ мм}$$

$$d_{p3} = 119,976 -2 \cdot 112/1000 = 119,717 \text{ мм}$$

Значення допусків кожного переходу приймаються по таблицям у відповідності з квалітетом того чи іншого виду обробки. Для тонкого розточування значення допуску становить 35 мкм (креслярський розмір); для чистового розточування $\delta = 87$ мкм;

для чорнового розточування $\delta = 350$ мкм; допуск на отвір у відливці по ISO 8013-85 становить $\delta = 870$ мкм.

В графі "Граничний розмір" найбільше значення ($d_{\max}$) отримується по розрахованим розмірам, округленим до точності допуску відповідного переходу. Найменші граничні розміри ($d_{\min}$) визначаються з найбільших граничних розмірів відніманням допусків відповідних переходів:

$$d_{\min 3} = d_{p3} - 0,017 = 119,976 - 0,035 = 119,941 \text{ мм};$$

$$d_{\min 2} = d_{p2} - 0,035 = 119,941 - 0,087 = 119,854 \text{ мм};$$

					МП 131.00.1/Б 90/с 035 00-ПЗ	Арк.
						34
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

$$d_{\min 1} = d_{p1} - 0,087 = 119,854 - 0,350 = 119,504 \text{ мм};$$

$$d_{\min 3} = d_{p3} - 1,69 = 119,504 - 1,69 = 117,814 \text{ мм}.$$

Записавши у відповідній графі розрахункової таблиці значення допусків на кожен технологічний перехід і заготовку, в графі «Найменший граничний розмір» визначається їх значення для кожного технологічного переходу, округляючи розрахункові розміри збільшенням їх значень. Округлення виконується до того ж знака десяткового дробу, з яким дано допуск на розмір для кожного переходу. Найбільші граничні розміри обчислюємо додатком допуску до округленому найменшому граничного розміру:

Мінімальні граничні значення припусків ($Z_{\min}^{\text{пр}}$) визначаються як різниця найбільших різницю граничних розмірів виконуваного і попереднього переходів, а максимальні ($Z_{\max}^{\text{пр}}$) - як різницю найменших граничних розмірів попереднього і виконуваного переходів:

$$2Z_{\min 3}^{\text{пр}} = d_{\min 2} - d_{\min 3} = 119,941 - 119,717 = 0,22 \text{ мм} = 220 \text{ мкм};$$

$$2Z_{\min 2}^{\text{пр}} = d_{\min 1} - d_{\min 2} = 119,717 - 119,363 = 0,354 \text{ мм} = 354 \text{ мкм};$$

$$2Z_{\min 1}^{\text{пр}} = d_{\min 3} - d_{\min 1} = 119,363 - 117,814 = 1,55 \text{ мм} = 1550 \text{ мкм}.$$

$$2Z_{\max 3}^{\text{пр}} = d_{\max 2} - d_{\max 3} = 119,976 - 119,896 = 0,08 \text{ мм} = 80 \text{ мкм};$$

$$2Z_{\max 2}^{\text{пр}} = d_{\max 1} - d_{\max 2} = 119,896 - 119,542 = 0,35 \text{ мм} = 350 \text{ мкм};$$

$$2Z_{\max 1}^{\text{пр}} = d_{\max 3} - d_{\max 1} = 119,542 - 116,162 = 3,38 \text{ мм} = 3380 \text{ мкм};$$

					МП 131.00.1/Б 90/с 035 00-ПЗ	Арк.
						35
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Загальні припуски $Z_{0\min}$ і $Z_{0\max}$ визначаються, підсумовуючи проміжні припуски і записуються їх значення внизу відповідних граф.

$$2z_{0\min} = 2Z_{\min}^{\text{пр}}_1 + 2Z_{\max}^{\text{пр}}_4 = 2124 + 3380 = 5504 \text{ мкм.}$$

$$2z_{0\max} = 2Z_{\max}^{\text{пр}}_1 + 2Z_{\max}^{\text{пр}}_4 = 1550 + 3810 = 5360 \text{ мкм.}$$

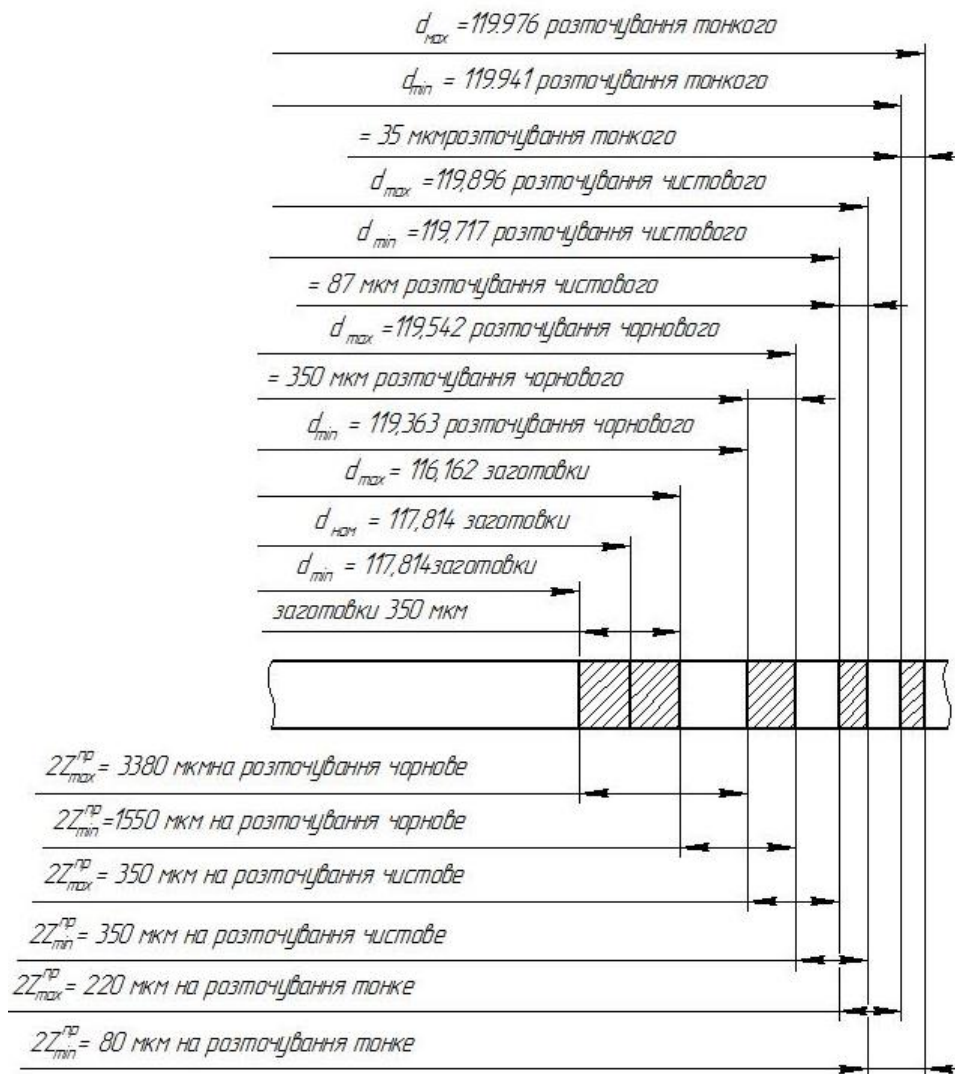


Рис. 2.2. Схема графічного розміщення припусків і допусків на обробку отвору 120P7

Перевірка правильності виконаних розрахунків:

$$\delta_{\text{заг}} - \delta_1 = \Sigma 2z_{\text{max}} - \Sigma 2z_{\text{min}} ,$$

$$\delta_{\text{заг}} - \delta_1 = 1725 - 35 = 1690 \text{ мкм.}$$

$$\Sigma 2z_{\text{max}} - \Sigma 2z_{\text{min}} = 3810 - 2120 = 1690 \text{ мкм.}$$

Загальний номінальний припуск

$$2z_{0 \text{ ном}} = 2z_{0 \text{ min}} + B_3 - B_1 = 2120 + 700 - 35 = 2785 \text{ мкм.}$$

$$d_{\text{ном}} = 119,976 - 2,785 = 117,191 \text{ мм.}$$

На інші оброблювані поверхні деталі припуски і допуски прийнято по ISO 377.2-89 і зведено їх значення в табл. 2.5. Діаметри і довжини, на які прийнято припуски і допуски, зображені на рис. 2.2.

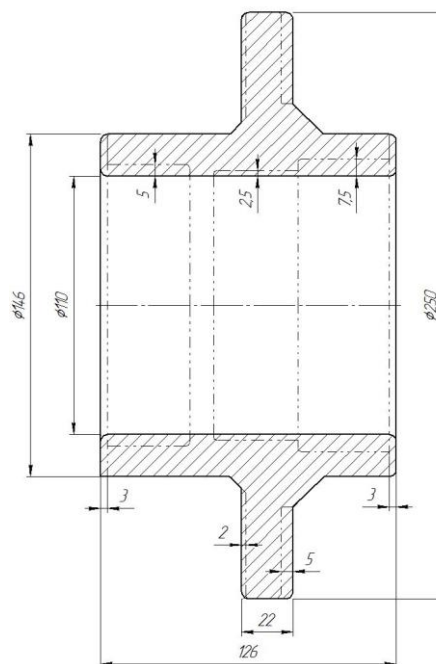


Рис. 2.3. Ескіз заготовки.

					МІ 131.00.1/Б 90/с 035 00-ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		37

Таблиця 2.5

Припуски і допуски на основні оброблювані поверхні деталі

Поверхня (рис. 1.2.)	Розмір, мм	Припуск, мм		Допуск, мм	Прийнятий розмір, мм
		табличний	розрахований		
4	Ø120 +0,021 +0,002	2,7x2=5,4	2x2,8=5,6	+1,5 - 0,7	110 ^{+1,5} _{-0,7}
8	Ø125 +0,021 +0,002	2,7x2=5,4		+1,5 - 0,7	110 ^{+1,5} _{-0,7}
3,10	120±0,7	3x2=6		+1,5 - 0,7	126 ^{+1,5} _{-0,7}

2.6 Розробка та обґрунтування технологічних операцій технологічного процесу.

Маршрут виготовлення деталі повинен забезпечувати оптимальну послідовність операцій, як з технологічної точки зору, так і з економічних позицій, тобто необхідно мінімізувати втрати часу, зменшити матеріальні витрати безпосередньо на виготовлення (у вигляді витрат на електроенергію, пар, стиснене повітря, і т. д., заробітної плати, компенсації невинновданого зносу інструменту та обладнання).1) в першу чергу слід обробляти поверхні, прийняті за чистові (оброблені) технологічні бази;

2) послідовність обробки залежить від системи проставлення розмірів. На початок маршруту виносять обробку тієї поверхні, щодо якої на кресленні координовано більше число інших поверхонь;

3) при невисокій точності вихідної заготовки спочатку слід обробляти поверхні, що мають найбільшу товщину видаляється матеріалу (для раннього виявлення ливарних і інших дефектів, наприклад раковин, включень, тріщин, волосовин і т.п., і відсіювання шлюбу). Далі послідовність операцій необхідно встановлювати в залежності від необхідної точності поверхні: чим точніше

повинна бути поверхня, тим пізніше її необхідно обробляти, так як обробка кожної наступної поверхні може викликати спотворення раніше обробленої поверхні (зняття кожного шару металу з поверхні заготовки призводить до перерозподілу залишкових напруг, що і викликає деформацію заготовки). Останньою потрібно обробляти ту поверхню, яка є найбільш точною і відповідальною для роботи деталі в машині;

4) операції обробки поверхонь, що мають другорядне значення, не впливають на точність основних параметрів деталі (свердління дрібних отворів, зняття фасок, прорізання канавок, видалення задирок і т.п.), слід виконувати в кінці технологічного процесу, але до операцій остаточної обробки відповідальних поверхонь. В кінець маршруту бажано також виносити обробку поверхонь, що легко пошкоджуються.

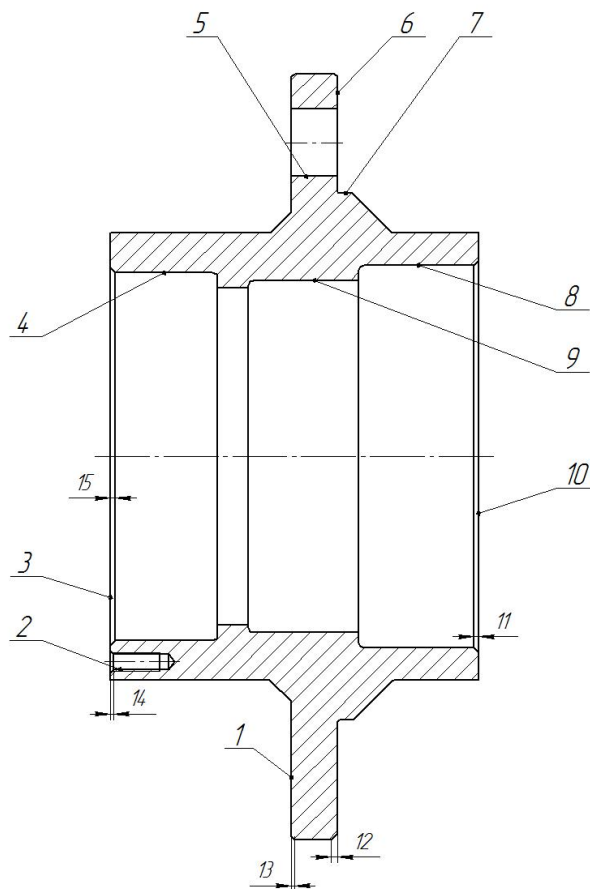


Рис. 2.4. Оброблювані поверхні деталі.

					МП 131.00.1/Б 90/с 035 00-ПЗ	Арк.
						39
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Виходячи з аналізу взаємозв'язку між поверхнями виконано вибір технологічної послідовності виконання операцій та їх зміст.

Таблиця 2.6

Карта операційного технологічного процесу

№ перехо- ду	Назва та зміст операції	Різальний інструмент	Пози- ція
15 Токарна з ЧПУ (чорнова)			
	<u>Установ 1</u>		
1	Встановити в трьохкулачковий патрон і закріпити.		
2	Підрізати торець (поз. 10) витримуючи розмір 124 мм (чорнова). Ra= 12,5 мм.	Різець 2100-2181 T15K6 ДСТУ ГОСТ 26611-85	T1
3	Підрізати торець Ø250 мм (поз. 6) витримуючи розмір 18 мм (чорнова). Ra= 12,5 мм.		
4	Точити поверхню(поз. 7) від Ø 176 мм до Ø 174 мм на довжину 4 мм (чорнова). Ra= 12,5 мм.	Різець 2100-2181 T15K6 ДСТУ ГОСТ 26611-85	
5	Розточити отвір (поз. 9) від Ø 110 мм до Ø 115 мм на довжину 75 мм (чорнова). Ra= 12,5 мм.	Різець 2140-0424 T15K6 ДСТУ ГОСТ 26612-85	T2
6	Розточити отвір (поз. 8) від Ø 115 мм до Ø 122,2 мм на довжину 40 мм (чорнова). Ra=12,5 мм.		
7	Контроль якості обробки.		
8	<u>Установ 2</u> Перезакріпити деталь.		
9	Підрізати торець (поз. 3) Ø 146 мм витримуючи розмір 122 мм (чорнова). Ra= 12,5 мм.	Різець 2181 T15K6 ДСТУ ГОСТ 26611-85	T1
10	Підрізати торець (поз. 1) витримуючи розмір 16 мм (чорнова). Ra = 12,5 мм.		
11	Розточити отвір (поз. 4) від Ø 110 мм до Ø 117,6 мм на довжину 34 мм (чорнова). Ra = 12,5 мм.	Різець 2140-0424 T15K6 ДСТУ ГОСТ 26612-85	T2
12	Контроль якості обробки.		
13	Зняти деталь, вкласти в тару.		

