

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

“На правах рукопису”

УДК 621

“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: “Вдосконалення технологічного процесу виготовлення деталі
“Маточина” в умовах серійного виробництва”

МІ 131.00.1/Б 102/с 003 00-ПЗ

Студент групи

ПМ-142

шифр групи

Буката Максим Русланович

(прізвище, ім'я, по батькові)


(підпис)

Керівник

доцент, Яновський В.А.

(науковий ступінь та вчене звання, прізвище, ініціали)


(підпис)

Житомир 2025

ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «ЖИТОМИРСЬКА ПОЛІТЕХНІКА»

Факультет комп'ютерно-інтегрованих технологій, мехатроніки і робототехніки

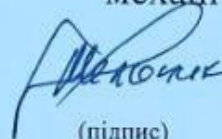
Кафедра механічної інженерії

Освітній ступінь: бакалавр

Спеціальність: 131 «Прикладна механіка»

“ЗАТВЕРДЖУЮ”

Завідувач кафедри
механічної інженерії



(підпис)

Мельник О.Л.

(прізвище, ініціали)

ЗАВДАННЯ НА КВАЛІФІКАЦІЙНУ БАКАЛАВРСЬКУ РОБОТУ СТУДЕНТУ

Буката Максим Русланович

(прізвище, ім'я, по батькові)

1.Тема роботи: “Вдосконалення технологічного процесу виготовлення деталі “Маточина” в умовах серійного виробництва”.

Керівник роботи: Яновський Валерій Анатолійович, доцент.

Затверджена наказом по університету від «10» «03» 2025 р. № 102/

2.Строк подання студентом роботи - 9 червня 2025 року.

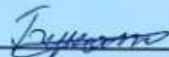
3.Вихідні дані до роботи: робочий кресленик деталі “Маточина”, матеріали підручників, довідників з машинобудування, наукових статей, державних, галузевих стандартів та навчально-методичних видань державних університетів.

4.Перелік завдань, які потрібно вирішити: визначити призначення деталі «Маточина» в складі вузла або агрегату; провести аналіз вимог до точності, шорсткості, матеріалу та механічних властивостей; виконати аналіз технологічності конструкції деталі; вибір типу заготовки та обґрунтування методу її виготовлення; розробка технологічного маршруту виготовлення деталі; виконати обґрунтування та вибір технологічних баз, технологічного обладнання та оснащення; розрахунок режимів різання та технічне нормування технологічного процесу; виконати проектування та розрахунок спеціального верстатного пристрою; оформити комплект технологічної документації на виготовлення деталі “Маточина”

5. Орієнтовний перелік графічного матеріалу: 1. Робочий кресленик деталі – 1 арк. презентації; 2. Кресленик заготовки деталі - 1 арк. презентації; 3. Карта налагоджень на токарну операцію - 1 арк. презентації; 4. Карта налагоджень на свердлильну операцію - 1 арк. презентації; 5. Карта налагоджень на шліфувальну операцію - 1 арк. презентації; 6. Складальний кресленик спеціального верстатного пристрою - 2 арк. А1; 7. Кресленик спеціального контрольного інструменту - 1 арк. А2; 8. Кресленик спеціального різального інструменту - 1 арк. А2.

6. Дата видачі завдання 12 03 2025 року.

Студент



(підпис)

Буката М.Р.

(прізвище та ініціали)

Керівник роботи



(підпис)

Яновський В.А.

(прізвище та ініціали)

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН ВИКОНАННЯ РОБОТИ

№ з/п	Назва етапів бакалаврської роботи	Термін виконання	Примітка
1.	Виконання розділу “Загально-технічний розділ”	23.11.2024	
2.	Виконання розділу “Конструкторський розділ”	18.04.2024	
3.	Виконання розділу “Технологічний розділ”	26.12.2024	
4.	Кінцеве оформлення змісту, висновків, графічної частини бакалаврської роботи	08.05.2025	
5.	Підготовка доповіді, ілюстративного матеріалу та презентації	24.05.2025	
6.	Передзахист кваліфікаційної роботи	30.05.2025	
7.	Подання бакалаврської роботи на кафедру	10.06.2025	
8.	Захист кваліфікаційної роботи в ЕК	згідно графіку захистів	

Студент

(підпис)

Буката М.Р.

(прізвище та ініціали)

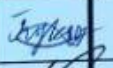
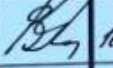
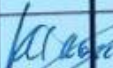
Керівник роботи

(підпис)

Яновський В.А.

(прізвище та ініціали)

Форм.	Зона	Поз.			Кіл.	Прим.
			<u>Документація</u>			
A4		1	MI 131.00.1/Б 102/с 003 00-ПЗ	Пояснювальна записка	1	
			<u>Конструкторська документація</u>			
		2	MI 131.00.1/Б 102/с 003 001-КД	Маточина	1	
		3	MI 131.00.1/Б 102/с 003 009	Нутромір спеціальний	1	
		4	MI 131.00.1/Б 102/с 003 02-КЗ	Заготовка	1	
		5	MI 131.00.1/Б 102/с 003 006-СК	Спеціальний верстатний пристрій	1	
		6	MI 131.00.1/Б 102/с 003 08	Свердло-розвертка	1	
			<u>Технологічна документація</u>			
		7	MI 131.00.1/Б 102/с 003 01	Маршрутна карта	3	
		8	MI 131.00.1/Б 102/с 003 02	Операційна карта	5	
		9	MI 131.00.1/Б 102/с 003 03	Карта ескізів	5	

					MI 131.00.1/Б 102/с 003 00-ВР			
Зм.	Арк.	№ докум.	Підп.	Дата				
Разроб.	Буката М.Р.				Відомість бакалаврської роботи	Лит.	Лист	Листов
Перевір.	Яновський В.А		10.04				5	1
Н.контр.						Державний університет «Житомирська політехніка», група ПМ-142		
Затверд.	Мельник О.Л.							

АНОТАЦІЯ

Буката М.Р. “Вдосконалення технологічного процесу виготовлення деталі “Маточина” в умовах серійного виробництва”

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, 2025.

Кваліфікаційна робота містить 81 аркуш формату А4 пояснювальної записки, в тому числі 19 рисунка, 13 таблиць, та список літератури з 13 джерел. Робота містить 30 додатки.

У бакалаврській кваліфікаційній роботі проаналізовано та вдосконалено технологічний процес виготовлення деталі «Маточина», яка є ключовим елементом вузла «Вісь» у конструкції шасі тракторного причепа.

На основі літературного опрацювання фахових статей, літературних джерел.

Розроблено технологія виготовлення деталі, що базується на оптимальному виборі заготовки, яка забезпечує економію матеріалу та трудових витрат.

Виконано розрахунки: припусків, вибір режимів різання та нормування технологічного процесу, дозволили сформувати збалансовану систему виготовлення, що відповідає сучасним вимогам ефективності та якості.

Розроблено та вдосконалено маршрутний процес технологічний процес виготовлення деталі «Маточина». Розроблено та спроектовано 3-D модель спеціального верстатного пристрою.

Зроблені висновки по роботі.

Ключові слова: Технологічний процес, заготовка, припуски, маточина, спеціальний пристрій, вдосконалення, розрахунки, техніко-економічне обґрунтування, верстат 16K30Ф305, схема базування, технічний контроль, конструктивні елементи, допуски, різання.

ANNOTATION

Bukata M.R. "Improvement of the technological process of manufacturing the "Hub" part in serial production"

The bachelor's qualification work is submitted for the Bachelor's degree, field of knowledge 13 «Mechanical engineering» of specialty 131 «Applied Mechanics» (Educational program "High-tech Computer Engineering"). - Zhytomyr Polytechnic State University, Zhytomyr, 2025.

The qualification paper contains 81 A4 format pages of explanatory note, including 19 illustrations, 13 tables and reference list of 13 sources. The work contains 30 appendices.

In the bachelor's qualification work, analyzes and improves the technological process of manufacturing the part "Hub", which is a key element of the "Axle" assembly in the design of the chassis of a tractor trailer.

Based on the literary study of professional articles, literary sources. A technology for manufacturing a part has been developed, based on the optimal choice of the workpiece, which ensures savings in material and labor costs.

Calculations have been made: allowances, selection of cutting modes and standardization of the technological process, which allowed forming a balanced manufacturing system that meets modern requirements for efficiency and quality.

A route process for the technological process of manufacturing the part "Hub" has been developed and improved. A 3D model of a special machine tool has been developed and designed.

Conclusions have been drawn on the work.

Keywords: Technological process, workpiece, allowances, hub, special device, improvement, calculations, feasibility study, machine tool 16K30F305, basing scheme, technical control, structural elements, tolerances, cutti

ЗМІСТ

ВСТУП.....	9
1. ЗАГАЛЬНО-ТЕХНІЧНИЙ РОЗДІЛ.....	11
1.1. Службове призначення та аналіз конструкції деталі «Маточина».....	11
1.2. Аналіз технологічності конструкції деталі «Маточина».....	14
1.3. Визначення програми випуску деталей та типу виробництва.....	20
Висновки до загально-технічного розділу.....	21
2. ТЕХНОЛОГІЧНИЙ РОЗДІЛ.....	23
2.1. Вибір конструкції заготовки та способу її виготовлення.....	23
2.2. Розробка технологічного маршруту виготовлення деталі.....	31
2.3. Розрахунок загальних та міжопераційних припусків на обробку поверхонь деталі.....	38
2.4. Розробка та обґрунтування технологічних операцій технологічного процесу.....	44
2.5. Вибір засобів технологічного обладнання та оснащення.....	48
2.6. Розрахунок режимів різання.....	50
2.7. Технічне нормування технологічного процесу.....	57
Висновки до технологічного розділу.....	58
3. КОНСТРУКТОРСЬКИЙ РОЗДІЛ.....	60
3.1. Загальні положення про верстатні пристосування для обробки отворів.....	60
3.2. Проектування та розрахунок спеціального верстатного пристрою.....	61
3.3. Проектування та розрахунок спеціального різального інструменту.....	71
3.4. Проектування та розрахунки спеціальних засобів технічного контролю.....	74
Висновки до конструкторського розділу.....	77
ЗАГАЛЬНІ ВИСНОВКИ.....	79
СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ЛІТЕРАТУРНИХ ДЖЕРЕЛ	80
ДОДАТКИ.....	82

МІ 131.00.1/Б 102/с 003 00-ПЗ

Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата			
Розроб.		Буката М.Р.			Вдосконалення технологічного процесу виготовлення деталі «Маточина» в умовах серійного виробництва	Лім.	Лист
Перевір.		Яновський В.А.		0.06			8
Реценз.						Група ПМ-142	
Н. Контр.							
Затверд.		Мельник О.Л.					