					МП 131.00.1/Б 90/с 035 00-ПЗ	Арк.
						40
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

020. Токарна з ЧПУ (чистова)				
1	<u>Установ 1</u> Встановити в трьохкулачковий патрон і закріпити.			
2	Підрізати торець (поз. 10) витримуючи розмір 121 мм (чистова). Ra= 6,3 мм.	Різець 2140-0424 Т30К4 ДСТУ ГОСТ 26611-85	Т1	
3	Підрізати торець Ø 250 мм (поз. 6) витримуючи розмір 16 мм (чистова). Ra= 6,3 мм.			
4	Точити поверхню (поз. 7) від Ø 174 мм до Ø 172 мм на довжину 39 мм (чистова). Ra= 6,3 мм.			
5	Розточити отвір (поз. 8) від Ø 122,2 мм до Ø 124,2 мм на довжину 39 мм (чистова). Ra= 6,3 мм.	Різець 2100-2181 Т30К4 ДСТУ ГОСТ 26612-85	Т2	
6	Розточити отвір (поз. 8) від Ø 124,2 мм до Ø 125 мм на довжину 39 мм (тонка). Ra= 6,3 мм.	Різець 2100-2181 Т30К4 ДСТУ ГОСТ 26612-85	Т2	
7	Підрізати торець (поз. 16) витримуючи розмір 39 мм (чистова). Ra= 6,3 мм.			
8	Зняти фаску 1,6x45°.(поз. 11) Ra= 6,3 мм.	Різець 2140-0594 Т30К4 ДСТУ ГОСТ 25003-85	Т3	
9	Зняти фаску 2x45°.(поз. 12) Ra= 6,3 мм.	Різець 2100-1909 Т30К4 ДСТУ ГОСТ 25003-85	Т4	
10	Контроль якості обробки.			
11	<u>Установ 2</u> Переустановити деталь.			
12	Підрізати торець(поз. 3) витримуючи розмір 120 мм (чистова). Ra= 3,2 мм.	Різець 2100-2181 Т15К6 ДСТУ ГОСТ 26611-85	Т1	
13	Підрізати торець (поз. 1) витримуючи розмір 15 мм (чистова). Ra= 3,2 мм.			
14	Розточити отвір (поз. 4) від Ø 117,6 мм до Ø 119,4 мм на довжину 35 мм (чистова). Ra= 12,5 мм.	Різець 2100-2182 Т30К4 ДСТУ ГОСТ 20872-85	Т2	
15	Розточити отвір (поз. 4) від Ø 119,4 мм до Ø 120 мм на довжину 35 мм (тонка). Ra= 12,5 мм.			

					МП 131.00.1/Б 90/с 035 00-ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		41

16	Зняти фаску 1,6x45° (поз. 15) Ra= 6,3 мм.	Різець 2140-0594 Т30К4 ДСТУ ГОСТ 25003-85	Т3
17	Зняти фаску 1x45° (поз. 13) Ra= 6,3 мм.	Різець 2100-1909 Т30К4 ДСТУ ГОСТ 25003-85	Т4
18	Контроль якості обробки.		
19	Зняти деталь, вкласти в тару.		
025. Свердлильна			
1	Встановити деталь в спеціальний пристрій та закріпити.		
2	Центрувати отвори	Свердло 2000-1201 ISO 1829-75	Т1
3	Свердлити отвори Ø19,5 мм на глибину 20 мм. (поз. 16) Ra= 12,5 мм	Свердло 2301-4311 ISO 235-1-75	Т2
4	Свердлити отвори Ø5 мм на глибину 19 мм. (поз. 2) Ra= 12,5 мм	Свердло 2302-0396 ДСТУ ГОСТ 1652.2:2009	Т3
5	Розгорнути отвори від Ø19,5 мм до Ø20 мм на глибину 20 мм. (поз. 5) Ra= 2,5 мм	Розгортка 2363-2099 Н7 ISO 521-75	Т4
6	Зняти у отворах фаски 1x45°.(поз. 14) Ra = 12,5 мм.	Зенківка 2353-0122 ISO 7721	Т5
7	Нарізати у отворах різьбу М6-7Н на глибину 16 мм. (поз. 2) Ra= 3,2 мм.	Мітчик 2621-1157 ISO 529	Т6
8	Контроль якості обробки.		
9	Зняти деталь, вкласти в тару.		

2.7 Вибір технологічного обладнання.

При виборі верстатного встаткування враховується:

- характер виробництва;
- методи досягнення заданої точності при обробці;
- відповідність верстата розмірам деталі;

					МП 131.00.1/Б 90/с 035 00-ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		42

- потужність верстата;
- зручність керування та обслуговування верстата;
- можливість оснащення верстата високопродуктивними пристосуваннями та засобами механізації й автоматизації.

Підібране технологічне обладнання для операцій виготовлення деталі приведені в таблиці 2.7.

Таблиця 2.7

Відомість технологічного обладнання

№ операції	Назва операції	Назва і модель верстата	Потужність приводу, кВт
015	Токарна з ЧПУ	Токарно-гвинторізний 16K20Ф3	11,0
020	Токарна з ЧПУ	Токарно-гвинторізний 16K20Ф3	11,0
025	Свердлильна з ЧПУ	Вертикально-свердлильний 2P135Ф2	10,0

2.7.1 Вибір засобів технологічного оснащення.

До засобів технологічного оснащення ставляться: технологічне встаткування; технологічне оснащення; засобу механізації й автоматизації технологічних процесів. Підібране технологічне оснащення для операцій виготовлення деталі приведені в таблиці 2.8.

Таблиця 2.8

Відомість технологічного оснащення

№ опер.	Назва операції	Модель верстата	Засоби технологічного оснащення			
			Пристрій	Допоміжний інструмент	Різальний інструмент	Вимірювальний інструмент
015	Токарна з ЧПУ (чорнова)	16K20Ф3	Патрон трьохкулачковий 7100-	Інструментальний дванадцятипозиційний диск	Різець 2100-2181 Т15К6 ДСТУ ГОСТ 26611-85;	Штангенциркуль ЩЦЦ- П-200-0,1

					МП 131.00.1/Б 90/с 035 00-ПЗ	Арк.
						43
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

			0009 ISO 2296-72	УГ9321; тримач для розточувально го різця SBHA20-25	різець 2140- 0424 T15K6 ДСТУ ГОСТ 26612-85	ДСТУ 166:2009
020	Токарна з ЧПУ (чистова)	16K20Ф3	Патрон трюхкулачк овий 7100- 0009 ISO 2296-72	Інструменталь ний дванадцятипоз иційний диск УГ9321; тримач для розточувально го різця SBHA20-25	Різець 2100- 2181 T15K6 ДСТУ ГОСТ 26611-85; різець 2100- 2182 T30K4 ДСТУ ГОСТ 20872-85; різець 2140- 0594 T30K4 ДСТУ ГОСТ 25003-85; різець 2100- 1909 T30K4 ДСТУ ГОСТ 25003-85	Штанген- цикуль ЩЦЦ- II- 200-0,1 ДСТУ 166:2009; нутромір 100-160 ДСТУ 9244:2009; кутові шаблони
025	Свердлильн а з ЧПУ	2P135Ф2	Спеціальний	Патрон 1-3-32 ISO 5414-2-82; патрон M5- M12-2 ISO 9001 втулка 1-2-32 ISO 5415-2014	Свердло 2000- 1201 ISO SP1125: свердло 2301- 4311 ISO 235- 1-75; свердло 2302-0396 ISO 235-1-75; розгортка 2363-2099 H7 ISO 521-75; зенківка 2353- 0122 ISO 3294; мітчик 2621-1157 ISO 529	Калібр- пробки 8133-0080 ДСТУ 16778:2009, 8133-0263 H9 ДСТУ 16780:2009 та 8315- 0403 ДСТУ 24961:2009; пробка 8221-1030 7H ДСТУ 17757:2009

2.8. Вибір засобів технологічного оснащення.

015. Токарна з ЧПУ (чорнова)

Визначення глибини різання:

Переходи 2 і 9. (1 прохід)

$$t = 2,0 \text{ мм. [3, карта 2.2, поз. 6].}$$

Перехід 3. (2 проходи)

$$t = 2,0 \text{ мм. [3, карта 2.2, поз. 7].}$$

Перехід 4. (1 прохід)

$$t = 2,0 \text{ мм. [3, карта 2.2, поз. 6].}$$

Перехід 5. (2 проходи)

$$t = 1,5 \text{ мм. [3, карта 2.2, поз. 5].}$$

Перехід 6 (2 проходи)

$$t = 1,8 \text{ мм. [3, карта 2.2, поз. 6].}$$

Перехід 10. (2 проходи)

$$t = 2,0 \text{ мм. [3, карта 2.2, поз. 7].}$$

Перехід 11. (2 проходи)

$$t = 1,9 \text{ мм. [3, карта 2.2, поз. 6].}$$

Визначення подач:

Переходи 2 і 9.

$$S_{от}^{(чор)} = 0,83 \text{ мм/об [3, карта 2.3, лист 1, поз. 1]}$$

$$S_o^{(чор)} = S_{от}^{(чор)} K_{si} K_{sp} K_{sd} K_{sh} K_{sm} K_{sy} K_{sn} K_{sfk} K_{sj} =$$

$$= 0,83 \cdot 1,00 \cdot 1,00 \cdot 1,00 \cdot 1,00 \cdot 1,00 \cdot 1,20 \cdot 1,00 \cdot 1,00 \cdot 1,00 = 1,0 \text{ мм/об,}$$

де $K_{si} = 1,00$ [3, карта 2.3, лист 1] - коефіцієнт в залежності від марки матеріалу інструменту, в нашому випадку – T15K6;

$K_{sp} = 1,00$ [3, карта 2.3, лист 1] - коефіцієнт в залежності від способу кріплення різальної частини;

$K_{sd} = 1,00$ [3, карта 2.5, лист 1] - коефіцієнт в залежності від розміру перерізу державки різця;

					МП 131.00.1/Б 90/с 035 00-ПЗ	Арк.
						45
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

$K_{sh} = 1,00$ [3, карта 2.5, лист 1] - коефіцієнт в залежності від міцності різальної частини;

$K_{sm} = 1,00$ [3, карта 2.5, лист 2] - коефіцієнт в залежності від механічних властивостей матеріалу, що обробляється;

$K_{sy} = 1,20$ [3, карта 2.5, лист 2] - коефіцієнт в залежності від схеми установки заготовки;

$K_{sp} = 1,00$ [3, карта 2.5, лист 3] - коефіцієнт в залежності від стану поверхні заготовки;

$K_{s\phi k} = 1,00$ [3, карта 2.5, лист 3] - коефіцієнт в залежності від кінематичного кута в плані;

$K_{sj} = 1,00$ [3, карта 2.5, лист 4] - коефіцієнт в залежності від жорсткості верстата.

Перехід 3.

$$S_{от}^{(чор)} = 1,3 \text{ мм/об} [3, \text{ карта 2.3, лист 1, поз. 1}]$$

$$S_o^{(чор)} = S_{от}^{(чор)} K_{si} K_{sp} K_{sd} K_{sh} K_{sm} K_{sy} K_{sp} K_{s\phi k} K_{sj} = \\ = 1,3 \cdot 1,00 \cdot 1,00 \cdot 1,00 \cdot 1,00 \cdot 1,00 \cdot 1,20 \cdot 1,00 \cdot 1,00 \cdot 1,00 = 1,56 \text{ мм/об.}$$

Перехід 4.

$$S_{от}^{(чор)} = 0,83 \text{ мм/об} [3, \text{ карта 2.3, лист 1, поз. 1}]$$

$$S_o^{(чор)} = S_{от}^{(чор)} K_{si} K_{sp} K_{sd} K_{sh} K_{sm} K_{sy} K_{sp} K_{s\phi k} K_{sj} = \\ = 0,83 \cdot 1,00 \cdot 1,00 \cdot 1,00 \cdot 1,00 \cdot 1,00 \cdot 1,20 \cdot 1,00 \cdot 1,00 \cdot 1,00 = 1,0 \text{ мм/об.}$$

Перехід 5

$$S_{от}^{(чор)} = 0,66 \text{ мм/об} [3, \text{ карта 2.16, лист 1, поз. 2}]$$

$$S_o^{(чор)} = S_{от}^{(чор)} K_{si} K_{sp} K_{sd} K_{sh} K_{sm} K_{sy} K_{sp} K_{s\phi k} K_{sj} = \\ = 0,66 \cdot 1,00 \cdot 1,00 \cdot 1,00 \cdot 1,00 \cdot 1,00 \cdot 1,20 \cdot 1,00 \cdot 1,00 \cdot 1,00 = 0,8 \text{ мм/об.}$$

Перехід 6

$$S_{от}^{(чор)} = 0,66 \text{ мм/об} [3, \text{ карта 2.3, лист 1, поз. 1}]$$

$$S_o^{(чор)} = S_{от}^{(чор)} K_{si} K_{sp} K_{sd} K_{sh} K_{sm} K_{sy} K_{sp} K_{s\phi k} K_{sj} = \\ = 0,66 \cdot 1,00 \cdot 1,00 \cdot 1,00 \cdot 1,00 \cdot 1,00 \cdot 1,20 \cdot 1,00 \cdot 1,00 \cdot 1,00 = 0,8 \text{ мм/об.}$$

Перехід 10.

					МП 131.00.1/Б 90/с 035 00-ПЗ	Арк.
						46
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

$$S_{от}^{(чор)} = 1,3 \text{ мм/об [3, карта 2.3, лист 1, поз. 1]}$$

$$S_o^{(чор)} = S_{от}^{(чор)} K_{si} K_{sp} K_{sd} K_{sh} K_{sm} K_{sy} K_{sp} K_{sj} =$$

$$= 1,3 \cdot 1,00 \cdot 1,00 \cdot 1,00 \cdot 1,00 \cdot 1,00 \cdot 1,20 \cdot 1,00 \cdot 1,00 \cdot 1,00 = 1,56 \text{ мм/об.}$$

Перехід 11.

$$S_{от}^{(чор)} = 0,66 \text{ мм/об [3, карта 2.3, лист 1, поз. 1]}$$

$$S_o^{(чор)} = S_{от}^{(чор)} K_{si} K_{sp} K_{sd} K_{sh} K_{sm} K_{sy} K_{sp} K_{sj} =$$

$$= 0,66 \cdot 1,00 \cdot 1,00 \cdot 1,00 \cdot 1,00 \cdot 1,00 \cdot 1,20 \cdot 1,00 \cdot 1,00 \cdot 1,00 = 0,8 \text{ мм/об.}$$

Визначення розрахункової швидкості різання:

Переходи 2 і 9

Швидкість різання таблична :

$$V_T^{(чор)} = 140 \text{ м/хв. [3, карта 2.21, лист 1, поз. 1].}$$

Розрахункове значення лінійної швидкості:

$$V_P^{(чор)} = V_T^{(чор)} K_{vi} K_{vc} K_{vo} K_{vj} K_{vm} K_v^\varphi K_{vt} K_{vp} =$$

$$= 140 \cdot 1,10 \cdot 1,00 \cdot 1,00 \cdot 1,00 \cdot 1,00 \cdot 1,00 \cdot 1,00 = 154 \text{ м/хв.,}$$

де $K_{vi} = 1,1$ [3, карта 2.21, лист 1, поз. 1] – коефіцієнт в залежності від інструментального матеріалу;

$K_{vc} = 1,10$ [3, карта 2.23, лист 1] – коефіцієнт в залежності від групи оброблюваності матеріалів;

$K_{vo} = 1,00$ [3, карта 2.23, лист 1] – коефіцієнт, що враховує вид обробки;

$K_{vj} = 1,00$ [3, карта 2.23, лист 2] – коефіцієнт, яв залежності від жорсткості верстата;

$K_{vm} = 1,00$ [3, карта 2.23, лист 2] - коефіцієнт в залежності від механічних властивостей матеріалу, що обробляється;

$K_v^\varphi = 1,00$ [3, карта 2.23, лист 3] - коефіцієнт в залежності від геометричних параметрів різця;

$K_{vt} = 1,00$ [3, карта 2.23, лист 1] – коефіцієнт в залежності від періоду стійкості різальної частини різця;

$K_{vp} = 1,00$ [3, карта 2.23, лист 1] – коефіцієнт, що враховує наявність охолодження.

					МП 131.00.1/Б 90/с 035 00-ПЗ	Арк.
						47
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Перехід 3.

$$V_T^{(\text{чис})} = 110 \text{ м/хв. [3, карта 2.22, лист 1, поз. 3].}$$

$$V_P^{(\text{чис})} = V_T^{(\text{чис})} K_{vi} K_{vc} K_{vo} K_{vj} K_{vm} K_v^\varnothing K_{vt} K_{vp} = \\ = 110 \cdot 1,10 \cdot 1,00 \cdot 1,00 \cdot 1,00 \cdot 0,60 \cdot 1,00 \cdot 1,00 = 121 \text{ м/хв.}$$

Перехід 4.

$$V_T^{(\text{чис})} = 140 \text{ м/хв. [3, карта 2.22, лист 1, поз. 3].}$$

$$V_P^{(\text{чис})} = V_T^{(\text{чис})} K_{vi} K_{vc} K_{vo} K_{vj} K_{vm} K_v^\varnothing K_{vt} K_{vp} = \\ = 140 \cdot 1,10 \cdot 1,00 \cdot 1,00 \cdot 1,00 \cdot 1,00 \cdot 1,00 \cdot 1,00 = 156 \text{ м/хв.}$$

Перехід 5

$$V_T^{(\text{чис})} = 153 \text{ м/хв. [3, карта 2.22, лист 1, поз. 3].}$$

$$V_P^{(\text{чис})} = V_T^{(\text{чис})} K_{vi} K_{vc} K_{vo} K_{vj} K_{vm} K_v^\varnothing K_{vt} K_{vp} = \\ = 153 \cdot 1,10 \cdot 1,00 \cdot 1,00 \cdot 1,00 \cdot 1,00 \cdot 1,00 \cdot 1,00 = 168 \text{ м/хв.}$$

Перехід 6

$$V_T^{(\text{чис})} = 153 \text{ м/хв. [3, карта 2.22, лист 1, поз. 3].}$$

$$V_P^{(\text{чис})} = V_T^{(\text{чис})} K_{vi} K_{vc} K_{vo} K_{vj} K_{vm} K_v^\varnothing K_{vt} K_{vp} = \\ = 153 \cdot 1,10 \cdot 1,00 \cdot 1,00 \cdot 1,00 \cdot 0,60 \cdot 1,00 \cdot 1,00 = 168 \text{ м/хв.}$$

Перехід 10.

$$V_T^{(\text{чис})} = 110 \text{ м/хв. [3, карта 2.22, лист 1, поз. 3].}$$

$$V_P^{(\text{чис})} = V_T^{(\text{чис})} K_{vi} K_{vc} K_{vo} K_{vj} K_{vm} K_v^\varnothing K_{vt} K_{vp} = \\ = 110 \cdot 1,10 \cdot 1,00 \cdot 1,00 \cdot 1,00 \cdot 0,60 \cdot 1,00 \cdot 1,00 = 121 \text{ м/хв.}$$

Перехід 11.

$$V_T^{(\text{чис})} = 153 \text{ м/хв. [3, карта 2.22, лист 1, поз. 3].}$$

$$V_P^{(\text{чис})} = V_T^{(\text{чис})} K_{vi} K_{vc} K_{vo} K_{vj} K_{vm} K_v^\varnothing K_{vt} K_{vp} = \\ = 153 \cdot 1,00 \cdot 1,00 \cdot 1,00 \cdot 1,00 \cdot 0,60 \cdot 1,00 \cdot 1,00 = 168 \text{ м/хв.}$$

Визначення частот обертання шпинделя:

$$n_p^{(2)} = \frac{1000 \cdot V_p^{(2)}}{\pi \cdot D^{(2)}} = \frac{1000 \cdot 156}{3,14 \cdot 150} = 331 \text{ хв.}^{-1}$$

					МП 131.00.1/Б 90/с 035 00-ПЗ	Арк.
						48
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

$$n_p^{(3)} = \frac{1000 \cdot V_p^{(3)}}{\pi \cdot D^{(3)}} = \frac{1000 \cdot 121}{3,14 \cdot 250} = 154 \text{ хв.}^{-1}$$

$$n_p^{(4)} = \frac{1000 \cdot V_p^{(4)}}{\pi \cdot D^{(4)}} = \frac{1000 \cdot 156}{3,14 \cdot 180} = 276 \text{ хв.}^{-1}$$

$$n_p^{(5)} = \frac{1000 \cdot V_p^{(5)}}{\pi \cdot D^{(5)}} = \frac{1000 \cdot 168}{3,14 \cdot 115} = 465 \text{ хв.}^{-1}$$

$$n_p^{(6)} = \frac{1000 \cdot V_p^{(6)}}{\pi \cdot D^{(6)}} = \frac{1000 \cdot 168}{3,14 \cdot 110} = 486 \text{ хв.}^{-1}$$

$$n_p^{(9)} = \frac{1000 \cdot V_p^{(9)}}{\pi \cdot D^{(9)}} = \frac{1000 \cdot 156}{3,14 \cdot 150} = 331 \text{ хв.}^{-1}$$

$$n_p^{(10)} = \frac{1000 \cdot V_p^{(10)}}{\pi \cdot D^{(10)}} = \frac{1000 \cdot 121}{3,14 \cdot 250} = 154 \text{ хв.}^{-1}$$

$$n_p^{(11)} = \frac{1000 \cdot V_p^{(11)}}{\pi \cdot D^{(11)}} = \frac{1000 \cdot 168}{3,14 \cdot 110} = 486 \text{ хв.}^{-1}$$

Визначення фактичних частот обертання шпинделя:

$$n_{\phi}^{(2)} = 315 \text{ хв.}^{-1}$$

$$n_{\phi}^{(3)} = 160 \text{ хв.}^{-1}$$

$$n_{\phi}^{(4)} = 250 \text{ хв.}^{-1}$$

$$n_{\phi}^{(5)} = 500 \text{ хв.}^{-1}$$

$$n_{\phi}^{(6)} = 500 \text{ хв.}^{-1}$$

$$n_{\phi}^{(9)} = 315 \text{ хв.}^{-1}$$

$$n_p^{(10)} = 160 \text{ хв.}^{-1}$$

					МІ 131.00.1/Б 90/с 035 00-ПЗ	Арк.
						49
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

$$n_{\phi}^{(11)} = 500 \text{ хв.}^{-1}$$

Визначення фактичних значень лінійних швидкостей різання:

$$V_{\phi}^{(2)} = \frac{\pi \cdot D^{(2)} \cdot n_{\phi}^{(2)}}{1000} = \frac{3,14 \cdot 150 \cdot 315}{1000} = 148,4 \text{ м/хв.}$$

$$V_{\phi}^{(3)} = \frac{\pi \cdot D^{(3)} \cdot n_{\phi}^{(3)}}{1000} = \frac{3,14 \cdot 250 \cdot 160}{1000} = 125,6 \text{ м/хв.}$$

$$V_{\phi}^{(4)} = \frac{\pi \cdot D^{(4)} \cdot n_{\phi}^{(4)}}{1000} = \frac{3,14 \cdot 180 \cdot 250}{1000} = 141,3 \text{ м/хв.}$$

$$V_{\phi}^{(5)} = \frac{\pi \cdot D^{(5)} \cdot n_{\phi}^{(5)}}{1000} = \frac{3,14 \cdot 115 \cdot 500}{1000} = 180,6 \text{ м/хв.}$$

$$V_{\phi}^{(6)} = \frac{\pi \cdot D^{(6)} \cdot n_{\phi}^{(6)}}{1000} = \frac{3,14 \cdot 110 \cdot 500}{1000} = 172,7 \text{ м/хв.}$$

$$V_{\phi}^{(9)} = \frac{\pi \cdot D^{(9)} \cdot n_{\phi}^{(9)}}{1000} = \frac{3,14 \cdot 150 \cdot 315}{1000} = 148,4 \text{ м/хв.}$$

$$V_{\phi}^{(10)} = \frac{\pi \cdot D^{(10)} \cdot n_{\phi}^{(10)}}{1000} = \frac{3,14 \cdot 250 \cdot 160}{1000} = 125,6 \text{ м/хв.}$$

$$V_{\phi}^{(11)} = \frac{\pi \cdot D^{(11)} \cdot n_{\phi}^{(11)}}{1000} = \frac{3,14 \cdot 110 \cdot 500}{1000} = 172,7 \text{ м/хв.}$$

Визначення потужностей різання:

Для переходу 2: $N_T^{(1)} = 8,9 \text{ кВт.}$ [3, карта 2.21, поз. 1].

Поправочний коефіцієнт на потужність різання: $K_{NM} = 0,95$ [3, карта 2.24].

					МП 131.00.1/Б 90/с 035 00-ПЗ	Арк.
						50
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Розрахункове значення

$$N_p^{(1)} = N_T^{(1)} \cdot K_{NM} = 8,9 \cdot 0,95 = 7,57 \text{ кВт.}$$

Обробка можлива, оскільки $N_p < N_{шп.}$

Визначення основного часу:

Перехід 2. (чорнове точіння). 2 проходи

$$T_{o2} = \frac{(l + l_1 + l_2) \cdot i}{S_{чор} \cdot n_{\phi}^{(2)}} = \frac{(18 + 8) \cdot 1}{1,0 \cdot 315} = 0,09 \text{ хв.}$$

де $l = 18 \text{ мм}$ – довжина обробки;

$l_1 + l_2 = 8 \text{ мм}$ [3, Д 2.18, с.470] - величина врізання інструменту ;

i – кількість проходів.

Для інших переходів розрахунок виконується аналогічно. Результати розрахунків приведено в таблиці 2.8.

020. Токарна з ЧПУ (чистова)

Визначення глибини різання:

Переходи 2 і 12. (чистове точіння)

$$t = 1,0 \text{ мм. [3, карта 2.2, поз. 6].}$$

Переходи 3 і 13. (чистове точіння).

$$t = 1,0 \text{ мм. [3, карта 2.2, поз. 7].}$$

Перехід 4. (чистове точіння).

$$t = 1,0 \text{ мм. [3, карта 2.2, поз. 6].}$$

Переходи 5 і 14. (чистове розточування).

$$t = 1,0 \text{ мм. [3, карта 2.2, поз. 6].}$$

Перехід 6. (тонке розточування).

$$t = 0,3 \text{ мм. [3, карта 2.2, поз. 6].}$$

Перехід 7. (чистове точіння).

$$t = 1,0 \text{ мм. [3, карта 2.2, поз. 6].}$$

					МП 131.00.1/Б 90/с 035 00-ПЗ	Арк.
						51
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Переходи 8 і 16.

$$t = 1,6 \text{ мм. [3, карта 2.2, поз. 6].}$$

Переходи 9 і 17.

$$t = 2,0 \text{ мм. [3, карта 2.2, поз. 6].}$$

Перехід 14. (чистове розточування).

$$t = 0,9 \text{ мм. [3, карта 2.2, поз. 6].}$$

Перехід 15. (тонке розточування).

$$t = 0,3 \text{ мм. [3, карта 2.2, поз. 6].}$$

Переходи 2 і 12. (чистове точіння)

$$S_{от}^{(чис)} = 0,22 \text{ мм/об [3, карта 2.6, поз. 4]}$$

$$S_o^{(чис)} = S_{от}^{(чис)} K_{SM} K_{SY} K_{ST} K_{SK} K_{Sфк} = \\ = 0,22 \cdot 1,20 \cdot 1,00 \cdot 1,00 \cdot 1,00 \cdot 1,00 = 0,26 \text{ мм/об,}$$

де $K_{SM} = 1,00$ [3, карта 2.8, лист 1] - коефіцієнт в залежності від механічних властивостей матеріалу, що обробляється;

$K_{SY} = 1,20$ [3, карта 2.8, лист 1] - коефіцієнт в залежності від схеми установки заготовки;

$K_{ST} = 1,00$ [3, карта 2.8, лист 2] - коефіцієнт в залежності від радіуса вершини різця

$K_{SK} = 1,00$ [3, карта 2.8, лист 2] - коефіцієнт в залежності від квалітету деталі, що обробляється;

$K_{Sфк} = 1,00$ [3, карта 2.8, лист 2] - коефіцієнт в залежності від кінематичного кута в плані.

Переходи 3 і 13. (чистове точіння).

$$S_{от}^{(чис)} = 0,4 \text{ мм/об [3, карта 2.6, поз. 4]}$$

$$S_o^{(чис)} = S_{от}^{(чис)} K_{SM} K_{SY} K_{ST} K_{SK} K_{Sфк} = \\ = 0,4 \cdot 1,20 \cdot 1,00 \cdot 1,00 \cdot 1,00 \cdot 1,00 = 0,48 \text{ мм/об.}$$

Перехід 4. (чистове точіння).

$$S_{от}^{(чис)} = 0,22 \text{ мм/об [3, карта 2.6, поз. 4]}$$

$$S_o^{(чис)} = S_{от}^{(чис)} K_{SM} K_{SY} K_{ST} K_{SK} K_{Sфк} =$$

					МП 131.00.1/Б 90/с 035 00-ПЗ	Арк.
						52
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

$$= 0,22 \cdot 1,20 \cdot 1,00 \cdot 1,00 \cdot 1,00 \cdot 1,00 = 0,26 \text{ мм/об.}$$

Переходи 5 і 14. (чистове розточування).

$$S_{OT}^{(тон)} = 0,27 \text{ мм/об [3, карта 2.13, поз. 3]}$$

$$S_o^{(тон)} = S_{OT}^{(тон)} K_{SM} K_{SY} K_{SG} K_{SK} K_{Sфк} = 0,27 \cdot 1,00 \cdot 1,00 \cdot 1,00 \cdot 1,00 \cdot 1,00 = 0,27 \text{ мм/об,}$$

де $K_{SM} = 1,00$ [3, карта 2.14, лист 1];

$K_{SY} = 1,00$ [3, карта 2.14, лист 1];

$K_{SG} = 1,00$ [3, карта 2.14, лист 2];

$K_{SK} = 1,00$ [3, карта 2.8, лист 2];

$K_{Sфк} = 1,00$ [3, карта 2.8, лист 2].

Переходи 6 і 15. (тонке розточування).

$$S_{OT}^{(тон)} = 0,18 \text{ мм/об [3, карта 2.13, поз. 1]}$$

$$S_o^{(тон)} = S_{OT}^{(тон)} K_{SM} K_{SY} K_{SG} K_{SK} K_{Sфк} = 0,07 \cdot 0,7 \cdot 1,00 \cdot 1,00 \cdot 1,00 \cdot 1,00 = 0,18 \text{ мм/об,}$$

де $K_{SM} = 1,00$ [3, карта 2.14, лист 1];

$K_{SY} = 1,00$ [3, карта 2.14, лист 1];

$K_{SG} = 1,00$ [3, карта 2.14, лист 2];

$K_{SK} = 1,00$ [3, карта 2.8, лист 2];

$K_{Sфк} = 1,00$ [3, карта 2.8, лист 2].

Перехід 7. (чистове точіння).

$$S_{OT}^{(чис)} = 0,22 \text{ мм/об [3, карта 2.6, поз. 4]}$$

$$S_o^{(чис)} = S_{OT}^{(чис)} K_{SM} K_{SY} K_{SG} K_{SK} K_{Sфк} = 0,22 \cdot 1,20 \cdot 1,00 \cdot 1,00 \cdot 1,00 \cdot 1,00 = 0,26 \text{ мм/об,}$$

де $K_{SM} = 1,00$ [3, карта 2.8, лист 1];

$K_{SY} = 1,00$ [3, карта 2.8, лист 1];

$K_{SG} = 1,00$ [3, карта 2.8, лист 2];

$K_{SK} = 1,00$ [3, карта 2.8, лист 2];

$K_{Sфк} = 1,00$ [3, карта 2.8, лист 2].

Переходи 8 і 16.

					МІ 131.00.1/Б 90/с 035 00-ПЗ	Арк.
						53
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

$$S_{от}^{(\Phi)} = 0,14 \text{ мм/об [3, карта 2.27, поз. 4]}$$

$$S_o^{(\Phi)} = S_{от}^{(\Phi)} K_{si} K_{sp} = 0,14 \cdot 1,00 \cdot 1,00 = 0,14 \text{ мм/об,}$$

де $K_{si} = 1,00$ [3, карта 2.8, лист 1];

$K_{sp} = 1,00$ [3, карта 2.8, лист 2].