ВСТУП

У сучасних умовах конкурентного машинобудівного виробництва зростають вимоги до якості продукції, зниження витрат та підвищення продуктивності праці. Одним із ключових елементів, що забезпечує ефективність виробництва, є оптимізація технологічних процесів. Деталь типу «маточина» широко використовується в різноманітних механізмах і вузлах, особливо в транспортних засобах, сільськогосподарській техніці, промисловому обладнанні, що робить її виробництво надзвичайно поширеним у серійному виробництві.

Оскільки виготовлення маточини потребує високої точності обробки, забезпечення міцності та зносостійкості, актуальним стає вдосконалення існуючого технологічного процесу для зменшення собівартості, зниження втрат часу, підвищення якості та стабільності продукції. Удосконалення може передбачати оптимізацію маршруту обробки, впровадження сучасного інструменту, автоматизацію окремих операцій, а також раціоналізацію використання обладнання.

Таким чином, дослідження та впровадження технологічних рішень, спрямованих на вдосконалення процесу виготовлення деталі «Маточина», є актуальним завданням, що відповідає вимогам сучасного серійного виробництва і сприяє підвищенню ефективності виробничої діяльності підприємств.

Метою кваліфікаційної роботи є розробка та техніко-економічне обґрунтування вдосконаленого технологічного процесу виготовлення деталі типу «Маточина» в умовах серійного виробництва, що забезпечує підвищення точності, надійності та економічної ефективності виробництва.

Для досягнення поставленої мети в межах кваліфікаційної роботи передбачено вирішення наступних основних завдань:

					MI 131.00.1/Б 102/с 003 00-ПЗ	Арк.
						9
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

1. Вивчити службове призначення та провести аналіз конструкції деталі «Маточина», з урахуванням її функціонального навантаження в складі вузла та умов експлуатації.

2. Оцінити технологічність конструкції деталі, визначити особливості, які впливають на складність обробки та якість виготовлення, а також можливості покращення конструкції з урахуванням серійного виробництва.

3. Обґрунтувати тип виробництва та програму випуску, виходячи з обсягів виготовлення, серійності та техніко-економічних характеристик виробничої системи.

4. Вибрати оптимальний варіант заготовки та спосіб її отримання, орієнтуючись на вимоги до точності, економічності і доступності сировини.

5. Розробити раціональний технологічний маршрут виготовлення деталі, включаючи операційний склад, розрахунок припусків, вибір обладнання та оснащення для реалізації обробки.

6. Виконати проектування спеціального верстатного пристрою та інструменту, необхідного для забезпечення точності та стабільності обробки отворів і зовнішніх поверхонь деталі.

7. Провести розрахунок режимів різання та технічне нормування операцій, з метою підвищення ефективності виробничого процесу, зменшення витрат часу і матеріалів.

8. Розробити спеціальні засоби технічного контролю, які забезпечать якісну перевірку параметрів обробленої деталі відповідно до вимог технічної документації.

Структура та обсяг кваліфікаційної роботи. Робота складається зі вступу, чотирьох розділів, висновків, списку використаних джерел. Основний обсяг роботи викладений на 71 сторінці, включаючи 28 рисунків та 10 таблиць. Список використаних джерел та літератури нараховує 12 найменувань.

					MI 131.00.1/Б 102/с 003 00-ПЗ	Арк.
						10
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

1. ЗАГАЛЬНОТЕХНІЧНИЙ РОЗДІЛ

1.1. Службове призначення та аналіз конструкції деталі «Маточина»

Деталь «Маточина» (рис.1.1) виконує функцію кріплення та фіксації колеса на шасі тракторного причепа і є невід'ємним елементом складального вузла «Вісь» (рис.1.2). Її конструкція забезпечує передачу навантажень від колеса до рами причепа та стабільність обертального руху.

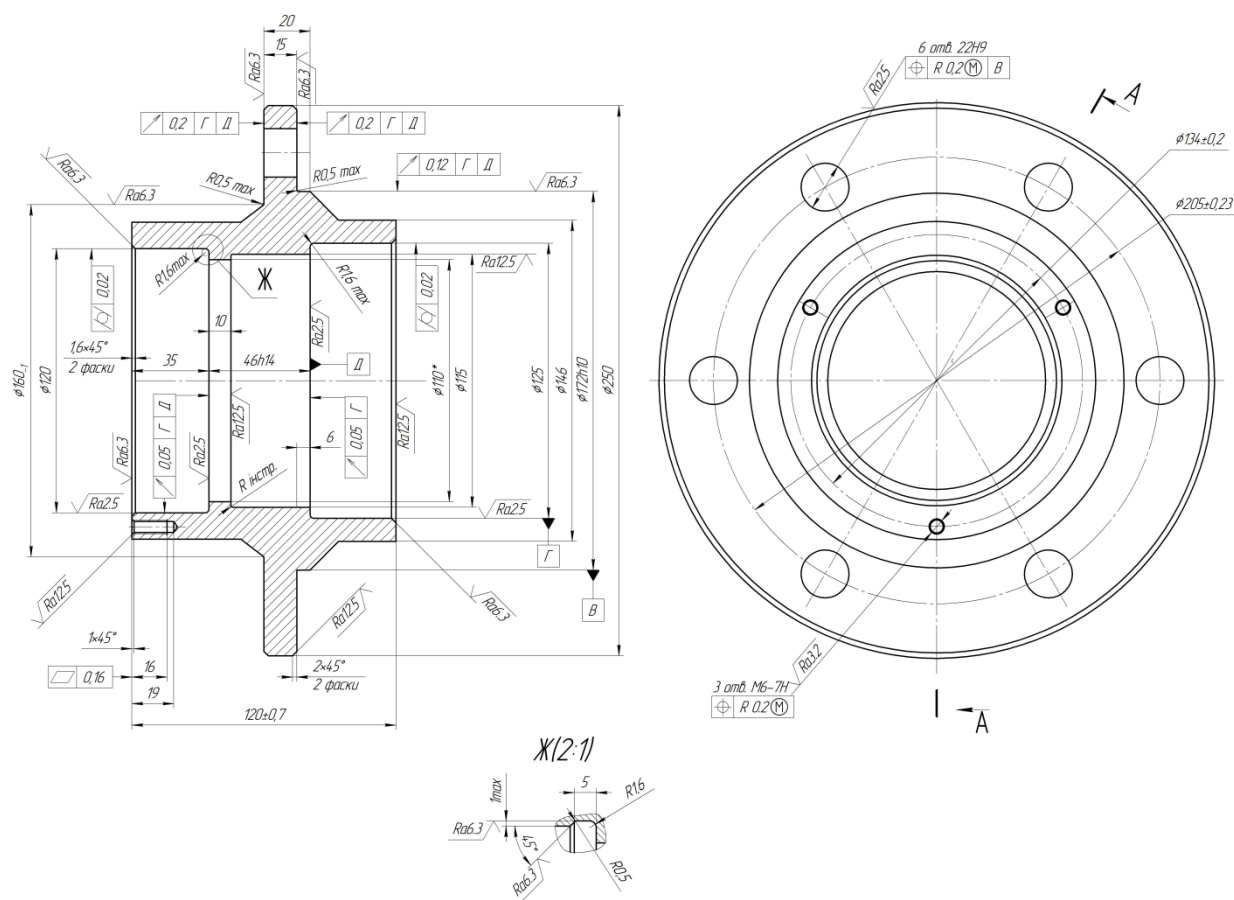


Рис.1.1. Деталь «Маточина»

Двовісне шасі тракторного причепа моделі 847070 сконструйоване для транспортування спеціального обладнання, збірно-розбірних споруд, мобільних побутових і виробничих блоків. Конструкційна вантажопідйомність шасі становить від 6,5 до 10 т, а розміри монтажної платформи варіюються в межах 8000 мм по довжині та 2300–2800 мм по

					Арк.
					11
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	

ширині. Для забезпечення стабільності при стаціонарній експлуатації шасі комплектується гвинтовими опорами.



Рис.1.2. Кріплення та фіксація маточини на шасі тракторного причепа складального вузла «Вісь»

Воно сумісне з колісними тракторами тягового класу 20–30 кН і двигунами потужністю від 100 до 225 кВт (140–300 к.с.), зокрема типів МТЗ-142, МТЗ-100/102, ЛТЗ-155, Т-155К, К-701. За індивідуальним замовленням шасі може бути укомплектоване двоконтурною пневматичною гальмівною системою, що дає змогу використовувати його у зв'язці з вантажними автомобілями.

У внутрішню порожнину маточини встановлюються обойми підшипників, що забезпечують обертання колеса відносно осі, а також монтажні болти, якими диск колеса фіксується до фланця маточини.

Геометрично маточина є тілом обертання, що містить низку кріпильних і посадочних отворів, зокрема розташованих вздовж осі обертання для розміщення підшипників, а також на торцевих поверхнях – для з'єднання з іншими вузлами.

					<i>МІ 131.00.1/Б 102/с 003 00-ПЗ</i>	Арк.
						12
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

У типовому виконанні маточина виготовляється у вигляді зварного складального вузла, що складається з фланця та втулки. Їхнє з'єднання здійснюється дуговим зварюванням з підвищеними вимогами до розмірів швів (зокрема – збільшені катети), що обумовлено необхідністю протистояти змінним радіальним навантаженням під час експлуатації.

Заготовка маточини – це зварна конструкція I класу за ОСТ 23.2.429-90. Посадкові отвори під підшипники виконуються з точністю 7 квалітету за Р7. Усі інші розміри, які утворюються в результаті механічної обробки, регламентуються нормами ОСТ 37.001.246-92 для незазначених граничних відхилень.

Таблиця 1.1

Хімічний склад сталі 35 ДСТУ 2651:2005

C %	Si %	Mn %	Cr	S	P	Cu	Ni	As
0,32- 0,40	0,17- 0,37	0,50- 0,80	Не більше %					
			0,25	0,04	0,035	0,25	0,25	0,08

Службове призначення та аналіз конструкції деталі «Маточина»

Згідно з кресленням (рис.1.1), маточина виготовлена зі сталі 35 за ДСТУ 2651:2005, що характеризується достатнім поєднанням механічної міцності та технологічності при обробці. Конструкція містить посадкові отвори з допусками Н14 і ІТ14/2, що відповідає вимогам до невідповідальних з'єднань або з'єднань з малими навантаженнями. Розташування посадкових поверхонь, уступів і фасок свідчить про забезпечення зручного складання, встановлення підшипників або інших компонентів.

Уздовжній переріз показує наявність посадкових поясків з високою точністю (наприклад, ділянки Ø100 Н14 та Ø115 Н14), що, ймовірно,

					MI 131.00.1/Б 102/с 003 00-ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		13

призначені для розміщення підшипників або точно центрованих вузлів. Додатково передбачено кілька отворів (6 отв. 22×9 та 3 отв. М6–7Н) для кріплення інших деталей, можливо – фланцевого з'єднання з іншим елементом. Присутність отворів під шпонку (16×4.5) дозволяє передавати значний крутний момент без зсуву вала.

Особливу увагу приділено якості поверхонь: більшість функціональних поверхонь мають шорсткість Ra2.5, Ra1.25 або менше, що є критичним для з'єднань із мінімальним зазором. Наявність фасок, ливарних уклонів і заокруглень (R16, R4) свідчить про врахування технічних вимог щодо зняття напружень та полегшення процесу виготовлення, особливо при обробці на токарних або фрезерних верстатах.

У другому кресленні подано заготовку деталі – штамповану заготовку, яка є попередньою формою перед остаточною механічною обробкою. Штампування забезпечує оптимальне використання матеріалу, наближення форми заготовки до готової деталі та зменшення припусків на обробку. Це сприяє зменшенню витрат на матеріал і час виготовлення.

Висновок: конструкція маточини враховує вимоги міцності, точності та технологічності. Передбачено посадки для підшипників, шпонкові з'єднання, отвори для кріплення та зони високої чистоти поверхні. У поєднанні з правильно підібраною заготівлею зі сталі 35, це забезпечує високу експлуатаційну надійність і придатність до виготовлення в умовах серійного виробництва.

1.2. Аналіз технологічності конструкції деталі «Маточина»

Деталь «Маточина» виготовляється методом зварювання двох заготовок, що ускладнює технологічний процес через необхідність підвищених припусків на механічну обробку. Це дозволяє компенсувати похибки зварювання, зокрема викривлення та деформації в зоні шва. Однак такий підхід передбачає виконання додаткової операції відпалу для зняття внутрішніх напружень, викликаних зварювальним процесом. Це підвищує

					<i>MI 131.00.1/Б 102/с 003 00-ПЗ</i>	Арк.
						14
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

загальну трудомісткість виготовлення деталі та потребує контролю температурного режиму, щоб уникнути утворення тріщин і збереження геометричної стабільності.

Складність викликає обробка внутрішніх циліндричних поверхонь (рис.1.3):

- Поз. 1: Ø120P7.
- Поз. 2: Ø125P7.

що мають високі вимоги до точності. Допуск на циліндричність становить 0,02 мм, а вимоги до торцевого і радіального биття – до 0,05 мм. Для досягнення таких показників необхідне застосування прецизійного розточування або хонінгування на високоточних верстатах із жорсткою фіксацією деталі.

Крім того, певне ускладнення становить обробка глухих отворів малого діаметра з метричним різьбленням:

- Поз. 3: 3 отвори M6–7H.

Їх обробка супроводжується труднощами у відведенні стружки, особливо при нарізуванні різьби мітчиком. Це може спричинити поломку інструмента, тому доцільним є використання багатоступеневих мітчиків або нарізання різьби на верстатах з ЧПК із контролем моменту.

Інші оброблювані елементи конструкції:

- Поз. 4: Ø205 h23 (посадочна поверхня фланця) – вимагає дотримання концентричності з іншими отворами;
- Поз. 5: 6 отворів Ø22H9 – виконуються свердлінням із подальшим розгортанням, є базою для штифтів або кріпильних елементів;
- Поз. 6: Торцева поверхня фланця Ø250 – служить опорною базою під час остаточного складання;
- Поз. 7: Ø100 H14 та Ø115 H14 – внутрішні циліндричні посадки, які можуть бути використані для центрування або встановлення підшипників;

					MI 131.00.1/Б 102/с 003 00-ПЗ	Арк.
						15
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

- Поз. 8: Шпонковий паз $16 \times 4,5$ (2 фаски) – обробляється на шпонкорізних або фрезерних верстатах, забезпечує передачу крутного моменту;
- Поз. 9: Торцеві фаски та радіуси (R16, R0.5, R2.5) – виконуються для зняття напружень і покращення збірки;
- Поз. 10: Торцеві поверхні у зварному вузлі – потребують обробки після зварювання для забезпечення паралельності.

В цілому, конструкція маточини є достатньо технологічною, має зручні бази для закріплення при обробці (наприклад, зовнішній фланець та внутрішні отвори). Використання уніфікованих кріпильних елементів, чітке розташування отворів і симетрія конструкції дозволяють реалізувати обробку з використанням багато інструментальних головок та числового програмного керування (ЧПК).

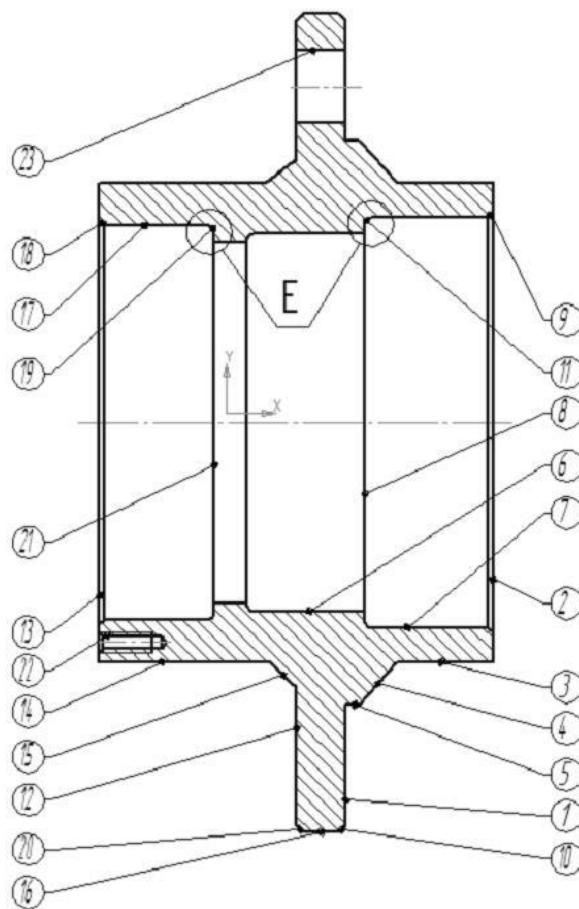


Рис. 1.4. Оброблювані поверхні

Кількісний аналіз технологічності

Основні показники технологічності деталі:

а) Рівень технологічності по трудомісткості:

$$K_{pm} = T_n / T_b \quad (1.1) ,$$

де: T_n – трудомісткість виготовлення деталі за розробленим варіантом;

T_b – трудомісткість базової технології виготовлення деталі.

Трудомісткість базової технології виготовлення деталі невідома. Тому розрахунок технологічності за цим показником не проводимо.

б) Рівень технологічності за технологічною собівартістю:

$$K_{pc} = C_n / C_b \quad (1.2) ,$$

де: C_n – технологічна собівартість виготовлення деталі за розробленим варіантом;

C_b – базова технологічна собівартість виготовлення деталі.

$$K_{pc} = 42,1 / 65,74 = 0,64$$

За цим показником виріб технологічний, тому що зниження технологічної собівартості становить 64%.

в) Коефіцієнт уніфікації:

$$K_{ye} = Q_{ye} / Q_e \quad (1.3),$$

де: Q_{ye} – загальна кількість уніфікованих елементів деталі;

Q_e – загальна кількість елементів деталі;

$$K_{ye} = 22 / 29 = 0,76$$

За коефіцієнтом уніфікації деталей технологічна, так як $K_{ye} > 0,6$.

г) Коефіцієнт використання металу:

$$K_{bm} = m_d / m_z \quad (1.4),$$

де: m_d – маса деталі;

m_z – маса заготовки.

$$K_{bm} = 9,29 / 13,69 = 0,68.$$

д) Коефіцієнт точності обробки:

$$KIT = 1 - (1 / IT_c) ,$$

					MI 131.00.1/Б 102/с 003 00-ПЗ	Арк.
						17
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

де: IT_c – середній квалітет точності:

$$IT_c = (n_1 + 2n_2 + \dots + 19n_{19}),$$

де: n_i – кількість поверхонь деталі, що виконані відповідно за i -им квалітетом точності.

$$IT_c = (7 \cdot 3 + 9 \cdot 1 + 10 \cdot 1 + 14 \cdot 12 + 15 \cdot 1) / 18 = 223 / 18 = 12,39;$$

$$KIT = 1 - (1 / 12,39) = 0,92.$$

За коефіцієнтом точності обробки деталь технологічна, так як $KIT > 0,8$.