Переходи 9 і 17.

$$S_{от}^{(\Phi)} = 0,19 \text{ мм/об [3, карта 2.27, поз. 4]}$$

$$S_o^{(\Phi)} = S_{от}^{(\Phi)} K_{si} K_{sp} = 0,19 \cdot 1,00 \cdot 1,00 = 0,19 \text{ мм/об,}$$

де $K_{si} = 1,00$ [3, карта 2.8, лист 1];

$K_{sp} = 1,00$ [3, карта 2.8, лист 2].

Визначення розрахункової швидкості різання:

Переходи 2 і 12. (чистове точіння)

$$V_T^{(\text{чис})} = 265 \text{ м/хв. [3, карта 2.22, лист 1, поз. 3].}$$

$$V_P^{(\text{чис})} = V_T^{(\text{чис})} K_{vi} K_{vc} K_{vo} K_{vj} K_{vm} K_{v\phi} K_{vt} K_{vp} = \\ = 265 \cdot 1,00 \cdot 1,00 \cdot 1,00 \cdot 1,00 \cdot 1,00 \cdot 1,00 \cdot 1,00 = 265 \text{ м/хв.}$$

де $K_{vi} = 1,00$ [3, карта 2.21, лист 1, поз. 1] – коефіцієнт в залежності від інструментального матеріалу;

$K_{vc} = 1,00$ [3, карта 2.23, лист 1] – коефіцієнт в залежності від групи оброблюваності матеріалів;

$K_{vo} = 1,00$ [3, карта 2.23, лист 1] – коефіцієнт, що враховує вид обробки;

$K_{vj} = 1,00$ [3, карта 2.23, лист 2] – коефіцієнт, яв залежності від жорсткості верстата;

$K_{vm} = 1,00$ [3, карта 2.23, лист 2] - коефіцієнт в залежності від механічних властивостей матеріалу, що обробляється;

$K_{v\phi} = 1,00$ [3, карта 2.23, лист 3] - коефіцієнт в залежності від геометричних параметрів різця;

$K_{vp} = 1,00$ [3, карта 2.23, лист 1] – коефіцієнт, що враховує наявність охолодження.

Переходи 3 і 13. (чистове точіння).

$$V_T^{(\text{чис})} = 210 \text{ м/хв. [3, карта 2.22, лист 1, поз. 3].}$$

					МП 131.00.1/Б 90/с 035 00-ПЗ	Арк.
						54
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

$$V_P^{(\text{чис})} = V_T^{(\text{чис})} K_{vi} K_{vc} K_{vo} K_{vj} K_{vm} K_{v\phi} K_{vt} K_{vp} =$$

$$= 210 \cdot 1,00 \cdot 1,00 \cdot 1,00 \cdot 1,00 \cdot 1,00 \cdot 1,00 \cdot 1,00 = 210 \text{ м/хв.}$$

де $K_{vi} = 1,00$ [3, карта 2.21, лист 1, поз. 1];

$K_{vc} = 1,00$ [3, карта 2.23, лист 1];

$K_{vo} = 1,00$ [3, карта 2.23, лист 1];

$K_{vj} = 1,00$ [3, карта 2.23, лист 2];

$K_{vm} = 0,60$ [3, карта 2.23, лист 2];

$K_{v\phi} = 1,00$ [3, карта 2.23, лист 3];

$K_{vp} = 1,00$ [3, карта 2.23, лист 1].

Перехід 4. (чистове точіння).

$$V_T^{(\text{чис})} = 265 \text{ м/хв. [3, карта 2.22, лист 1, поз. 3].}$$

$$V_P^{(\text{чис})} = V_T^{(\text{чис})} K_{vi} K_{vc} K_{vo} K_{vj} K_{vm} K_{v\phi} K_{vt} K_{vp} =$$

$$= 265 \cdot 1,00 \cdot 1,00 \cdot 1,00 \cdot 1,00 \cdot 1,0 \cdot 1,00 \cdot 1,00 = 265 \text{ м/хв.}$$

Переходи 5 і 14. (чистове розточування).

$$V_T^{(\text{чис})} = 265 \text{ м/хв. [3, карта 2.22, лист 1, поз. 3].}$$

$$V_P^{(\text{чис})} = V_T^{(\text{чис})} K_{vi} K_{vc} K_{vo} K_{vj} K_{vm} K_{v\phi} K_{vt} K_{vp} =$$

$$= 265 \cdot 1,00 \cdot 1,00 \cdot 1,00 \cdot 1,00 \cdot 1,00 \cdot 1,00 \cdot 1,00 = 265 \text{ м/хв.}$$

Переходи 6 і 15. (тонке розточування).

$$V_T^{(\text{чис})} = 300 \text{ м/хв. [3, карта 2.22, лист 1, поз. 3].}$$

$$V_P^{(\text{чис})} = V_T^{(\text{чис})} K_{vi} K_{vc} K_{vo} K_{vj} K_{vm} K_{v\phi} K_{vt} K_{vp} =$$

$$= 300 \cdot 1,00 \cdot 1,00 \cdot 1,00 \cdot 1,00 \cdot 1,00 \cdot 1,00 \cdot 1,00 = 300 \text{ м/хв.}$$

Перехід 7. (чистове точіння).

$$V_T^{(\text{чис})} = 300 \text{ м/хв. [3, карта 2.22, лист 1, поз. 3].}$$

$$V_P^{(\text{чис})} = V_T^{(\text{чис})} K_{vi} K_{vc} K_{vo} K_{vj} K_{vm} K_{v\phi} K_{vt} K_{vp} =$$

$$= 300 \cdot 1,00 \cdot 1,00 \cdot 1,00 \cdot 1,00 \cdot 1,00 \cdot 1,00 \cdot 1,00 = 300 \text{ м/хв.}$$

Переходи 8 і 16.

$$V_T^{(\phi)} = 123 \text{ м/хв. [3, карта 2.30, лист 1, поз. 4].}$$

$$V_P^{(\phi)} = V_T^{(\phi)} K_{vi} K_{vc} K_{vo} K_{vj} K_{vm} K_{v\phi} K_{vt} K_{vp} =$$

$$= 123 \cdot 1,10 \cdot 1,00 \cdot 1,00 \cdot 1,00 \cdot 1,00 \cdot 1,00 \cdot 1,00 = 123 \text{ м/хв.}$$

					МП 131.00.1/Б 90/с 035 00-ПЗ	Арк.
						55
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Переходи 9 і 17.

$$V_T^{(\Phi)} = 109 \text{ м/хв. [3, карта 2.30, лист 1, поз. 4].}$$

$$V_P^{(\Phi)} = V_T^{(\Phi)} K_{vi} K_{vc} K_{vo} K_{vj} K_{vm} K_v^\varnothing K_{vt} K_{vp} = \\ = 109 \cdot 1,10 \cdot 1,00 \cdot 1,00 \cdot 1,00 \cdot 1,00 \cdot 1,00 \cdot 1,00 = 109 \text{ м/хв.}$$

Визначення частот обертання шпинделя:

$$n_p^{(2)} = \frac{1000 \cdot V_p^{(2)}}{\pi \cdot D^{(2)}} = \frac{1000 \cdot 265}{3,14 \cdot 146} = 578 \text{ хв.}^{-1}$$

$$n_p^{(3)} = \frac{1000 \cdot V_p^{(3)}}{\pi \cdot D^{(3)}} = \frac{1000 \cdot 210}{3,14 \cdot 250} = 268 \text{ хв.}^{-1}$$

$$n_p^{(4)} = \frac{1000 \cdot V_p^{(4)}}{\pi \cdot D^{(4)}} = \frac{1000 \cdot 265}{3,14 \cdot 172} = 491 \text{ хв.}^{-1}$$

$$n_p^{(5)} = \frac{1000 \cdot V_p^{(5)}}{\pi \cdot D^{(5)}} = \frac{1000 \cdot 265}{3,14 \cdot 122,2} = 691 \text{ хв.}^{-1}$$

$$n_p^{(6)} = \frac{1000 \cdot V_p^{(6)}}{\pi \cdot D^{(6)}} = \frac{1000 \cdot 300}{3,14 \cdot 124,2} = 769 \text{ хв.}^{-1}$$

$$n_p^{(7)} = \frac{1000 \cdot V_p^{(7)}}{\pi \cdot D^{(7)}} = \frac{1000 \cdot 300}{3,14 \cdot 125} = 764 \text{ хв.}^{-1}$$

$$n_p^{(8)} = \frac{1000 \cdot V_p^{(8)}}{\pi \cdot D^{(8)}} = \frac{1000 \cdot 123}{3,14 \cdot 125} = 313 \text{ хв.}^{-1}$$

$$n_p^{(9)} = \frac{1000 \cdot V_p^{(9)}}{\pi \cdot D^{(9)}} = \frac{1000 \cdot 109}{3,14 \cdot 250} = 139 \text{ хв.}^{-1}$$

					МІ 131.00.1/Б 90/с 035 00-ПЗ	Арк.
						56
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

$$n_p^{(12)} = \frac{1000 \cdot V_p^{(12)}}{\pi \cdot D^{(12)}} = \frac{1000 \cdot 265}{3,14 \cdot 146} = 578 \text{ хв.}^{-1}$$

$$n_p^{(13)} = \frac{1000 \cdot V_p^{(13)}}{\pi \cdot D^{(13)}} = \frac{1000 \cdot 210}{3,14 \cdot 250} = 268 \text{ хв.}^{-1}$$

$$n_p^{(14)} = \frac{1000 \cdot V_p^{(14)}}{\pi \cdot D^{(14)}} = \frac{1000 \cdot 265}{3,14 \cdot 117,6} = 718 \text{ хв.}^{-1}$$

$$n_p^{(15)} = \frac{1000 \cdot V_p^{(15)}}{\pi \cdot D^{(15)}} = \frac{1000 \cdot 300}{3,14 \cdot 119,4} = 800 \text{ хв.}^{-1}$$

$$n_p^{(16)} = \frac{1000 \cdot V_p^{(16)}}{\pi \cdot D^{(16)}} = \frac{1000 \cdot 123}{3,14 \cdot 120} = 326 \text{ хв.}^{-1}$$

$$n_p^{(17)} = \frac{1000 \cdot V_p^{(17)}}{\pi \cdot D^{(17)}} = \frac{1000 \cdot 109}{3,14 \cdot 250} = 139 \text{ хв.}^{-1}$$

Визначення фактичних частот обертання шпинделя:

$$n_{\phi}^{(2)} = 630 \text{ хв.}^{-1}$$

$$n_{\phi}^{(3)} = 250 \text{ хв.}^{-1}$$

$$n_{\phi}^{(4)} = 500 \text{ хв.}^{-1}$$

$$n_{\phi}^{(5)} = 630 \text{ хв.}^{-1}$$

$$n_{\phi}^{(6)} = 800 \text{ хв.}^{-1}$$

$$n_{\phi}^{(7)} = 800 \text{ хв.}^{-1}$$

$$n_{\phi}^{(8)} = 315 \text{ хв.}^{-1}$$

$$n_{\phi}^{(9)} = 125 \text{ хв.}^{-1}$$

$$n_{\phi}^{(12)} = 630 \text{ хв.}^{-1}$$

$$n_{\phi}^{(13)} = 250 \text{ хв.}^{-1}$$

					МІ 131.00.1/Б 90/с 035 00-ПЗ	Арк.
						57
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

$$n_{\phi}^{(14)} = 630 \text{ хв.}^{-1}$$

$$n_{\phi}^{(15)} = 800 \text{ хв.}^{-1}$$

$$n_{\phi}^{(16)} = 315 \text{ хв.}^{-1}$$

$$n_{\phi}^{(17)} = 125 \text{ хв.}^{-1}$$

Визначення фактичних значень лінійних швидкостей різання:

$$V_{\phi}^{(2)} = \frac{\pi \cdot D^{(2)} \cdot n_{\phi}^{(2)}}{1000} = \frac{3,14 \cdot 146 \cdot 630}{1000} = 288,8 \text{ м/хв.}$$

$$V_{\phi}^{(3)} = \frac{\pi \cdot D^{(3)} \cdot n_{\phi}^{(3)}}{1000} = \frac{3,14 \cdot 250 \cdot 250}{1000} = 196,3 \text{ м/хв.}$$

$$V_{\phi}^{(4)} = \frac{\pi \cdot D^{(4)} \cdot n_{\phi}^{(4)}}{1000} = \frac{3,14 \cdot 172 \cdot 500}{1000} = 270 \text{ м/хв.}$$

$$V_{\phi}^{(5)} = \frac{\pi \cdot D^{(5)} \cdot n_{\phi}^{(5)}}{1000} = \frac{3,14 \cdot 122,2 \cdot 630}{1000} = 241,7 \text{ м/хв.}$$

$$V_{\phi}^{(6)} = \frac{\pi \cdot D^{(6)} \cdot n_{\phi}^{(6)}}{1000} = \frac{3,14 \cdot 124,2 \cdot 800}{1000} = 312 \text{ м/хв.}$$

$$V_{\phi}^{(7)} = \frac{\pi \cdot D^{(7)} \cdot n_{\phi}^{(7)}}{1000} = \frac{3,14 \cdot 125 \cdot 800}{1000} = 314 \text{ м/хв.}$$

$$V_{\phi}^{(8)} = \frac{\pi \cdot D^{(8)} \cdot n_{\phi}^{(8)}}{1000} = \frac{3,14 \cdot 125 \cdot 315}{1000} = 123,6 \text{ м/хв.}$$

$$V_{\phi}^{(9)} = \frac{\pi \cdot D^{(9)} \cdot n_{\phi}^{(9)}}{1000} = \frac{3,14 \cdot 250 \cdot 125}{1000} = 98,1 \text{ м/хв.}$$

					МІ 131.00.1/Б 90/с 035 00-ПЗ	Арк.
						58
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

$$V_{\phi}^{(12)} = \frac{\pi \cdot D^{(12)} \cdot n_{\phi}^{(12)}}{1000} = \frac{3,14 \cdot 146 \cdot 630}{1000} = 288,8 \text{ м/хв.}$$

$$V_{\phi}^{(13)} = \frac{\pi \cdot D^{(13)} \cdot n_{\phi}^{(13)}}{1000} = \frac{3,14 \cdot 250 \cdot 250}{1000} = 196,3 \text{ м/хв.}$$

$$V_{\phi}^{(14)} = \frac{\pi \cdot D^{(14)} \cdot n_{\phi}^{(14)}}{1000} = \frac{3,14 \cdot 117,6 \cdot 630}{1000} = 232,6 \text{ м/хв.}$$

$$V_{\phi}^{(15)} = \frac{\pi \cdot D^{(15)} \cdot n_{\phi}^{(15)}}{1000} = \frac{3,14 \cdot 119,4 \cdot 800}{1000} = 299,9 \text{ м/хв.}$$

$$V_{\phi}^{(16)} = \frac{\pi \cdot D^{(19)} \cdot n_{\phi}^{(19)}}{1000} = \frac{3,14 \cdot 120 \cdot 315}{1000} = 118,7 \text{ м/хв.}$$

$$V_{\phi}^{(17)} = \frac{\pi \cdot D^{(20)} \cdot n_{\phi}^{(20)}}{1000} = \frac{3,14 \cdot 250 \cdot 125}{1000} = 98,1 \text{ м/хв.}$$

Визначення потужностей різання:

Для переходу 2: $N_T^{(1)} = 5,5 \text{ кВт.}$ [3, карта 2.21, поз. 1].

Поправочний коефіцієнт на потужність різання: $K_{NM} = 0,95$ [3, карта 2.24].

Розрахункове значення

$$N_p^{(1)} = N_T^{(1)} \cdot K_{NM} = 5,5 \cdot 0,95 = 5,23 \text{ кВт.}$$

Обробка можлива, оскільки $N_p < N_{\text{шп.}}$

Визначення основного часу:

Перехід 2.

$$T_{o2} = \frac{(l + l_1 + l_2) \cdot i}{S_{\text{чор}} \cdot n_{\phi}^{(2)}} = \frac{(24 + 5 + 3) \cdot 1}{0,22 \cdot 630} = 0,23 \text{ хв.}$$

де $l = 24 \text{ мм}$ – довжина обробки;

$l_1 + l_2 = 5 \text{ мм}$ [3, Д 2.18, с.470] - величина врізання інструменту ;

i – кількість проходів.