е) Коефіцієнт шорсткості поверхні:

$$KR_a = 1 / R_{ac} \quad (1.5),$$

де: R_{ac} – середня шорсткість оброблених поверхонь деталі, що визначається в значеннях параметра R_a , мкм.

$$R_{ac} = (0,01n_1 + 0,02n_2 + \dots + 40n_{13} + 80n_{14}) / \quad (1.6),$$

де: n_i – кількість поверхонь, що мають шорсткість i -го класу шорсткості в параметрах R_a .

$$R_{ac} = (2,5 \cdot 5 + 3,2 \cdot 1 + 6,3 \cdot 4 + 12,5 \cdot 7 + 80 \cdot 1) / 18 = 208,4 / 18 = 11,58.$$

$$KR_a = 1 / 11,58 = 0,086.$$

За коефіцієнтом шорсткості деталь технологічна, так як $KR_a < 0,32$.

Таблиця 1.2

Конструкторський аналіз деталі

Найменування поверхні	Номер оброблюваної поверхні	Кількість поверхонь	Кількість уніфікованих елементів	Квалітет точності	Параметр шорсткості
1	2	3	4	5	6
Зовнішні діаметральні поверхні					
Ø250	16	1	1	14	12,5
Ø172h10	5	1	1	10	6,3
Ø146	3, 14	2	-	14	12,5

					<i>MI 131.00.1/Б 102/с 003 00-ПЗ</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		18

Закінчення табл. 1.2

1	2	3	4	5	6
ø160-1	12	1	-	14	6,3
Ø172/146	4	1	-	14	12,5
Ø160/146	15	1	-	14	12,5
Внутрішні діаметральні поверхні					
<i>Ø120P7</i>	17	1	-	7	2,5
<i>Ø125P7</i>	7	1	-	7	2,5
<i>Ø115</i>	6	1	1	14	12,5
<i>Ø110</i>	не оброблюється	1	1	14	80
<i>Ø22H9</i>	23	6	6	9	2,5
M6-7H	22	3	3	7	3,2
Лінійні розміри					
120±0,7	2, 13	2	1	15	6,3
35	21	1	1	14	2,5
46h14	8	1	1	14	2,5
15	1, 12	2	1	14	6,3
10	21	1	1	14	12,5
19	22	3	3	14	12,5
Всього		Qe = 29	Qye = 22		

Висновок: згідно з результатами кількісної оцінки деталі маточина можна зробити висновок, що деталь досить технологічна.

					MI 131.00.1/Б 102/с 003 00-ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		19

1.3. Визначення програми випуску деталей та типу виробництва

Тип виробництва обирається з урахуванням маси деталі та обсягу річної програми її виготовлення. У даному випадку, маса деталі «Маточина» становить 9,2 кг, а встановлений у завданні на дипломний проєкт річний обсяг випуску - 5000 шт. Згідно з класифікаційними ознаками, для деталей такої маси серійне виробництво вважається середньосерійним у разі, коли річна програма знаходиться в межах від 1000 до 50000 штук. Отже, на основі зазначених параметрів можна стверджувати, що виробництво маточини належить до середньосерійного типу.

Середньосерійне виробництво характеризується випуском продукції у досить великих партіях із обмеженою номенклатурою. Випуск деталей здійснюється серіями, які повторюються з певною періодичністю. Робочі місця організовуються так, щоб за кожним працівником була закріплена відносно вузька номенклатура технологічних операцій, що підвищує рівень спеціалізації праці. Устаткування, яке використовується, має переважно універсальний або спеціалізований характер.

Організація руху предметів праці у виробничому процесі відбувається за паралельно-послідовною схемою. Підприємства, що працюють за серійним типом виробництва, зазвичай мають розгалужену виробничу структуру: заготівельні цехи спеціалізуються за технологічною ознакою, а у складальних і механообробних цехах створюються предметно-замкнені виробничі ділянки, що дозволяє ефективно управляти матеріальними потоками та оптимізувати використання ресурсів.

Дано: річна програма випуску – $N = 5000$ шт.

Маса деталі – $m = 9,2$ кг

Визначаємо технологічну партію запуску деталі:

					<i>MI 131.00.1/Б 102/с 003 00-ПЗ</i>	Арк.
						20
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

$$n = \frac{N \cdot t}{\Phi} \quad (1.7),$$

де: N– річна програма випуску деталі;

t– кількість днів пролежування деталей в цеху; t= 5 днів;

Φ – річний фонд робочого часу; Φ = 255 день

$$n = \frac{5000 \cdot 5}{255} = 98,04 \text{ шт.}$$

Приймаємо n = 100 шт.

Всього за рік випущено:

$$i = \frac{N}{n} \quad (1.8),$$

$$i = \frac{N}{n} = \frac{5000}{100} = 50 \text{ партій}$$

Висновки до загальнотехнічного розділу

У загальнотехнічному розділі встановлено, що маточина є критично важливою деталлю вузла «Вісь», яка забезпечує надійне кріплення і обертання колеса на шасі тракторного причепа. Проведений аналіз конструкції виявив її достатню міцність, раціональну геометрію та функціональність у складальних умовах.

З позиції технологічності конструкція маточини визнана придатною для серійного виробництва. Використання зварного з'єднання дозволяє оптимізувати витрати на виготовлення заготовки, а конфігурація отворів і посадочних поверхонь забезпечує високу точність монтажу та подальшої обробки.

					<i>MI 131.00.1/Б 102/с 003 00-ПЗ</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		21

Програма випуску передбачає серійний тип виробництва з урахуванням стабільного попиту на шасі моделі 847070, що агрегується з широким спектром тракторів. Такий підхід дозволяє забезпечити рентабельність виготовлення при збереженні високих експлуатаційних характеристик деталі.

					<i>MI 131.00.1/Б 102/с 003 00-ПЗ</i>	Арк.
						22
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

2. ТЕХНОЛОГІЧНИЙ РОЗДІЛ

2.1. Вибір конструкції заготовки та способу її виготовлення

У базовому варіанті заготовка для виготовлення деталі «Маточина» являє собою зварний складальний вузол, що формується шляхом з'єднання двох окремих елементів - «Втулки» та «Фланця». Така конструкція обрана з урахуванням габаритів і функціонального призначення деталі, а також можливостей заготовчого виробництва. Зварювання забезпечує надійне з'єднання елементів, дозволяючи отримати заготовку, максимально наближену за формою до готової деталі. Це зменшує обсяг механічної обробки, знижує витрати матеріалу та забезпечує економічну доцільність у серійному виробництві.

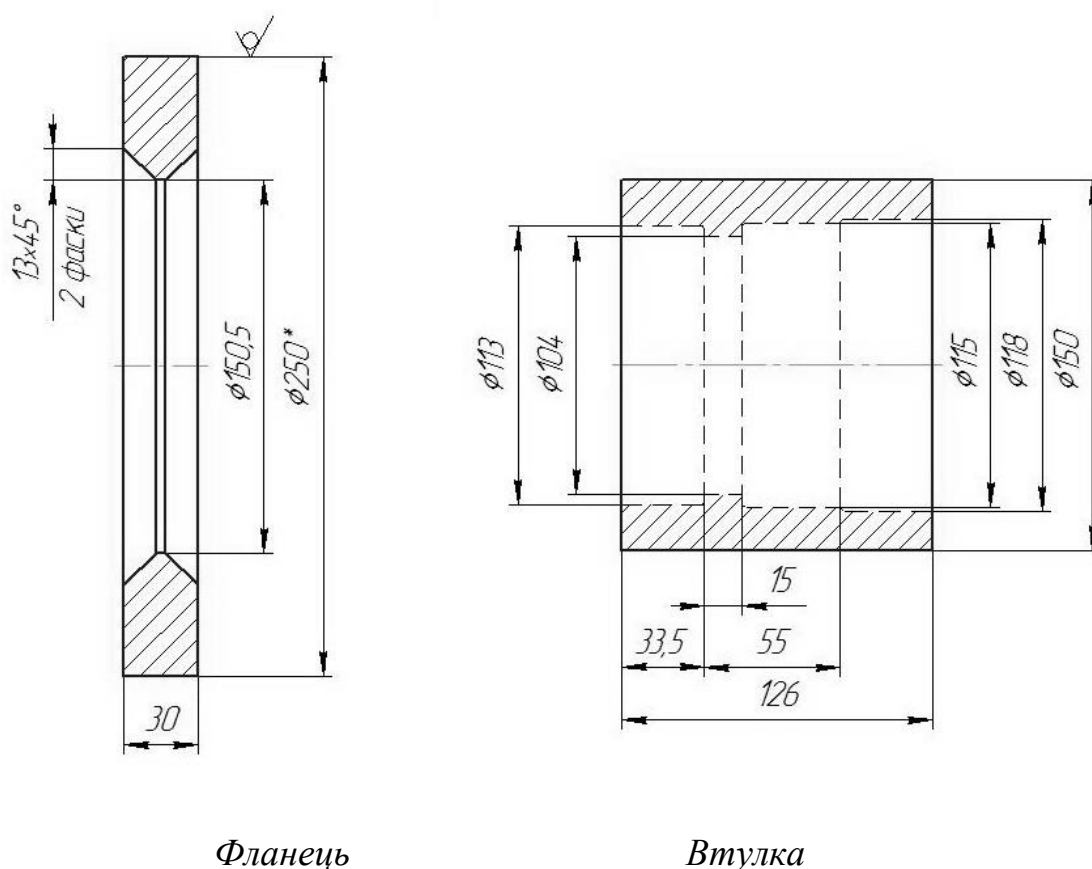


Рис. 2.1. Деталювання заготовки

Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата

МІ 131.00.1/Б 102/с 003 00-ПЗ

Арк.

23

Однак застосування зварної заготовки вимагає врахування додаткових технологічних факторів. Зокрема, після зварювання необхідно виконати операцію відпалу з метою зняття залишкових термічних напружень, що виникають у зоні шва. Це дозволяє уникнути деформацій у процесі подальшої обробки, забезпечити стабільність розмірів та геометрії. Крім того, слід передбачити збільшені припуски на обробку для компенсації можливих похибок зварювання та забезпечення досягнення необхідної точності оброблюваних поверхонь.