					МП 131.00.1/Б 90/с 035 00-ПЗ	Арк.
						59
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Для інших переходів розрахунків виконується аналогічно. Результати розрахунків приведено в таблиці 2.8.

025. Свердлильна з ЧПУ

Визначення подач:

Перехід 2.

$$S_{от}^{(2)} = 0,33 \text{ мм/об [3, карта 2.51, лист 3, поз. 1]}$$

$$S_o^{(2)} = S_{от}^{(2)} K_{SM} = 0,33 \cdot 1,0 = 0,33 \text{ мм/об,}$$

де $K_{SM} = 1,0$ [3, карта 2.53, лист 1] - коефіцієнт в залежності від механічних властивостей матеріалу, що обробляється (сталь 35, НВ 1970).

Перехід 3.

$$S_{от}^{(3)} = 0,40 \text{ мм/об [3, карта 2.46, лист 1, поз. 1]}$$

$$S_o^{(3)} = S_{от}^{(3)} K_{SM} = 0,40 \cdot 1,0 = 0,40 \text{ мм/об.}$$

Перехід 4.

$$S_{от}^{(4)} = 0,15 \text{ мм/об [3, карта 2.46, лист 1, поз. 1]}$$

$$S_o^{(4)} = S_{от}^{(4)} K_{SM} = 0,15 \cdot 1,0 = 0,15 \text{ мм/об.}$$

Перехід 5.

$$S_{от}^{(5)} = 1,10 \text{ мм/об [3, карта 2.49, лист 1, поз. 1]}$$

$$S_o^{(5)} = S_{от}^{(5)} K_{SM} = 1,1 \cdot 1,0 = 1,1 \text{ мм/об.}$$

Перехід 6.

$$S_{от}^{(6)} = 0,27 \text{ мм/об [3, карта 2.51, лист 3, поз. 1]}$$

$$S_o^{(6)} = S_{от}^{(6)} K_{SM} = 0,27 \cdot 1,0 = 0,27 \text{ мм/об.}$$

Перехід 7.

$$S_{от}^{(7)} = 1,0 \text{ мм/об.}$$

Визначення розрахункової швидкості різання:

Перехід 2.

Швидкість різання таблична :

$$V_T^{(2)} = 27,3 \text{ м/хв. [3, карта 2.46, лист 1, поз. 1].}$$

Розрахункове значення лінійної швидкості:

$$V_P^{(2)} = V_T^{(2)} K_{VM} K_{V3} K_{VP} K_{VT} K_{VП} K_{Vi} K_{Vl} K_{VW} =$$

					МП 131.00.1/Б 90/с 035 00-ПЗ	Арк.
						60
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

$$=27,3 \cdot 1,0 \cdot 1,00 \cdot 1,00 \cdot 1,00 \cdot 1,00 \cdot 1,00 \cdot 1,00 \cdot 1,00 = 27,3 \text{ м/хв.},$$

де $K_{VM} = 1,00$ [3, карта 2.53, лист 1] – коефіцієнт в залежності від механічних властивостей оброблюваного матеріалу.;

$K_{V3} = 1,00$ [3, карта 2.53, лист 4] – коефіцієнт в залежності від форми заточування інструменту;

$K_{VP} = 1,00$ [3, карта 2.53, лист 3] – коефіцієнт в залежності від застосування охолодження;

$K_{VT} = 1,00$ [3, карта 2.53, лист 6] – коефіцієнт в залежності від стійкості інструменту;

$K_{VP} = 1,00$ [3, карта 2.53, лист 3] – коефіцієнт, в залежності від стану поверхні заготовки;

$K_{Vi} = 1,00$ [3, карта 2.53, лист 4] - коефіцієнт в залежності від матеріалу інструменту;

$K_{VI} = 1,00$ [3, карта 2.53, лист 4] - коефіцієнт в залежності від довжини робочої частини інструменту;

$K_{VW} = 1,00$ [3, карта 2.53, лист 5] - коефіцієнт в залежності від покриття інструментального матеріалу.

Перехід 3.

$$V_T^{(3)} = 18,4 \text{ м/хв. [3, карта 2.46, лист 1, поз. 1].}$$

$$V_P^{(3)} = V_T^{(3)} K_{VM} K_{V3} K_{VP} K_{VT} K_{VP} K_{Vi} K_{VI} K_{VW} = \\ = 18,4 \cdot 1,00 \cdot 1,00 \cdot 1,00 \cdot 1,00 \cdot 1,00 \cdot 1,00 \cdot 1,00 \cdot 1,00 = 18,4 \text{ м/хв.},$$

Перехід 4.

$$V_T^{(4)} = 26,5 \text{ м/хв. [3, карта 2.46, лист 1, поз. 1].}$$

$$V_P^{(4)} = V_T^{(3)} K_{VM} K_{V3} K_{VP} K_{VT} K_{VP} K_{Vi} K_{VI} K_{VW} = \\ = 26,5 \cdot 1,00 \cdot 1,00 \cdot 1,00 \cdot 1,00 \cdot 1,00 \cdot 1,00 \cdot 1,00 \cdot 1,00 = 26,5 \text{ м/хв.},$$

Перехід 5.

$$V_T^{(5)} = 26,5 \text{ м/хв. [3, карта 2.49, лист 1, поз. 1].}$$

$$V_P^{(5)} = V_T^{(3)} K_{VM} K_{V3} K_{VP} K_{VT} K_{VP} K_{Vi} K_{VI} K_{VW} = \\ = 9,0 \cdot 1,00 \cdot 1,00 \cdot 1,00 \cdot 1,00 \cdot 1,00 \cdot 1,00 \cdot 1,00 \cdot 1,00 = 9,0 \text{ м/хв.},$$

					МП 131.00.1/Б 90/с 035 00-ПЗ	Арк.
						61
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Перехід 6.

$$V_T^{(6)} = 18,2 \text{ м/хв. [3, карта 2.51, лист 3, поз. 1].}$$

$$V_P^{(6)} = V_T^{(4)} K_{VM} K_{V3} K_{VP} K_{VT} K_{V\Pi} K_{Vi} K_{VW} = \\ = 18,2 \cdot 1,00 \cdot 1,00 \cdot 1,00 \cdot 1,00 \cdot 1,00 \cdot 1,00 \cdot 1,00 = 18,2 \text{ м/хв.,}$$

Перехід 7.

$$V_T^{(7)} = 5,4 \text{ м/хв. [3, карта 2.50, лист 1, поз. 5].}$$

$$V_P^{(7)} = V_T^{(4)} K_{VM} K_{VK} = 5,4 \cdot 1,00 \cdot 1,00 = 5,4 \text{ м/хв.,}$$

де $K_{VK} = 1,00$ [3, карта 2.53, лист 7] - коефіцієнт в залежності від ступеня точності різьби.

Розрахункове значення частоти обертання шпинделя:

$$n_p^{(2)} = \frac{1000 \cdot V_p^{(2)}}{\pi \cdot D^{(2)}} = \frac{1000 \cdot 27,3}{3,14 \cdot 25} = 348 \text{ хв.}^{-1}$$

де D – діаметр інструменту.

$$n_p^{(3)} = \frac{1000 \cdot V_p^{(3)}}{\pi \cdot D^{(3)}} = \frac{1000 \cdot 18,4}{3,14 \cdot 19,5} = 301 \text{ хв.}^{-1}$$

$$n_p^{(4)} = \frac{1000 \cdot V_p^{(4)}}{\pi \cdot D^{(4)}} = \frac{1000 \cdot 26,5}{3,14 \cdot 5} = 1688 \text{ хв.}^{-1}$$

$$n_p^{(5)} = \frac{1000 \cdot V_p^{(5)}}{\pi \cdot D^{(5)}} = \frac{1000 \cdot 9,0}{3,14 \cdot 20} = 143 \text{ хв.}^{-1}$$

$$n_p^{(6)} = \frac{1000 \cdot V_p^{(6)}}{\pi \cdot D^{(6)}} = \frac{1000 \cdot 18,2}{3,14 \cdot 20} = 290 \text{ хв.}^{-1}$$

					МП 131.00.1/Б 90/с 035 00-ПЗ	Арк.
						62
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

$$n_p^{(7)} = \frac{1000 \cdot V_p^{(7)}}{\pi \cdot D^{(7)}} = \frac{1000 \cdot 5,4}{3,14 \cdot 6} = 287 \text{ хв.}^{-1}$$

Визначення фактичних частот обертання шпинделя:

$$n_{\phi}^{(2)} = 355 \text{ хв.}^{-1}$$

$$n_{\phi}^{(3)} = 355 \text{ хв.}^{-1}$$

$$n_{\phi}^{(4)} = 1400 \text{ хв.}^{-1}$$

$$n_{\phi}^{(5)} = 125 \text{ хв.}^{-1}$$

$$n_{\phi}^{(6)} = 250 \text{ хв.}^{-1}$$

$$n_{\phi}^{(7)} = 250 \text{ хв.}^{-1}$$

Визначення фактичних значень лінійних швидкостей різання:

$$V_{\phi}^{(2)} = \frac{\pi \cdot D^{(2)} \cdot n_{\phi}^{(2)}}{1000} = \frac{3,14 \cdot 25 \cdot 355}{1000} = 27,9 \text{ м/хв.}$$

$$V_{\phi}^{(3)} = \frac{\pi \cdot D^{(3)} \cdot n_{\phi}^{(3)}}{1000} = \frac{3,14 \cdot 19,5 \cdot 355}{1000} = 21,7 \text{ м/хв.}$$

$$V_{\phi}^{(4)} = \frac{\pi \cdot D^{(4)} \cdot n_{\phi}^{(4)}}{1000} = \frac{3,14 \cdot 5 \cdot 1400}{1000} = 22 \text{ м/хв.}$$

$$V_{\phi}^{(5)} = \frac{\pi \cdot D^{(5)} \cdot n_{\phi}^{(5)}}{1000} = \frac{3,14 \cdot 20 \cdot 125}{1000} = 7,9 \text{ м/хв.}$$

.

$$V_{\phi}^{(6)} = \frac{\pi \cdot D^{(6)} \cdot n_{\phi}^{(6)}}{1000} = \frac{3,14 \cdot 20 \cdot 250}{1000} = 15,7 \text{ м/хв.}$$

$$V_{\phi}^{(7)} = \frac{\pi \cdot D^{(7)} \cdot n_{\phi}^{(7)}}{1000} = \frac{3,14 \cdot 6 \cdot 250}{1000} = 4,7 \text{ м/хв.}$$

					МІ 131.00.1/Б 90/с 035 00-ПЗ	Арк.
						63
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Визначення величини подачі за хвилину:

$$S_{XB}^{(2)} = S_o^{(2)} \cdot n_{\Phi}^{(2)} = 0,33 \cdot 355 = 117,2 \text{ мм/хв.}$$

$$S_{XB}^{(3)} = S_{от}^{(3)} \cdot n_{\Phi}^{(3)} = 0,40 \cdot 355 = 142 \text{ мм/хв.}$$

$$S_{XB}^{(4)} = S_{от}^{(4)} \cdot n_{\Phi}^{(4)} = 0,15 \cdot 1400 = 210 \text{ мм/хв.}$$

$$S_{XB}^{(5)} = S_{от}^{(5)} \cdot n_{\Phi}^{(5)} = 1,1 \cdot 125 = 137,5 \text{ мм/хв.}$$

$$S_{XB}^{(6)} = S_{от}^{(6)} \cdot n_{\Phi}^{(6)} = 0,1 \cdot 250 = 25 \text{ мм/хв.}$$

$$S_{XB}^{(7)} = S_{от}^{(7)} \cdot n_{\Phi}^{(7)} = 1,0 \cdot 250 = 250 \text{ мм/хв.}$$

Визначення потужностей різання:

Потужність вертикально-свердильного верстата 2P135Ф2:

$$N_{шп.} = 10,0 \text{ кВт}$$

Для переходу 3: $N_T^{(1)} = 2,15 \text{ кВт}$. [3, карта 2.21, поз. 1].

Поправочний коефіцієнт на потужність різання: $K_{NM} = 1,0$ [3, карта 2.53].

Розрахункове значення

$$N_p^{(1)} = N_T^{(1)} \cdot K_{NM} = 2,15 \cdot 1,0 = 2,15 \text{ кВт.}$$

Обробка можлива, оскільки $N_p < N_{шп.}$

Визначення основного часу:

Перехід 2.

$$T_{o2} = \frac{(l + l_1 + l_2) \cdot i}{S_{от}^{(2)} \cdot n_{\Phi}^{(2)}} = \frac{(2 + 5) \cdot 9}{0,33 \cdot 355} = 0,54 \text{ хв.}$$

де $l = 2 \text{ мм}$ – довжина обробки;

$l_1 + l_2 = 5 \text{ мм}$ [3, Д 2.19, с.471] - величина врізання інструменту ;

k – кількість отворів.

Для інших переходів розрахунок виконується аналогічно. Результати розрахунків приведено в таблиці 2.9.

					МП 131.00.1/Б 90/с 035 00-ПЗ	Арк.
						64
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Таблиця 2.9

Режими різання на технологічні операції

Перехід	t, мм	i/к	l, мм	(l ₁ +l ₂), мм	S _o , мм/об	n _ф , хв. ⁻¹	V _ф , м/хв.	T _о , хв.	N _р /N _д , кВт
015 Токарна з ЧПУ (чорнова)									
2	2	1	18	8	1,0	315	148,4	0,09	7,57/11
3	2	2	38	5	1,56	160	125,6	0,35	
4	2	1	4	5	1,0	250	141,3	0,04	
5	1,5	2	78	5	0,8	500	180,6	0,42	
6	1,8	2	40	5	0,8	500	172,7	0,23	
9	2	1	18	8	1,0	315	148,4	0,09	
10	2	1	45	5	1,56	160	125,6	0,21	
11	1,9	2	34	5	0,8	500	172,7	0,2	
								Σ 1,63	
020 Токарна з ЧПУ (чистова)									
2	1	1	24	8	0,26	630	288,8	0,2	5,23/11
3	1	1	18	5	0,48	250	196,3	0,2	
4	1	1	5	5	0,26	500	270	0,08	
5	1	1	39	5	0,27	630	241,7	0,26	
6	0,4	1	39	5	0,18	800	312	0,31	
7	1	1	40	3	0,26	800	314	0,21	
8	1,6	1	1,6	3	0,14	315	123,6	0,11	
9	2	1	2	3	0,19	125	98,1	0,22	
12	1	1	24	8	0,26	630	288,8	0,2	
13	1	1	45	5	0,48	250	196,3	0,42	
14	0,9	1	35	5	0,27	630	232,6	0,24	
15	0,3	1	35	5	0,18	800	299,9	0,28	
16	1,6	1	1,6	3	0,14	315	118,7	0,11	
17	1	1	1	3	0,19	125	98,1	0,17	
								Σ 3,01	
025. Свердлильна									
2	1	9	2	5	0,33	355	27,9	0,18	
3	9,75	6	15	7,5	0,40	355	21,7	0,39	2,15/10
4	2,5	3	19	3,5	0,15	1400	22	0,05	
5	0,125	6	15	18	1,1	125	7,9	1,59	
6	1	3	1	2	0,1	250	15,7	0,04	
7	-	3	16	3	1	250	4,7	0,23	
								Σ 2,48	

2.8. Технічне нормування технологічного процесу.

В серійному виробництві визначається норма штучно-калькуляційного часу $t_{шт.к}$, хв, за формулою:

$$t_{шт.к} = t_{шт} + \frac{t_{пз}}{n},$$

де $t_{шт}$ - штучний час, хв.;

$t_{пз}$ – підготовчо-заключний час на партію деталей, хв;

n – розмір операційної партії деталей в шт. ($n=54$ шт).

Штучний час визначається за формулою:

$$t_{шт} = t_{оп} + t_{обс} + t_{відп},$$

де $t_{оп}$ - оперативний час, хв. ;

$t_{обс} = t_{тех} + t_{орг}$ – час на технічне і організаційне обслуговування робочого місця, хв.;

$t_{відп}$ – час на відпочинок та природні потреби робітника.

Оперативний час визначається за формулою:

$$t_{оп} = t_o + t_{доп}$$

де t_o – основний час (таблиця 2.8);

$t_{доп}$ – допоміжний час, хв.

Допоміжний час визначається за формулою:

$$t_{доп} = t_{уст} + t_{пер} + t_{зм} + t_k,$$

де $t_{уст}$ – допоміжний час виконання комплексу прийомів на установку і зняття деталі, хв.;

$t_{пер}$ – допоміжний час, пов'язаний з переходом або оброблюваною поверхнею, хв.;

$t_{зм}$ – допоміжний час, що не увійшов до комплексу прийомів, пов'язаних з переходом, хв.;

t_k – допоміжний час на контрольні вимірювання, хв.

Норми часу прийняті згідно [10] та зведені в таблицю 2.10.

					МП 131.00.1/Б 90/с 035 00-ПЗ	Арк.
						66
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Таблиця 2.10.

Зведена таблиця норм часу

Операція	t _о , хв.	t _{доп} ,хв.				t _{оп} , хв.	t _{обсл} , хв.		t _{відп} , хв.	t _{шт} , хв.	t _{пз} , хв.	п, шт.	t _{штк} , хв.
		t _{уст}	t _{пер}	t _{зм}	t _к		t _{тех}	t _{орг}					
015. Токарна з ЧПУ(чорнова)	1,63	0,96	0,3	0,4	1,58	4,87	0,22	0,29	0,29	5,67	14,0	54	5,93
020. Токарна з ЧПУ(чистова)	3,01	1,77	0,55	0,74	2,92	8,99	0,41	0,54	0,54	10,47	14	54	10,73
025. Свердлильна	2,48	0,4	0,27	0,2	0,91	4,26	0,07	0,09	0,19	4,61	6,0	54	4,72

					МП 131.00.1/Б 90/с 035 00-ПЗ				Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата					67

Висновки за розділом

Маточина призначена для кріплення колеса на півосі прицепу трактора.

Виходячи з умов експлуатації та технічних вимог обрано сталь 35 та визначено, що дана маточина являється технологічною деталлю.

Визначено програму випуску та обрано середньо-серійний тип виробництва.

Переглянувши запропоновані варіанти виготовлення заготовки, було обрано найбільш економічно вигідний варіант гаряче штампування на горизонтально-кувальній машині.

Розроблено технологічний маршрут виготовлення деталі. Для поверхонь, що обробляються, розраховані міжопераційні припуски. Обрано технологічне обладнання, виконано розрахунок режимів різання та проведено технічне нормування процесу.

					МП 131.00.1/Б 90/с 035 00-ПЗ	Арк.
						68
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

3. КОНСТРУКТОРСЬКА ЧАСТИНА

3.1. Загальні положення

Технологічне оснащення в широкому розумінні – це додаткові допоміжні пристрої, які значною мірою розширюють функціональні можливості технологічного обладнання. Технологічне оснащення в машинобудуванні – це верстатні, складальні, контрольні пристрої та допоміжний робочий інструмент, що забезпечують взаємну орієнтацію, контроль положення та закріплення елементів технологічної системи при різних видах обробки. Найскладнішою та трудомісткою частиною технологічного оснащення в механоскладальному виробництві є верстатні пристрої, які застосовують для встановлення та закріплення заготовок з метою обробки на металорізальних верстатах. Застосування пристроїв дає змогу усунути розмітку заготовок перед обробкою, підвищити їх точність, збільшити продуктивність праці на операції, знизити собівартість продукції, полегшити умови праці та забезпечити її безпеку, розширити технологічні можливості обладнання, організувати багатостантне обслуговування, застосувати технологічно обґрунтовані норми часу, зменшити кількість працівників, що залучаються до випуску продукції.

Часта зміна об'єктів виробництва, що пов'язано зі зростаючими темпами технологічного прогресу, потребує від технологічної науки та практики створення конструкцій і систем пристроїв, методів їх розрахунків, проектування та виготовлення, які забезпечують скорочення термінів підготовки виробництва.

У малосерійному та серійному виробництві також необхідно розв'язувати проблеми, пов'язані з використанням швидко переналагоджуваних та оборотних систем технологічного оснащення: ці проблеми насамперед пов'язані із забезпеченням необхідної точності.

Вивчення закономірностей впливу пристрою на точність та продуктивність виконуваних операцій дасть змогу проектувати пристрої,

					МП 131.00.1/Б 90/с 035 00-ПЗ	Арк.
						69
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

які сприятимуть інтенсифікації виробництва та підвищенню його точності.

Робота пов'язана з уніфікацією та стандартизацією елементів пристрою, створює основу для автоматизованого проектування пристроїв з використанням електронно-обчислювальної техніки та автоматів для графічного зображення. І сприяє прискоренню технологічної підготовки виробництва .

3.2. Проектування та розрахунок спеціальних верстатних пристроїв

3.2.1. Опис пристрою та принцип його дії

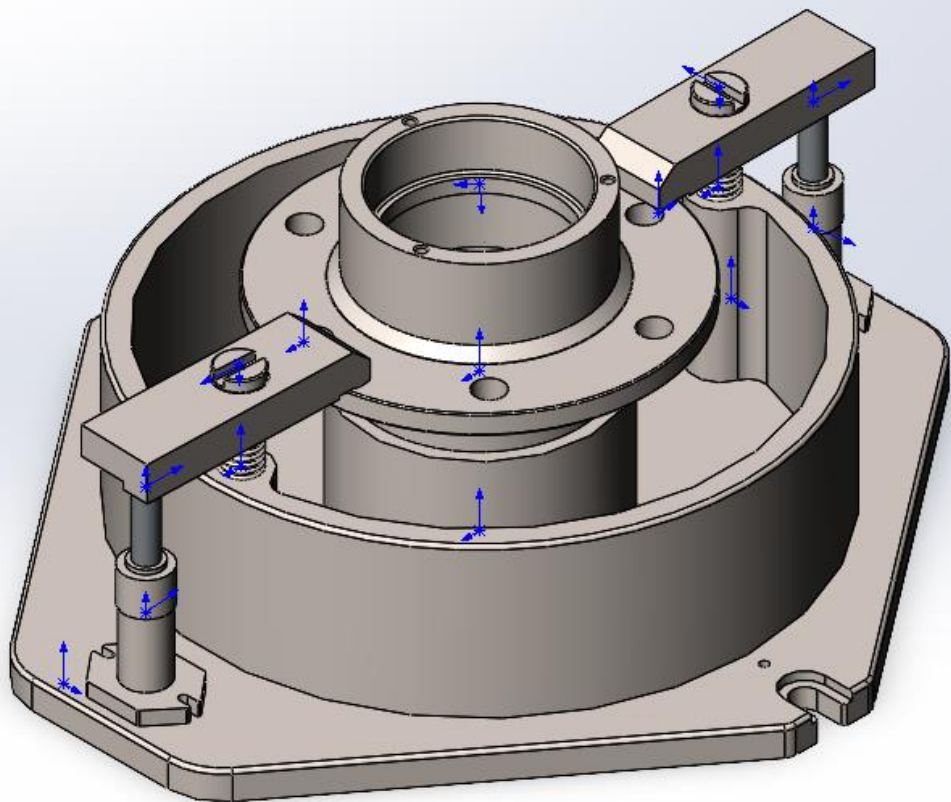


Рис 3.1. Затискний пристрій

					МП 131.00.1/Б 90/с 035 00-ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		70

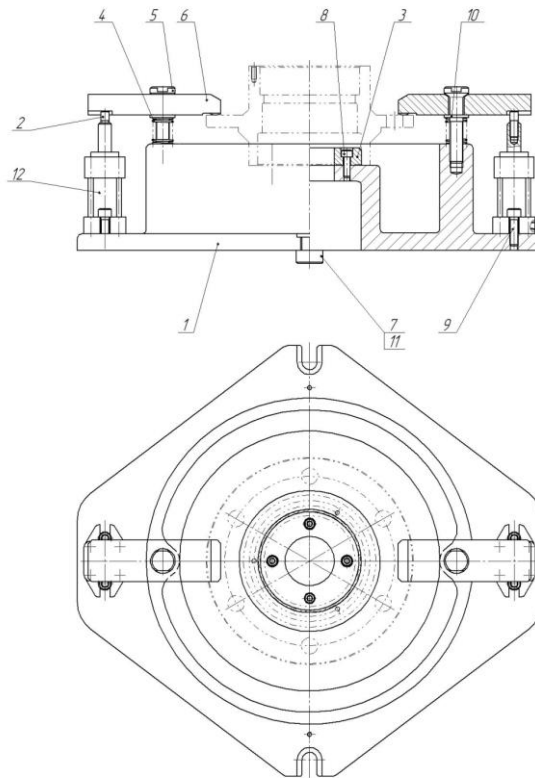


Рис 3.2. Будова пристрою: 1 – остов; 2 – упор; 3 – підставка; 4 – пружина; 5 – гвинт; 6 – притискач; 7...9 – гвинти; 10 – шайба; 11 – установ; 12 – гідроциліндр.

Існує велика кількість пристроїв для закріплення циліндричних деталей (заготовок) на металорізних верстатах. В проекті розроблено конструкцію підставки для закріплення маточини на свердлильному верстаті для обробки отворів. Будова пристрою представлена на рисунку 3.1.

На остові 1 пристрою змонтований затискний механізм, що складається з поворотних притискачів 6 та їх приводу гідроциліндрами 12. Притискачі утримуються гвинтами 10 та підтиснуті пружинами 4. Остов пристрою виконано пустотілим для полегшення конструкції.

При відведених притискачах 6 маточина встановлюється на підставку 3. Після повороту притискачів у робоче положення подається робоча рідина у під поршневу порожнину гідроциліндрів 12 і деталь притискається до стола остова.

					МП 131.00.1/Б 90/с 035 00-ПЗ	Арк.
						71
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Пристрій встановлюється на стіл свердлильного верстата, центруючись установками 11 та закріплюється болтами через пази, що є в основі остова.

Після обробки робоча рідина подається в над поршневу порожнину гідроциліндрів. При цьому під дією пружин послаблюється тиск притискачів на фланець маточини і вони відходять від деталі під тиском пружин. Для зняття деталі з пристрою достатньо повернути притискачі.

Пристрій зручний в користуванні. Конструкція його проста та надійна. Пристрій забезпечує швидке затискання деталі при високій точності центрування.

3.2.2. Розрахунок точності базування

В якості установочної бази при базуванні деталі використовується внутрішня поверхня під підшипник та торцева поверхня. При цьому деталь в пристосуванні отримує повну орієнтацію.

Похибка базування розміру $125 \pm 0,25$.

$$E\delta_{90} = (20 + \delta_1 + \delta_2) \cdot \left(\frac{2l_1 + l_2}{l} \right) = 2_{\Delta} + \delta_1 + \delta_2$$

де $\delta_1 = 125^{+0,052}$ мм

Діаметр підставки $125^{+0,03}$ мм.

$\delta_1 = 0,052$ мм = 52 мкм.

$\delta_2 = 0,060$ мм = 60 мкм.

$2_{\Delta} = 0,022$ мм = 22 мкм.

$E\delta_{90} = 22 + 60 + 52 = 134$ мкм.

Очікувану величину допуску на розмір 90 визначемо за формулою для кондуктора II типу.

					МП 131.00.1/Б 90/с 035 00-ПЗ	Арк.
						72
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

$$Y_{LBB} = \pm F Y_{LBBI} \pm \frac{d_{BB} - d_{cc2}}{2} \pm m \cdot E_{pp} \pm P(d_{BB} - d_{cc}) \cdot \frac{h + b}{l},$$

де $F = 0,8$; $K = 0,5$; $m = 0,4$; $p = 0,35$ – коефіцієнт достовірності; $Y_{Lkop} = 0,625$ граничне відхилення розміру 90 в пристосуванні.

$d_{BH} = 19,5^{+0,054}_{-0,03} - d_{BH} = 19,5^{+0,05}$ – найбільший діаметр свердла;

$d_{CB} =$ найменший діаметр свердла по насадці h7 тобто, $6,7h7 = 6,7^{+0,015} = 6,7$ мм.

$h = 15$ мм – відстань між торцем втулки та заготовкою (згідно креслення E_{p6} – биття кондуктору ($E_{p6} = 0,02$) $v = 32$, глибина свердління.

$L = 45$ мм – довжина направляючих отвора кондуктора.

Тоді

$$\begin{aligned} \pm L_{ввир} &= \pm 0,8 \cdot 0,25 \pm \frac{6,75 - 6,7}{2} \pm 0,4 \cdot 0,02 \pm 0,35(6,75 - 6,7) \cdot \frac{15 + 15}{45} = \\ &= \pm 0,2 \pm 0,0125 \pm 0,008 \pm 0,011 = \pm 0,232 \text{ мм.} \end{aligned}$$

Так, як очікувана величина допуску $Y_{Lвир} = 0,232$ мм., приймаємо допуск на виконуваний розмір 0,25 мм.

3.2.3. Розрахунок на міцність однієї слабкої ланки

Розрахунок різьби упора (рис. 3.1, поз. 2) на напругу зминання.

Діаметр різьби упора M10. Деталь виготовляється зі сталі 45.

Умова міцності:

$$\sigma_{зм} = \frac{F}{\pi \cdot d_{cp} \cdot h \cdot z} \leq [\sigma_{зм}],$$

де F – осьова сила, що діє на упор, Н;

					МП 131.00.1/Б 90/с 035 00-ПЗ	Арк.
						73
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

d_{cp} – середній діаметр різьби, мм;

h – висота профілю різьби, мм;

z – кількість навантажених витків різьби;

$[\sigma_{зм}]$ – допустима напруга зминання різьби.

$$d_{cp} = d - 0,94p = 10 - 0,94 \cdot 1,5 = 8,59 \text{ мм.}$$

де $p = 1,5$ мм – крок різьби М10.

$$h = 0,812 \text{ мм.}$$

$$z = \frac{l}{p} = \frac{17}{1,5} = 11,$$

де l – довжина навантаженої частини упора (з креслення).

Для сталі 45:

$$[\sigma_{зм}] = (0,6 \dots 0,8) \sigma_T = 0,7 \cdot 180 = 126 \text{ МПа},$$

де σ_T – межа текучості матеріалу деталі, МПа.

$$\sigma_{зм} = \frac{F}{\pi \cdot d_{cp} \cdot h \cdot z} = \frac{7500}{3,14 \cdot 8,59 \cdot 0,812 \cdot 11} = 31,3 \text{ МПа} < [\sigma_{зм}] = 126 \text{ МПа}$$

3.3. Проектування та розрахунок спеціальних засобів технічного контролю

Для проектування обрано інструмент для контролю розміру 120P7 – пробка.

					МП 131.00.1/Б 90/с 035 00-ПЗ	Арк.
						74
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Для проектування калібр-пробки необхідно обчислити граничні розміри прохідної нової сторони, зношеної прохідної, коли калібр непридатний для застосування та непрохідної.

Позначення:

D – номінальний розмір виробу, мм;

T – допуск виробу, мм;

$D_{\min}$ – найменший граничний розмір виробу, мм;

$D_{\max}$ – найбільший граничний розмір виробу, мм;

H – допуск на виготовлення калібру, мм;

Z – відхилення середини поля допуску на виготовлення прохідного калібру для отвору відносно найменшого граничного розміру виробу;

Y – допустимий вихід розміру зношеного прохідного калібру для отвору за межу поля допуску виробу.