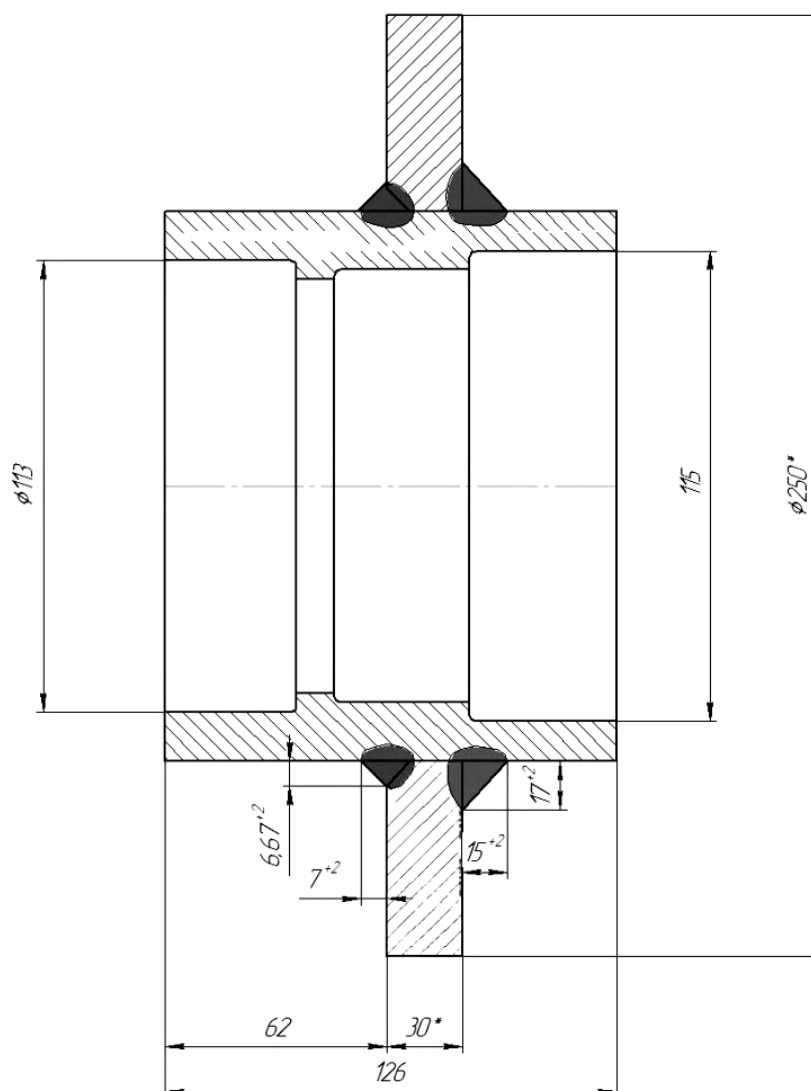


Рис. 2.2. Заготовка деталі (зварний варіант)

Перевагою використання зварного методу одержання заготовки є, насамперед, можливість швидкого запуску деталі у виробництво завдяки застосуванню доступного сортового прокату. Це особливо актуально у випадках, коли відсутнє ливарне чи ковальсько-штампове обладнання, що робить можливим розміщення замовлення на виготовлення заготовки на широкому колі підприємств. Зазначене суттєво підвищує гнучкість виробництва та скорочує терміни реалізації одиничних і малосерійних партій.

Разом із тим, такий підхід має низку суттєвих недоліків. До них, зокрема, належить підвищена трудомісткість виготовлення складових частин заготовки – деталей «Втулка» і «Фланець», оскільки вони потребують попередньої механічної обробки. Додаткові витрати пов'язані також з необхідністю виготовлення спеціального складально-зварювального пристосування, що забезпечує правильне взаємне розміщення елементів. Похибки базування при зварюванні неминуче призводять до збільшення припусків на подальшу механічну обробку. Крім того, технологічний процес включає додаткові операції зварювання та термічної обробки, що збільшує цикл виготовлення та собівартість продукції.

З огляду на вищевикладене, вважаємо доцільним розглянути альтернативні, більш продуктивні методи отримання заготовки. Найбільш раціональними з них є лиття та гаряче штампування. Застосування даних способів дозволяє суттєво знизити собівартість заготовки, скоротити обсяги механічної обробки за рахунок мінімізації припусків, зменшити трудомісткість виробництва та підвищити надійність і експлуатаційну довговічність деталі.

У якості проєктного методу отримання заготовки для деталі «Маточина» обрано штампування в закритому штампі на кривошипних гаряче штампувальних пресах (рис.2.3). Цей метод забезпечує високу точність геометричних параметрів, сталість якості серійних виробів і ефективне використання металу. Він є оптимальним для середньосерійного

					<i>MI 131.00.1/Б 102/с 003 00-ПЗ</i>	Арк.
						25
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

виробництва та дозволяє досягти балансу між продуктивністю, собівартістю та якістю продукції.

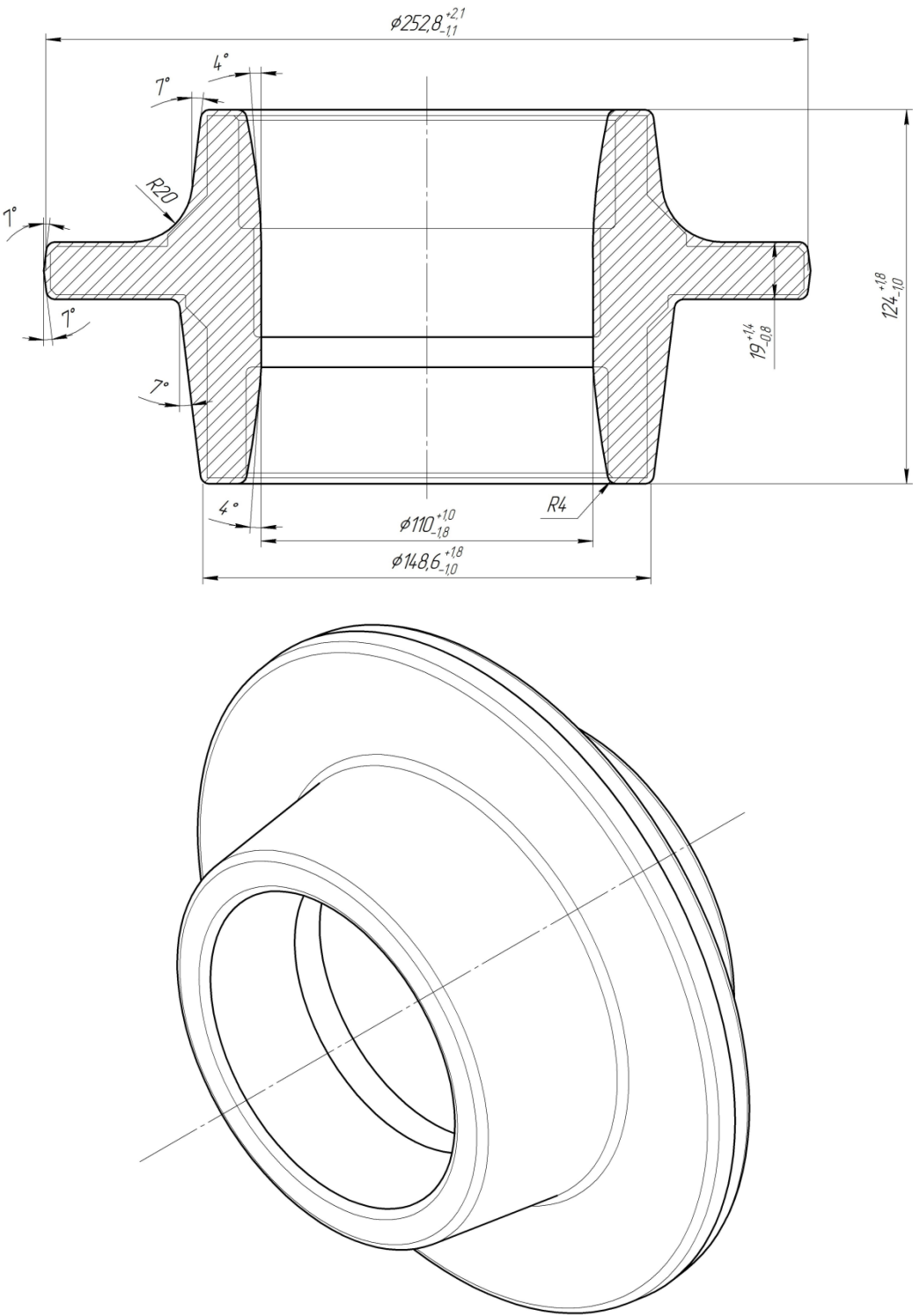


Рис.2.3. Заготовка деталі (штампування в закритому штампі на кривошипних гаряче штампувальних пресах)

Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата

MI 131.00.1/Б 102/с 003 00-ПЗ

Арк.

26

Техніко-економічне обґрунтування кращого варіанту Заготовки

Базовий варіант:

Маса заготовки за базовим варіантом складається з мас заготовок деталей виготовлених з сортового прокату, і маси зварювальних швів.

$$M_{\text{заг}} = M_{\text{вт}} + M_{\text{фл}} + M_{\text{св}} \quad (2.1),$$

Деталь «Втулка» виготовляється з Труби 152х25 ДСТУ 8732-98, $l = 132$ мм.

Маса деталі «Втулка»:

$$M_{\text{вт}} = 5,65 \text{ кг.}$$

Деталь «Фланець» виготовляється з Круга $\varnothing 250$ ДСТУ 2590-88 $l = 30$ мм.