За ISO 1829-75 вибираємо граничні відхилення та допуск для отвору діаметром $D = 120P7$:

$$ES = -24 \text{ мкм} = -0,024 \text{ мм}$$

$$EI = -59 \text{ мкм} = -0,059 \text{ мм}$$

$$T = ES - EI = -0,024 - (-0,059) = 0,035 \text{ мм}$$

Найбільший і найменший граничні розміри отвору виробу:

$$D_{\max} = D + ES = 120 + (-0,024) = 119,976 \text{ мм}$$

$$D_{\min} = D + EI = 120 + (-0,059) = 119,941 \text{ мм}$$

По ISO/P 1938:

$$Z = 3 \text{ мкм} = 0,003 \text{ мм};$$

$$Y = 3 \text{ мкм} = 0,003 \text{ мм};$$

$$H = 4 \text{ мкм} = 0,004 \text{ мм}.$$

Прохідний бік новий:

$$PP_{\max} = D_{\min} + Z + \frac{H}{2} = 119,941 + 0,003 + \frac{0,004}{2} = 119,946 \text{ мм}$$

$$PP_{\min} = D_{\min} + Z - \frac{H}{2} = 119,941 + 0,003 - \frac{0,004}{2} = 119,942 \text{ мм}$$

					МІ 131.00.1/Б 90/с 035 00-ПЗ	Арк.
						75
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Прохідний бік зношений:

$$ПР_{зн} = D_{\min} - Y = 119,941 - 0,003 = 119,938 \text{ мм}$$

Непрохідний бік:

$$HE_{\max} = D_{\max} + \frac{H}{2} = 119,976 + \frac{0,004}{2} = 119,978 \text{ мм}$$

$$HE_{\min} = D_{\max} - \frac{H}{2} = 119,976 - \frac{0,004}{2} = 119,974 \text{ мм}$$

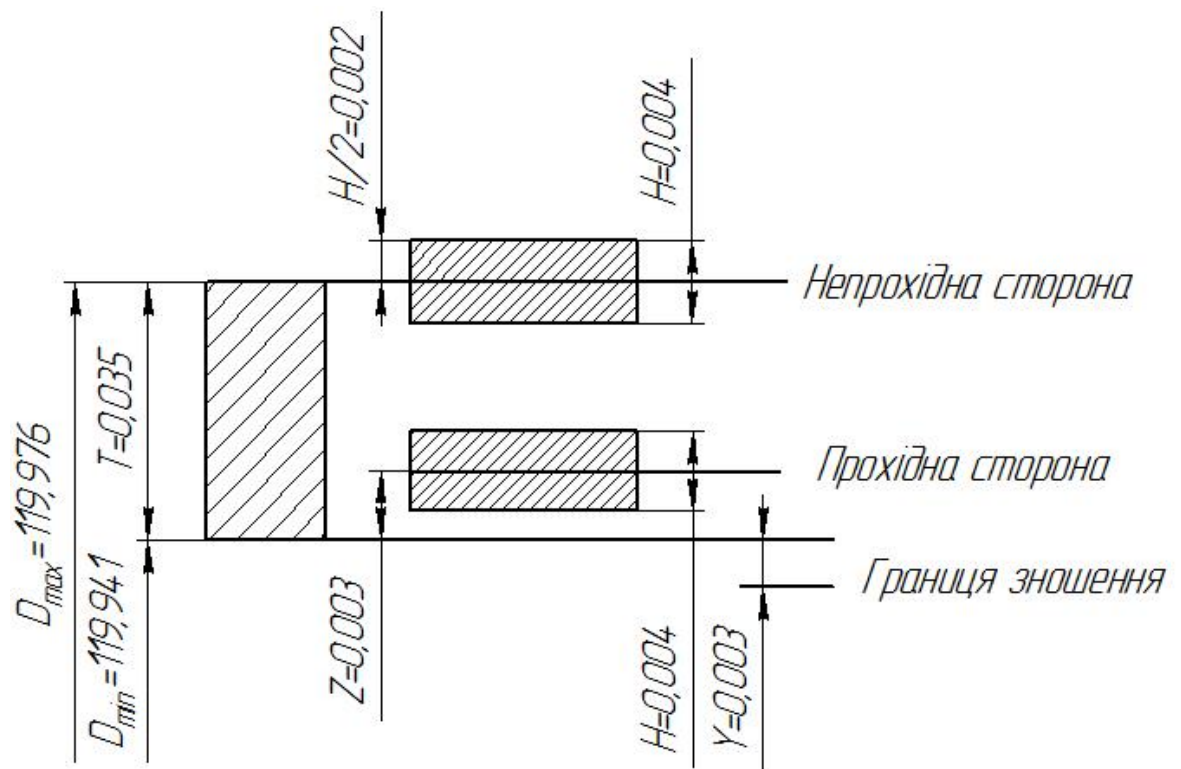


Рис 3.3. Схема полів допуску.

Виконавчий розмір прохідного боку: $PP = 119,946_{-0,004} \text{ мм}$

Виконавчий розмір непрохідного боку: $HE = 119,974_{-0,004} \text{ мм}$

3.4. Опис і розрахунок ріжучого інструменту.

Розрахунок і конструювання спеціального спірального свердла зі зміненою ріжучою частиною швидкорізальної сталі (P6M5) з конічним хвостовиком виконується за прийнятою методикою для стандартних спіральних сверدل, за винятком деяких параметрів [1]. Проведення експериментальних досліджень буде пов'язане, зокрема, зі зміною діаметрів свердл. Передбачається три типорозміри свердлів, середніх діаметрів. Одне свердло призначене для обробки наскрізного отвору діаметром 19,5 мм під розгорткування глибиною 15 мм у заготовці з конструкційної вуглецевої сталі, інші діаметри вибираємо до 50 мм.

Визначаємо діаметр свердла.

Діаметр свердла вибирається залежно від припуску на розгорткування (0,25 мм).

Після свердління отвір має бути 14 квалітету точності, допуск якого становить 0,52 мм. Отже, діаметр свердла, з урахуванням розбивки отвору 0,35 мм (2/3 від допуску на отвір), складе 19,5 мм; за ISO 235-1-75 вказаного діаметра немає, приймаємо найближчий 19 мм.

Визначення режим різання

За розрахованими даними (див. п. 2.7):

$$S = 0,40 \text{ мм/об. } n_{\phi}^{(3)} = 355 \text{ хв.}^{-1}; V_{\phi} = 21,7 \text{ м/хв.}$$

Осьова сила P_o :

$$P_o = 10 \cdot C_p \cdot D^x \cdot S^y \cdot K_p,$$

					МП 131.00.1/Б 90/с 035 00-ПЗ	Арк.
						77
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

де $C_p = 68$; $x=1,0$; $y=0,7$ [2, табл. 32];

$$K_p = \left(\frac{\sigma_b}{750} \right)^{0,75} = \left(\frac{750}{750} \right)^{0,75} = 1,0$$

де $\sigma_b = 750$ МПа – межа витривалості сталі свердла.

$$P_o = 10 \cdot 68 \cdot 19,5^{1,0} \cdot 0,4^{0,7} \cdot 1,0 = 5819 \text{ Н},$$

Момент сил опору різання (крутний момент):

$$M_{кр} = 10 \cdot C_m \cdot D^q \cdot S^y \cdot K_p,$$

де $C_v = 0,0345$; $q=2,0$; $y=0,8$ [2, табл. 32];

$$M_{кр} = 10 \cdot 0,0345 \cdot 19,5^2 \cdot 0,4^{0,8} \cdot 1,0 = 50 \text{ Н} \cdot \text{м}$$

Визначення номеру конуса Морзе хвостовика.

Момент тертя між хвостовиком і втулкою :

$$M_{кр} = \frac{\mu \cdot P_o (D_1 + d_2)}{4 \sin \theta} (1 - 0,04 \cdot \Delta \theta) .$$

Можна прирівняти момент тертя максимальному моменту сил опору різанню при роботі затупившимся свердлом, цей момент в три рази більший, ніж момент для нормальної роботи свердла, отже:

$$3M_{кр} = M_{тр} = \frac{\mu \cdot P_o (D_1 + d_2)}{4 \sin \theta} (1 - 0,04 \cdot \Delta \theta) .$$

					МП 131.00.1/Б 90/с 035 00-ПЗ	Арк.
						78
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Середній діаметр конуса хвостовика:

$$d_{cp} = \frac{D_1 + d_2}{2} \text{ або } d_{cp} = \frac{6M_{кр} \sin \theta}{\mu \cdot P_o (1 - 0,04 \cdot \Delta \theta)} .$$

де $\mu = 0,096$ – коефіцієнт тертя сталі по сталі;

$\theta = 1^\circ 26' 16''$ – половина кута конуса;

$\Delta \theta = 5'$ – відхилення кута конуса;

$$d_{cp} = \frac{6 \cdot M50 \cdot \sin 1^\circ 26' 16''}{0,096 \cdot 5819 (1 - 0,2)} = 0,016987 \text{ м} = 16,9 \text{ мм}$$

По СТ СЭВ 147-75 вибрано найближчий корпус, тобто конус Морзе №2 з лапкою, з наступними основними конструктивними розмірами: $D_1 = \text{мм}$; $d_2 = 14 \text{ мм}$; $l_4 = 80 \text{ мм}$. Конструктивні розміри свердла вибрано по ISO 235-1—75: $L = 233 \text{ мм}$; $l = 135 \text{ мм}$.

Визначення геометричних і конструктивних параметрів ріжучої частини свердла.

Кут нахилу гвинтової канавки $2\varphi = 118^\circ$, $2\varphi_o = 70^\circ$, задній кут $\alpha = 12^\circ$, $l = 5 \text{ мм}$, крок гвинтової канавки:

$$H = \frac{\pi \cdot D}{\text{tg} \varphi} = \frac{3,14 \cdot 19}{\text{tg} 30^\circ} = 103,34 \text{ мм}$$

Вибір товщини серцевини свердла:

$$d_o = 0,15 \cdot D = 0,15 \cdot 19 = 2,85 \text{ мм}$$

					МП 131.00.1/Б 90/с 035 00-ПЗ	Арк.
						79
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Стовщення серцевини по напрямленню до хвостовика 1,4...1,8 мм, на 100 мм довжини робочої частини свердла. Прийнято це стовщення рівним 1,5 мм.

Зворотна конусність свердла (зменшення діаметра по напрямку до хвостовика) на 100 мм довжини робочої частини повинна бути в межах 0,05...0,12 мм на 100 мм довжини.

Прийнято зворотну конусність рівну 0,08 мм.

Ширина обточки f_o , висоту затилку по спинці прийнято у відповідності з діаметром D свердла $f_o = 1,2$ мм; $k = 0,7$ мм.

Ширина пера B визначається з відношення:

$$B = 0,58 \cdot 19 = 11,02 \text{ мм}$$

Діаметр спинки:

$$q = D - 2 \cdot \Delta = 19 - 2 \cdot 0,2\Delta = 18,6 \text{ мм},$$

де D - висота стрічки ($D = 0,2...0,3$ мм), прийнято $D = 0,2$ мм.

Центровий отвір виконується по формі R ISO 2540:2016.

Геометричні елементи профілю фрези для фрезерування канавки свердла визначається аналітичним методом.

Більший радіус профілю:

$$R_o = C_R \cdot C_r \cdot C_\varphi \cdot D,$$

$$\text{де } C_R = 0,026 \cdot 2\varphi \cdot \sqrt{\frac{2\varphi}{\omega}} = 0,026 \cdot 118 \cdot \sqrt{\frac{118}{30}} = 0,629;$$

$$C_r = \left(\frac{0,14 \cdot D}{d_o}\right)^{0,044} = \left(\frac{0,14 \cdot 19}{2,85}\right)^{0,044} = 1$$

					МП 131.00.1/Б 90/с 035 00-ПЗ	Арк.
						80
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

$$C_{\varphi} = \left(\frac{13 \cdot \sqrt{D}}{D_{\varphi}} \right)^{0,9} = 1$$

Отже :

$$R_o = 0,629 \cdot 19 = 11,951 \text{ мм.}$$

Менший радіус профілю:

$$C_k = 0,015 \omega^{0,75} = 0,015 \cdot 30^{0,75} = 0,288$$

$$R_m = 0,288 \cdot 19 = 5,472 \text{ мм}$$

Ширина профілю:

$$B = R_o + R_m = 11,951 + 5,472 = 17,423 \text{ мм}$$

За знайденими розмірами будується профіль канавкової фрези свердла.

Основні технічні вимоги та допуски на свердло встановлено ІСО 235-1—75. Діаметр свердла $D = 19_{-0,52} \text{ мм.}$ Допуск на загальну довжину і довжину робочої частини свердла дорівнює подвоєному допуску по 14 квалітету точності з симетричним розташуванням граничних відхилень $\pm \frac{IT14}{2}$.

Граничне відхилення розмірів конуса Морзе повинні відповідати ступеню точності АТ8 за ДСТУ ГОСТ 25557:2008. Радіальне биття робочої частини свердла щодо осі хвостовика не повинно перевищувати 0,12 мм. Твердість робочої частини свердла HRC 62...65. Твердість лапки хвостовика свердла HRC 30...45.

					МП 131.00.1/Б 90/с 035 00-ПЗ	Арк.
						81
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Висновки за розділом

В даному розділі було розроблено конструкцію підставки для закріплення маточини на свердлильному верстаті для обробки отворі

Спроековано калібр пробку для контролю геометричних параметрів деталі маточини контролю розміру 120P7.

Розраховано і сконструювано спеціального спірального свердла зі зміненою ріжучою частиною швидкорізальної сталі (P6M5) з конічним хвостовиком

					МП 131.00.1/Б 90/с 035 00-ПЗ	Арк.
						82
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

ЗАГАЛЬНІ ВИСНОВКИ

Кваліфікаційна робота виконана у відповідності з завданням. Розроблений оптимальний технологічний процес виготовлення маточини колеса трактора причепа 1ПТС-2 з урахуванням конструктивних особливостей та службового призначення.

Виконано вибір технологічного обладнання та устаткування для виконання операцій. В якості технологічного обладнання вибрані верстати з ЧПУ. Застосування даного обладнання дозволяє скоротити число операцій технологічного процесу і відповідно час на виготовлення деталі.

Розроблений найбільш оптимальний маршрут технологічного процесу виготовлення деталі. Прийняті рішення забезпечують можливість концентрації обробки, організацію багатOVERSTATного обслуговування, мобільність виробництва, а також значне скорочення затрат на оснащення виробничого процесу.

Розроблена конструкція спеціального верстатного пристрою, яка дає змогу підвищити якість виготовлення деталі і зменшити підготовчо-заклучний час на операцію. Крім того, завдяки застосуванню додаткової оснастки, значно покращуються умови роботи виробничих робітників.

Виконаний розрахунок режимів різання та норм часу на операції технологічного процесу. Розраховано спіральне свердло та калібр-пробка для контролю одного з найбільш відповідальних отворів.

					МП 131.00.1/Б 90/с 035 00-ПЗ	Арк.
						83
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Перелік посилань

1. Кирилович В.А., Сніцар В.Г., Юмашев В.Є. Технологія автоматизованого виробництва. Випуск 2. Лабораторний практикум. Навчально-методичний посібник. – Житомир: ЖІТІ, 2001-276 с.

2. Кирилович В.А., Яновський В.А. Технологія автоматизованого виробництва. Випуск 3. Курсове проектування. Навчально-методичний посібник. – Житомир: ЖІТІ, 2002-148 с.

3. Кирилович В.А., Мельничук П.П., Яновський В.А. Нормування часу та режимів різання для токарних верстатів з ЧПУ: Навчальний посібник / Під заг. Ред. В.А. Кириловича – Житомир: ЖІТІ, 2001.- 600с.

4. Красновський М.А., Мельничук П.П., Яновський В.А. Курсове проектування з технології машинобудування. — Житомир : ЖДТУ, 2010. — 240 с.

5. Бірюков Л.А. Методичні рекомендації. Аналіз конструкції деталі на технологічність. НКЕМТ, 2006.

6. Бірюков Л. А., Коровіна В. А. Методичні рекомендації щодо використання ДСТУ EN 10250-1 – 2008 для розрахунку і конструювання сталевих штампованих поковок. НКЕМТ, 2006.

7. ДСТУ EN 10250-1 - 2008. Поковки сталі штамповані. Допуски, припуски і ковальні .

8. Мироненко Н. В. Нормативні матеріали. Вибір різального інструменту. НКЕМТ, 2006-360 с.

9. Мироненко Н. В. Методичні рекомендації. Розрахунок режимів різання табличним методом при обробці матеріалів на верстатах. НКЕМТ, 2006.

10. ДСТУ 18884:2008. Різці токарні прорізні и відрізні з швидкорізальної сталі. Конструкція і розміри. – М: ВІФ СТУ;1981- 8 с.

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

					МП 131.00.1/Б 90/с 035 00-ПЗ	Арк.
						84
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

12. Красовський М.А., Мельничук П.П., Яновський В.А. - Курсове проектування з технології машинобудування, 2010. - 234 с.

13. <https://uk.wikipedia.org/wiki/Маточина>

14. <https://uk.wikipedia.org/wiki/3D-модельовання>[N1]

15. Конспект лекцій з дисципліни «Технологічне оснащення» включає лекції та теми, які виносяться на самостійне вивчення студентів призначений для студентів спеціальності 131 Прикладна механіка., 2020. – 403 с.

16. ДСТУ 7806:2015 Прокат із легованої конструкційної сталі. Технічні умови. Державне підприємство «Український науково-дослідний і навчальний центр проблем стандартизації, сертифікації та якості» (ДП «УкрНДНЦ»), 2015.

17. Кобернік С. Машинобудівний комплекс України та світу [Електронний ресурс] / С. Кобернік – Режим доступу до ресурсу:

<https://geografiamozil2.jimdofree.com/головна/машинобудівний-комплекс-україни-та-світу/>

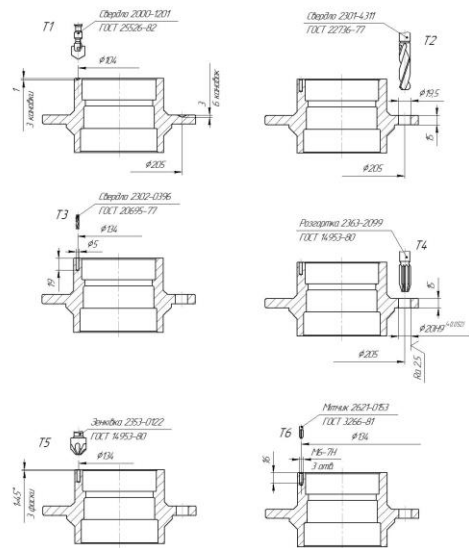
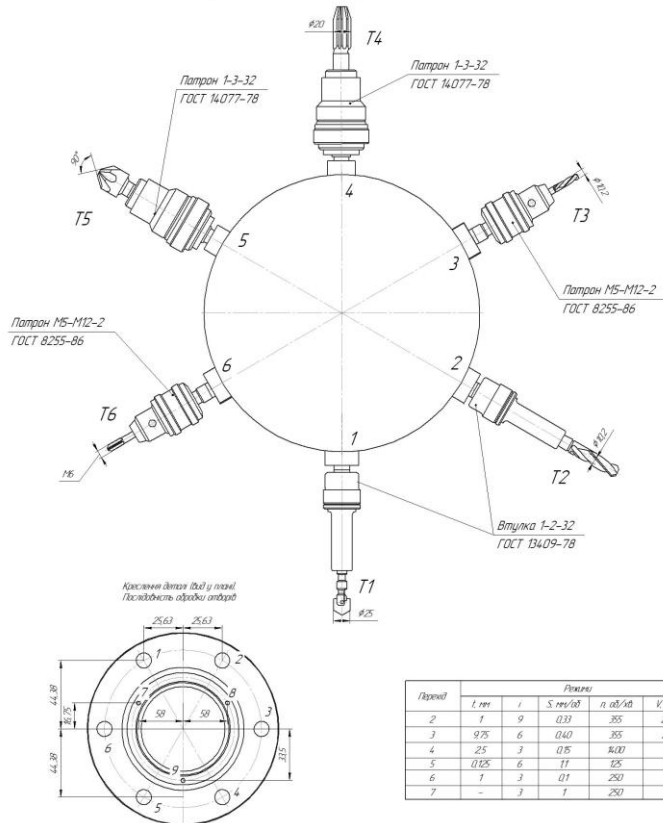
18. Sandvik С. Калькулятор режимів різання [Електронний ресурс] / Coromant Sandvik. – 2023. – Режим доступу до ресурсу: <https://www.sandvik.coromant.com/en-gb/knowledge/machining-calculators-apps/machining-calculator-app>

19. Бучинський М.Я., Горик О.В., Чернявський А.М., Яхін С.В. ОСНОВИ ТВОРЕННЯ МАШИН / [За редакцією О. В. Горика, доктора технічних наук, професора, заслуженого працівника народної освіти України]. — Харків: Вид-во «НТМТ», 2017. — 448 с.

20. Кирилович В.А., Мельничук П.П., Яновський В.А. Нормування часу та режимів різання для токарних верстатів з ЧПУ: Навчальний посібник для студентів спеціальностей 7.090202 “Технологія машинобудування”, 7.090203 “Металорізальні верстати і системи”, 7.092501 “Автоматизоване управління технологічними процесами і виробництвами” / Під заг. ред. В.А. Кириловича. – Житомир: ЖІТІ, 2001.– 600 с.

					МП 131.00.1/Б 90/с 035 00-ПЗ	Арк.
						85
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

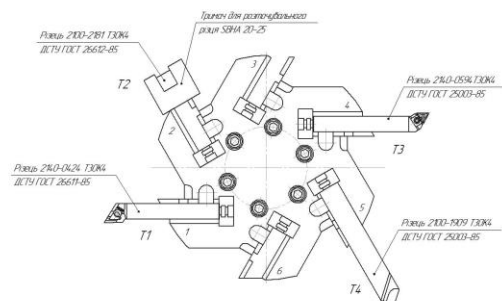
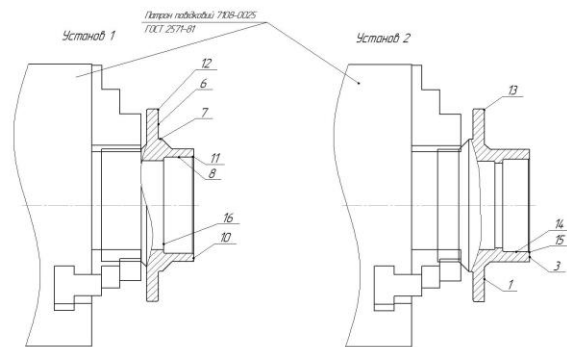
Операція 025. Свердління з ЧПУ



МІ В1001/Б90/с 035.00					
Відп. за проєкт	Відп. за виконання	Відп. за контроль	Відп. за складання	Відп. за перевірку	Відп. за підпис
Відп. за проєкт	Відп. за виконання	Відп. за контроль	Відп. за складання	Відп. за перевірку	Відп. за підпис
Відп. за проєкт	Відп. за виконання	Відп. за контроль	Відп. за складання	Відп. за перевірку	Відп. за підпис
Відп. за проєкт	Відп. за виконання	Відп. за контроль	Відп. за складання	Відп. за перевірку	Відп. за підпис
Відп. за проєкт	Відп. за виконання	Відп. за контроль	Відп. за складання	Відп. за перевірку	Відп. за підпис

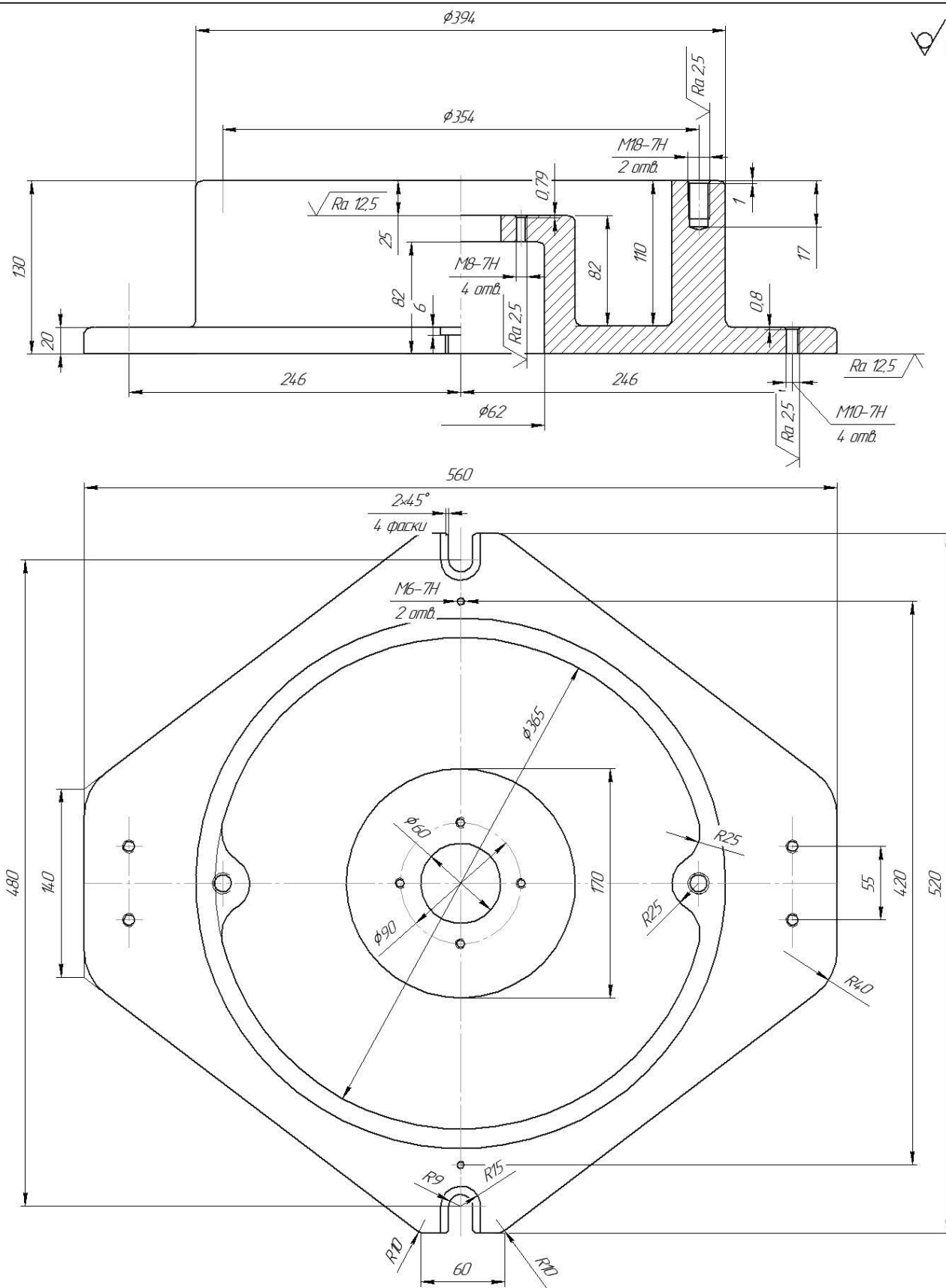
Операція 020. Токарна з ЧПУ (чистова)

Матеріал	Вид операції	Різак	l, мм	i	S, мм/об	n, об/хв	V, м/хв	Тшт
1	Установка 1							
2	Підготовка парової лопатки		1	1	0,26	630	2888	0,2
3	Підготовка парової лопатки		1	1	0,48	250	85,3	0,2
4	Підготовка парової лопатки		1	1	0,26	500	270	0,08
5	Розточка парової лопатки		1	1	0,27	630	24,7	0,26
6	Розточка парової лопатки		0,4	1	0,19	800	312	0,31
7	Підготовка парової лопатки		1	1	0,15	800	314	0,29
8	Землюк 16x45° лопатки		16	1	0,1	35	1216	0,11
9	Землюк 16x45° лопатки		2	1	0,19	125	98,1	0,22
10	Контроль якості обробки							
11	Установка 2							
12	Підготовка парової лопатки		1	1	0,26	630	2888	0,2
13	Підготовка парової лопатки		1	1	0,48	250	85,3	0,42
14	Розточка парової лопатки		0,9	1	0,27	630	2326	0,26
15	Розточка парової лопатки		0,3	1	0,19	800	299,9	0,28
16	Землюк 16x45° лопатки		16	1	0,1	35	118,7	0,11
17	Землюк 16x45° лопатки		1	1	0,19	125	98,1	0,17
18	Контроль якості обробки							
19	Землюк 16x45° лопатки							



МІ В1001/Б90/с 035.00					
Відп. за проєкт	Відп. за виконання	Відп. за контроль	Відп. за складання	Відп. за перевірку	Відп. за підпис
Відп. за проєкт	Відп. за виконання	Відп. за контроль	Відп. за складання	Відп. за перевірку	Відп. за підпис
Відп. за проєкт	Відп. за виконання	Відп. за контроль	Відп. за складання	Відп. за перевірку	Відп. за підпис
Відп. за проєкт	Відп. за виконання	Відп. за контроль	Відп. за складання	Відп. за перевірку	Відп. за підпис
Відп. за проєкт	Відп. за виконання	Відп. за контроль	Відп. за складання	Відп. за перевірку	Відп. за підпис

Формат А1



1. Невказані ливарні радіуси заокруглень 1 мм
 2. Невказані граничні відхилення розмірів
 отворів H14, валів h14, інших $\pm \frac{IT14}{2}$.

MI 13100.1/Б90/с 035.01					
Лист	№ докум.	Подп.	Дата	Лит.	Масса
Разраб.	Дьяченко С.В.				
Проб.	Нечираский Я.Б.				
Т.контр.					
Н.контр.					
Утв.	Мельник О.Л.				
Остов				Лист	Листов
СЧ200 ДСТУ 8833:2019					1
Копиредал				Верхній убігачення (лінійного поглиблення)	
				Гр. ПМК-27	
				Формат А2	

Лист	№ докум.	Подп.	Дата	Лит.	Масса
Разраб.	Дьяченко С.В.				
Проб.	Нечираский Я.Б.				
Т.контр.					
Н.контр.					
Утв.	Мельник О.Л.				

Перв. примен.	МІ 131.00.1/Б90/с 035.02				$\sqrt{Ra\ 12,5\ (\sqrt{1})}$					
Справ. №	1. Твердість головки HRCe 40-45. 2. Невказані граничні відхилення розмірів: валів h14, інших $\pm \frac{IT14}{2}$									
Подп. и дата	Инв. № дубл.	Взам. инв. №	МІ 131.00.1/Б90/с 035.02							
Инв. № подл.	Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата	Упор	Лит.	Масса	Масштаб	
	Разраб.	Дьомов С.В.						0,04	2,5:1	
	Пров.	Немировський ЯБ.								
	Т.контр.							Лист	Листов	1
	Н.контр.						Сталь 45 ДСТУ 7809:2015	Державний університет «Житомирська політехніка» Гр. ПМК-27		
	Утв.	Мельник О.Л.								

Копіював

Формат А4

Technical drawing of a mechanical part, a base plate (Підставка). The drawing shows a side view of a rectangular plate with a total width of 125 mm and a total height of 90 mm with a tolerance of +0.2 mm. The top surface has a roughness of Ra 12.5. The front face has a roughness of Ra 2.5. There are two vertical slots, each 20 mm wide and 60 mm high, with a 3x45 degree chamfer on the top edges. The bottom of the plate has a 10 mm wide base. There are two sets of holes: two sets of 9 mm diameter holes, each 4 mm deep, and two sets of 14 mm diameter holes, each 4 mm deep. The material is Steel 45 (Сталь 45) according to DSTU 7809:2015. The drawing includes a title block with the part name 'Підставка', material 'Сталь 45', and a table of revisions.

Формат А4

Формат А4

Формат	Зона	Поз	Позначення	Назва	Кіл	Прим.
				<u>Документація</u>		
A1			МІ 131.00.1/Б90/с 035.01 СК	Складальне креслення		
				<u>Деталі</u>		
A2	1		МІ 131.00.1/Б90/с 035.01	Остов	1	
A4	2		МІ 131.00.1/Б90/с 035.02	Упор	2	
A4	3		МІ 131.00.1/Б90/с 035.03	Підставка	1	
БК	4		МІ 131.00.1/Б90/с 035.04	Пружина	2	
A4	5		МІ 131.00.1/Б90/с 035.05	Гвинт	2	
A4	6			Притискач	1	
				<u>Стандартні вироби</u>		
				Гвинти ДСТУ ISO 4762:2006		
	7			M8-6dх20	2	
	8			M8-6dх25	4	
	9			M10-6dх35	4	
	10			Шайба С.16.37	2	
				ДСТУ ISO 887:2015		
	11			Установ 7052-0001	2	
				ГОСТ 13443-88		
				Гідроциліндр 7021-0076		
	12			ДСТУ ISO 6020-1:2004	2	