Маса деталі «Фланець»:

$$M_{\text{фл}} = 11,52 \text{ кг.}$$

Зварювальний дріт Св-08Г2С ОСТ 2246-90

Маса зварювальних швів:

$$M_{\text{св}} = 0,49 + 0,27 = 0,76 \text{ кг.}$$

$$M_{\text{заг}} = 5,65 + 11,52 + 0,76 = 17,93 \text{ кг.}$$

Коефіцієнт використання металу по базовому варіанту:

$$K_{\text{вм}} = m_{\text{д}} / m_{\text{з}} \quad (2.2),$$

де: $m_{\text{д}}$ – маса деталі; $m_{\text{д}} = 9,2$ кг;

$m_{\text{з}}$ – маса заготовки; $m_{\text{з}} = 17,93$ кг.

$$K_{\text{вм}} = 9,29 / 17,93 = 0,52$$

					MI 131.00.1/Б 102/с 003 00-ПЗ	Арк.
						27
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Вартість заготовки з прокату орієнтовно може бути визначена за формулою на [2]:

$$C = M_{\text{заг}} \cdot S - (M_{\text{заг}} - M_{\text{д}}) \cdot S_{\text{від}} \quad (2.3),$$

де: $M_{\text{заг}}$ і $M_{\text{д}}$ - маса заготовки і готової деталі відповідно, кг;

S - ціна 1 кг металопрокату;

$S_{\text{від}}$ - ціна за 1 кг відходів.

Вартість 1 тонни стандартного прокату складає 15600 грн.

Вартість 1 тонни сталевих стружки становить 10000 грн.

Вартість заготовки за базовим варіантом складе:

$$C = 17,93 \cdot 15600/1000 - (17,93 - 9,2) \cdot 10000/1000 = 361,44 \text{ грн.}$$

Наведені витрати на попередню механообробку заготовок можна прийняти 7% від вартості заготовок, отже собівартість зварного варіанту заготовки «Маточина» становитиме:

$$C_1 = 1,07 \cdot B = 1,07 \cdot 61,44 = 165,74 \text{ грн.}$$

Проектний варіант:

Маса заготовки з проектного варіанту (гаряча штамповка) - 13,69 кг

Коефіцієнт використання матеріалу з проектного варіанту (гаряче штампування):

$$K_{\text{вм}} = 9,2/13,69 = 0,68$$

Вартість штампованої заготовки можна визначити за формулою на [2]:

$$C_{\text{заг}} = \frac{(S + K_{\text{м.о}})}{1000} \cdot G_3 \cdot K_{\text{м}} \cdot K_c - (G_3 - G_{\text{д}}) \cdot \frac{S_{\text{від}}}{1000} \quad (2.4),$$

					<i>MI 131.00.1/Б 102/с 003 00-ПЗ</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		28

де: Кт.о. = 8 - коефіцієнт за очищення заготовки за [2];

Кт – для штамповок, поковок і прокату не враховується;

Кс =1,06 за [2];

S - ціна 1 кг штамповки;

Свід - ціна за 1 кг відходів.

Вартість 1 тонни штамповки складає 13000 грн.

Вартість 1 тонни сталевих стружки становить 10000 грн.

Вартість заготовки за проектним варіантом складе:

$$C_{\text{заг}} = \frac{(13000 + 8)}{1000} \cdot 13,69 \cdot 1,06 - (13,69 - 9,2) \cdot \frac{10000}{1000} = 242,1 \text{ грн.}$$

Таблиця 2.1

Порівняльна характеристика заготовок двох варіантів

Найменування показників	1 варіант	2 варіант
Вид заготовки	Зварна заготовка	Гаряче штампування
Ступінь точності	I класу по ОСТ23.2.429-99.	ТЗДСТУ 7505:2006
Група складності	II	СЗ ДСТУ 7505:2006
Маса заготовки	17,93	13,69
КВМ	0,52	0,68
Вартість 1 тонни заготовок, грн	15600	10000
Вартість 1 тонни стружки, грн	13000	10000
Собівартість заготовки, грн	361,44	242,1

Порівнюємо два варіанти отримання заготовки по річній економії металу:

$$E_M = (M_{31} - M_{32}) \cdot N \quad (2.5),$$

де: M_{31} і M_{32} - маса заготовок по першому і другому варіанту відповідно;

					MI 131.00.1/Б 102/с 003 00-ПЗ	Арк.
						29
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

N - річний обсяг випуску (річна програма).

$$E_M = (17,93 - 13,69) \cdot 5000 = 21200 \text{ кг.}$$

Річний економічний ефект виготовлення заготовки:

$$E = (C_{31} - C_{32}) \cdot N \quad (2.5),$$

де: C_{31} і C_{32} - вартість заготовки по першому і другому варіанту відповідно.

N - річний обсяг випуску (річна програма).

$$E = (361,44 - 242,1) \cdot 5000 = 118200 \text{ грн.}$$

Висновок: порівнюючи два варіанти отримання заготовок вибираємо проектний варіант - штампування в закритому штампі на кривошипному гаряче штампувальному пресі.

Таблиця 2.2

Розміри заготовки з допусками

Номинальний розмір	Початковий індекс	Шорсткість	Основний припуск	Допоміжний припуск	Розрахунковий розмір	Прийнятий розмір поковки
1	2	3	4	5	6	7
Діаметральні розміри						
Ø125P7	13	2.5	2.0 · 2	0,3·2	Ø120,4 ^{+1,0} _{-1,8}	Ø120,4 ^{+1,0} _{-1,8}
Ø120P7		2.5	2.0 · 2		Ø115,4 ^{+1,0} _{-1,8}	Ø115,5 ^{+1,0} _{-1,8}
Ø115		12.5	1.7 · 2		Ø111 ^{+1,0} _{-1,8}	Ø111 ^{+1,0} _{-1,8}
Ø110			1.5 · 2		Ø110 ^{+1,0} _{-1,8}	Ø110 ^{+1,0} _{-1,8}
Ø172h10		6.3	2.3 · 2		Ø177,2 ^{+2,1} _{-1,1}	Ø177 ^{+2,1} _{-1,1}
Ø146			1.7 · 2		Ø146 ^{+1,8} _{-1,0}	Ø146 ^{+1,8} _{-1,0}
Ø250			1.9 · 2		Ø250 ^{+2,1} _{-1,1}	Ø250 ^{+2,1} _{-1,1}

Закінчення таблиці 2.2

1	2	3	4	5	6	7
Лінійні розміри						
120	13	12.5	1.7 · 2	0.3 · 2	124 ^{+1,8} _{-1,0}	124 ^{+1,8} _{-1,0}
15		6.3	1.7 · 2	0.2 · 2	18,8 ^{+1,4} _{-0,8}	19 ^{+1,4} _{-0,8}
10		12.5	1.4	0.2	11,6 ^{+1,8} _{-0,8}	11,5 ^{+1,8} _{-0,8}
46h14		2.5	1.8 · 2	0.2 · 2	50 ^{+1,6} _{-0,9}	50 ^{+1,6} _{-0,9}

Технічні вимоги до заготовки

- Клас точності – Т3 (з попередніх розрахунків).
- Група сталі – М1.
- Ступінь складності – С3.
- Вихідний індекс – 13.
- Радіус заокруглення зовнішніх кутів R = 2,0мм.
- Допустима величина зміщення по поверхні розйому штапу – 0,8мм.

2.2. Розробка технологічного маршруту виготовлення деталі

Маршрут механічної обробки деталі «Маточина» розробляється з урахуванням сучасних підходів до виготовлення фланцевих деталей, що характеризуються підвищеними вимогами до точності та чистоти поверхонь. У порівнянні з базовим технологічним процесом, передбачається застосування сучасного високотехнологічного обладнання, зокрема токарних верстатів з числовим програмним керуванням (ЧПК). Це дозволить виконати основні токарні операції з високою точністю, зменшити кількість переналагоджувань, а також забезпечити стабільну якість продукції у межах серійного виробництва.

					<i>MI 131.00.1/Б 102/с 003 00-ПЗ</i>	Арк.
						31
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Операції свердління отворів планується здійснювати на вертикально-свердлильному верстаті з ЧПК, що забезпечує автоматизований контроль параметрів обробки, підвищену продуктивність та зниження ймовірності похибок у розташуванні отворів. Замість застосування спеціалізованого алмазно-розточного верстата, який потребує наявності установочного пристрою для точної фіксації заготовки, пропонується використання внутрішньошліфувального верстата. Така заміна дозволяє використовувати більш універсальне обладнання, що не лише спрощує виробничий процес, а й зменшує загальні витрати на оснащення.

Запропонований маршрут обробки дозволяє забезпечити належну точність внутрішніх циліндричних поверхонь, відповідність параметрам циліндричності та торцевого биття, а також скоротити загальний час виготовлення деталі. Використання ЧПК-обладнання на всіх етапах обробки забезпечує гнучкість виробництва, спрощує контроль якості та сприяє підвищенню рівня автоматизації технологічного процесу.

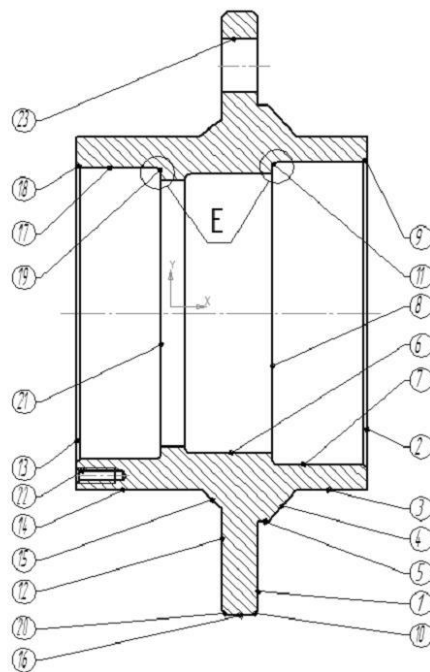
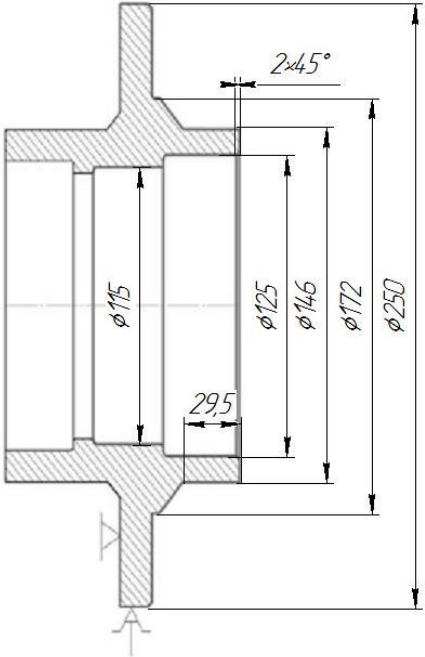


Рис. 2.4. Оброблювані поверхні

Таблиця 2.3

					<i>MI 131.00.1/Б 102/с 003 00-ПЗ</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		32

Технологічний процес виготовлення деталі «Маточина»

№ опер.	Найменування і зміст операції	Ескіз обробки
1	2	3
005	Заготівельна Штампування заготовки	Кривошипний Гаряче штампувальний прес
010	Токарна 1. Встановити і закріпити заготовку у патроні. 2. Підрізати торець $\varnothing 146/\varnothing 125P7$ в розмір 121,5 мм. 3. Підрізати торець $\varnothing 250/\varnothing 172h10$ в розмір 16,9 мм. 4. Точити зовнішню поверхню $\varnothing 146$ на довжину 29,5 мм. 5. Точити зовнішню поверхню $\varnothing 146/\varnothing 172h10$. 6. Точити зовнішню поверхню $\varnothing 172h10$ на довжину 4 мм. 7. Точити фаску $2 \times 45^\circ$. 8. Розточити отвір $\varnothing 115$ на	

Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата

MI 131.00.1/Б 102/с 003 00-ПЗ

Арк.

33

	довжину 75 мм. 9. Розточити отвір $\varnothing 125P7$ в розмір $\varnothing 124,6$ на довжину 39 мм. 10. Підрізати торець $\varnothing 115/\varnothing 125P7$ у розмір 39 мм. 11. Точити канавку Е згідно ескізу. 12. Точити фаску $1,6 \times 45^\circ$. 13. Контроль виконаних розмірів. 14. Зняти деталь, передати на іншу операцію.	
015	Токарна 1. Встановити і закріпити заготовку у патроні. 2. Підрізати торець $\varnothing 146/\varnothing 120P7$ в розмір $120 \pm 0,7$ мм. 3. Підрізати торець $\varnothing 250/\varnothing 160$ в розмір 15 мм. 4. Точити зовнішню поверхню $\varnothing 146$ на довжину	

Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата

MI 131.00.1/Б 102/с 003 00-ПЗ

Арк.

34

52 мм.

5. Точити зовнішню
поверхню $\varnothing 146/\varnothing 160$.

6. Точити зовнішню
поверхню $\varnothing 250$ на довжину
15 мм.

7. Точити фаску $2 \times 45^\circ$.

8. Розточити отвір $\varnothing 120P7$ в
розмір $\varnothing 119,6$ на довжину 35
мм.

9. Підрізати торець
 $\varnothing 110/\varnothing 120P7$ в розмір $46h14$
мм.

10. Точити канавку Е згідно
ескізу.

11. Точити фаску $1,6 \times 45^\circ$.

12. Контроль виконаних
розмірів.

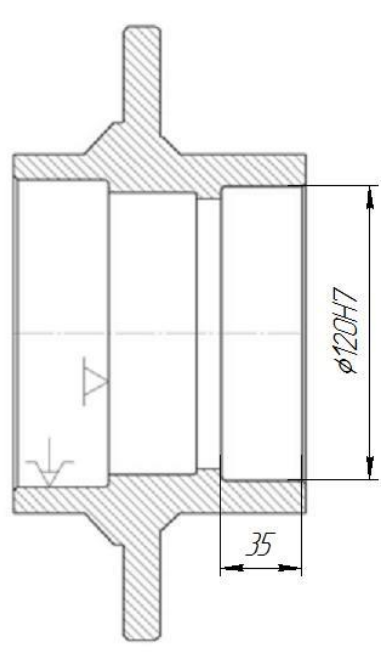
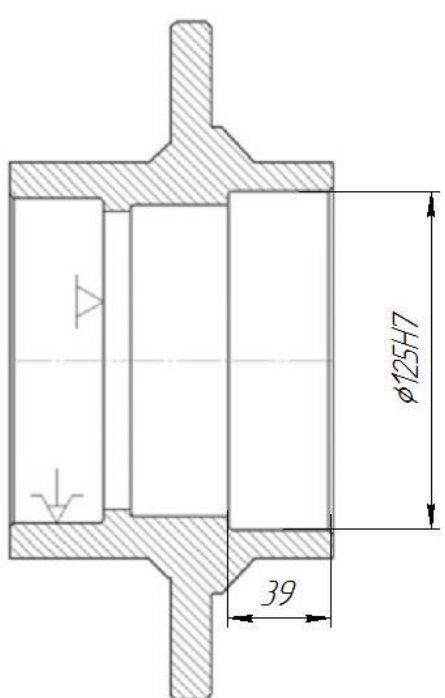
13. Зняти деталь, передати на
іншу операцію.

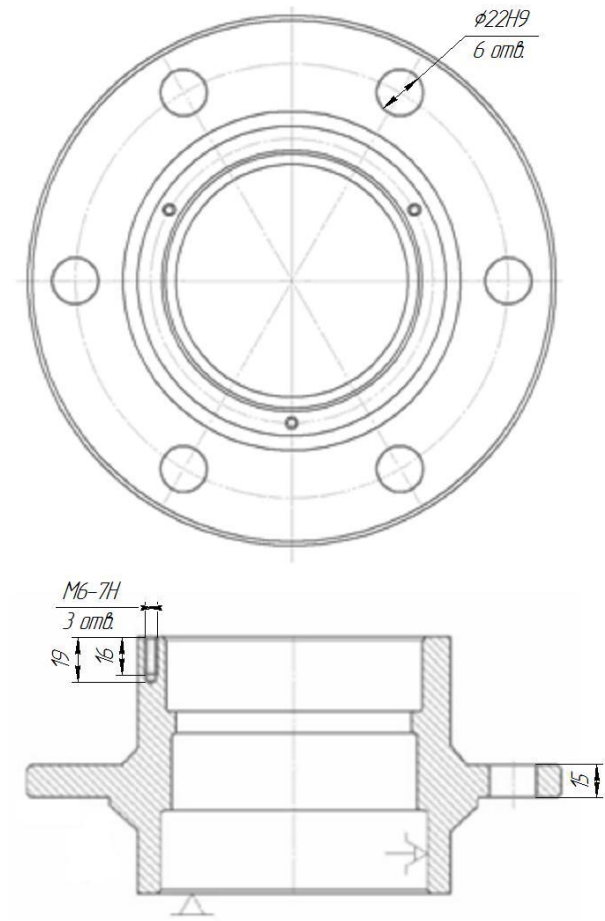
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата

MI 131.00.1/Б 102/с 003 00-ПЗ

Арк.

35

1	2	3
020	Шліфувальна 1. Встановити і закріпити заготовку у патроні. 2. Шліфувати отвір $\varnothing 120P7$ та торець $\varnothing 120P7/\varnothing 110$ на довжину 35 мм. 3. Контроль виконаних розмірів. 4. Зняти деталь, передати на іншу операцію.	
025	Шліфувальна 1. Встановити і закріпити заготовку у патроні. 2. Шліфувати отвір $\varnothing 125P7$ та торець $\varnothing 125P7/\varnothing 115$ на довжину 39 мм. 3. Контроль виконаних розмірів. 4. Зняти деталь, передати на іншу операцію.	

1	2	3
030	Свердлильна 1. Встановити і закріпити заготовку у пристосуванні. 2. Свердлити послідовно по керуючій програмі 3 отвори $\varnothing 4,95 +0,26$ на глибину 19 мм. 3. Нарізати послідовно по керуючій програмі різьбу М6-7Н на глибину 16 мм в 3-х отворах. 4. Обробити послідовно по керуючій програмі 6 отворів $\varnothing 22+0,052$ мм. 5. Контроль виконаних розмірів. 6. Зняти деталь.	

Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата

2.3. Розрахунок загальних та між операційних припусків на обробку поверхонь деталі

Розрахунок між операційного припуску для поверхні $\varnothing 125P7$

Для проектного варіанту отримання заготовки - гарячим штампуванням, на поверхню $\varnothing 125P7$ припуски і допуски призначимо аналітичним методом за літературою [2].

Встановлюємо послідовність обробки за [3]:

- Заготовка;
- Чорнове розточування;
- Чистове розточування;
- Шліфування.

а) Нормативні значення R_z і h :

Таблиця 2.4

Нормативні значення R_z і h [2] стор.

	R_z , мкм	h , мкм
Заготовка	200	250
Чорнове розточування	100	100
Чистове розточування	25	25
Шліфування	10	20

б) Просторові відхилення:

$$\Delta_{\Sigma} = \sqrt{\Delta_{cm}^2 + \Delta_k^2}, [2]. (2.6)$$

де: Δ_{cm} —відхилення від співвісності елементів, що штампуються в різних половинках штампа; $\Delta_{cm} = 1,0$ мм;

Δ_k — відхилення заготовки від прямолінійності; $\Delta_k = 0,7$ мм.

$$\Delta_{\Sigma} = \sqrt{1000^2 + 700^2} = 1220 \text{ мкм}$$

Величина залишкових відхилень після виконання переходу:

$$\Delta_{\Sigma_{ост}} = K_y \cdot \Delta_{\Sigma}, (2.7)$$

де: K_y — коефіцієнт уточнення [3] табл. .

$K_{y1} = 0,06$ - після чорнового розточування;

$K_{y2} = 0,04$ - після чистового розточування;

$K_{y3} = 0,02$ - після шліфування.

$$\Delta_{\Sigma_{ост1}} = 0,06 \cdot 1220 = 73 \text{ мкм};$$

$$\Delta_{\Sigma_{ост2}} = 0,04 \cdot 1220 = 45 \text{ мкм};$$

$$\Delta_{\Sigma_{ост3}} = 0,02 \cdot 1220 = 24 \text{ мкм}.$$

в) Визначаємо похибку установки:

При чорновому і чистовому розточуванні деталь встановлюється в патроні[2]:

$$\Sigma_{уст} = \sqrt{\Sigma_{oc}^2 + \Sigma_{pad}^2}, (2.8)$$

					MI 131.00.1/Б 102/с 003 00-ПЗ	Арк.
						39
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

де: $\Sigma_{oc} = 0,08$ мм;

$\Sigma_{рад} = 0,1$ мм.

$$\Sigma_{уст} = \sqrt{80^2 + 100^2} = 128 \text{ мкм}$$

При шліфуванні деталь встановлюється в патроні:

$$\Sigma_{уст} = 120 \text{ мкм.}$$

г) Визначаємо мінімальні припуски по всіх переходам[2]:

При обробці внутрішніх поверхонь (двосторонній припуск):

$$2Z_{\min} = 2 \left[(R_z + h)_{i-1} + \sqrt{\Delta_{\Sigma i-1}^2 + \Sigma_i^2} \right],$$

Для чорнового розточування:

$$2Z_{\min} = 2[(200+250) + \sqrt{1220^2 + 128^2}] = 3353 \text{ мкм.}$$

Для чистового розточування:

$$2Z_{\min} = 2[(100+100) + \sqrt{73^2 + 128^2}] = 695 \text{ мкм.}$$

Для шліфування:

$$2Z_{\min} = 2[(25+25) + \sqrt{45^2 + 120^2}] = 356 \text{ мкм.}$$

д) Розрахункові розміри:

Шліфування:

$$D_p = 125 - 0,028 = 124,972 \text{ мм.}$$

Чистове розточування:

$$D_p = 124,972 - 0,356 = 124,616 \text{ мм.}$$

					МІ 131.00.1/Б 102/с 003 00-ПЗ	Арк.
						40
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Чорнове розточування:

$$D_p = 124,616 - 0,695 = 123,921 \text{ мм.}$$

Заготовка:

$$D_p = 123,921 - 3,353 = 120,568 \text{ мм.}$$

е) Найбільші граничні розміри:

$$d_i = D_i,$$

Заготовка 120,57 мм;

Чорнове розточування 123,92 мм;

Чистове розточування 124,62 мм;

Шліфування 124,972 мм.

є) Найменші граничні розміри:

$$d_{\min} = d_{\max} + T_{d_i}, (2.9)$$

де: T_{d_i} – значення допуску за літературою [3].

Заготовка $120,57 - 4,5 = 116,07$ мм;

Чорнове розточування $123,92 - 1,0 = 122,92$ мм;

Чистове розточування $124,62 - 0,16 = 124,46$ мм;

Шліфування $124,972 - 0,04 = 124,932$ мм.

					<i>MI 131.00.1/Б 102/с 003 00-ПЗ</i>	Арк.
						41
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Таблиця 2.5

Розрахунок припусків на обробку отвору $\varnothing 125P7$

Послідовність обробки	Поле допуску	Елементи припуску, мкм				Розрахункові розміри, мм		Td мм	Розміри по переходах, мм		Граничні припуски, мкм	
		Rz	h	Δ_{Σ}	Σ	Розрахунковий припуск	Розрахунковий розмір		d _{min}	d _{max}	2 Z _{min}	2 Z _{max}
Заготівка		200	25 0	122 0	0		120,56 8	4,5	116, 07	120,5 7		
Розточування чорнове	H14	100	10 0	73	12 8	3,353	123,92 1	1,0	122, 92	123,9 2	335 0	685 0
Розточування чистове	H10	25	25	45	12 8	0,695	124,61 6	0,1 6	124, 46	124,6 2	700	154 0
Шліфування	P7	10	20	24	12 0	0,356	124,97 2	0.0 4	124, 932	124,9 72	352	472
Разом:											451 2	897 2

ж) Граничні значення припусків по всіх переходах[2]:

Для шліфування:

$$2Z_{\max} = 124,932 - 124,46 = 0,472 \text{ мм}$$

$$2Z_{\min} = 124,972 - 124,62 = 0,352 \text{ мм}$$

Для чистового розточування:

$$2Z_{\max} = 124,46 - 122,92 = 1,54 \text{ мм}$$

$$2Z_{\min} = 124,62 - 123,92 = 0,7 \text{ мм}$$

Для чорнового розточування:

$$2Z_{\max} = 122,92 - 116,07 = 6,85 \text{ мм}$$

$$2Z_{\min} = 123,92 - 120,57 = 3,35 \text{ мм}$$

з) Визначаємо загальні припуски:

$$2Z_{o \max} = \sum Z_{\max} = 472 + 1540 + 6850 = 8862 \text{ мм}$$

$$2Z_{o \min} = \sum Z_{\min} = 352 + 700 + 3350 = 4402 \text{ мм}$$

и) Визначаємо правильність проведених розрахунків:

$$2Z_{o \max} - 2Z_{o \min} = T_{\text{заг}} - T_{\text{дет}} \quad (2.10)$$

$$8862 - 4402 = 4500 - 40$$

$$4460 = 4460$$

Розрахунок виконаний вірно.

					MI 131.00.1/Б 102/с 003 00-ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		43

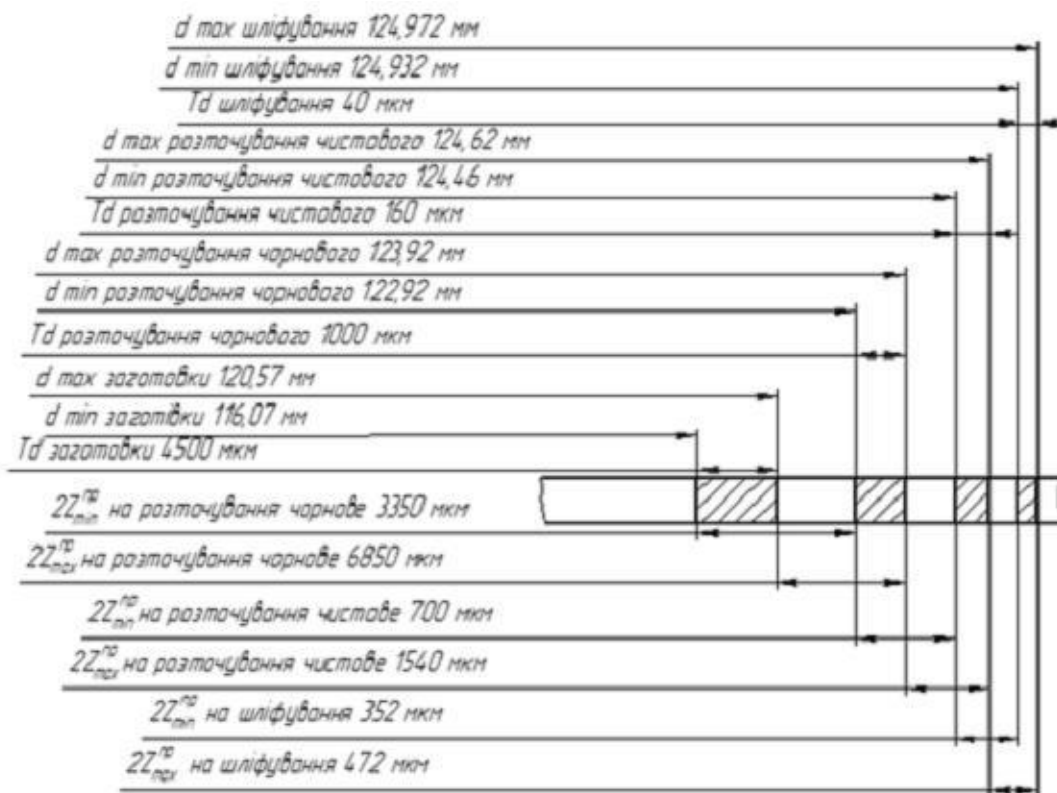


Рис. 2.5. Графічна схема розташування припусків на обробку отвору $\varnothing 125P7$

На всі інші поверхні деталі, що оброблюються призначаємо загальні припуски за нормативними таблицями [1] стор. 96, та розробляємо робоче креслення заготовки штамповки (див. графічну частину бакалаврської роботи).

2.4. Розробка та обґрунтування технологічних операцій технологічного процесу

Операція 010 Токарна

Дана операція характеризується тим, що заготовка, перш ніж потрапити на дану операцію пройшла відрізання, промивку та перевірку розмірів.

Зміст даної операції:

1. Встановити і закріпити заготовку у патроні.
2. Підрізати торець $\varnothing 146/\varnothing 125P7$ в розмір 121,5 мм.
3. Підрізати торець $\varnothing 250/\varnothing 172h10$ в розмір 16,9 мм.
4. Точити зовнішню поверхню $\varnothing 146$ на довжину 29,5 мм.
5. Точити зовнішню поверхню $\varnothing 146/\varnothing 172h10$.

					МІ 131.00.1/Б 102/с 003 00-ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		44

6. Точити зовнішню поверхню $\varnothing 172h10$ на довжину 4 мм.
7. Точити фаску $2 \times 45^\circ$.
8. Розточити отвір $\varnothing 115$ на довжину 75 мм.
9. Розточити отвір $\varnothing 125P7$ в розмір $\varnothing 124,6$ на довжину 39 мм.
10. Підрізати торець $\varnothing 115/\varnothing 125P7$ у розмір 39 мм.
11. Точити канавку Е згідно ескізу.
12. Точити фаску $1,6 \times 45^\circ$.
13. Контроль виконаних розмірів.
14. Зняти деталь, передати на іншу операцію.

Верстат, який буде використовуватися на даній операції – Токарно-гвинторізний верстат мод. 16К20Ф3.

Різальний інструмент – Різець канавочний T15K6A25R MdunR 15, різець розточний T15K6A25R DclnR 12, різець прохідний упорний T15K6MclnR 2525 M12.

Пристосування – Трикулачковий патрон.

Контрольно-вимірювальний інструмент - Штангенциркуль індикаторний ІШЦ І 0-400 мм ц-0,01.

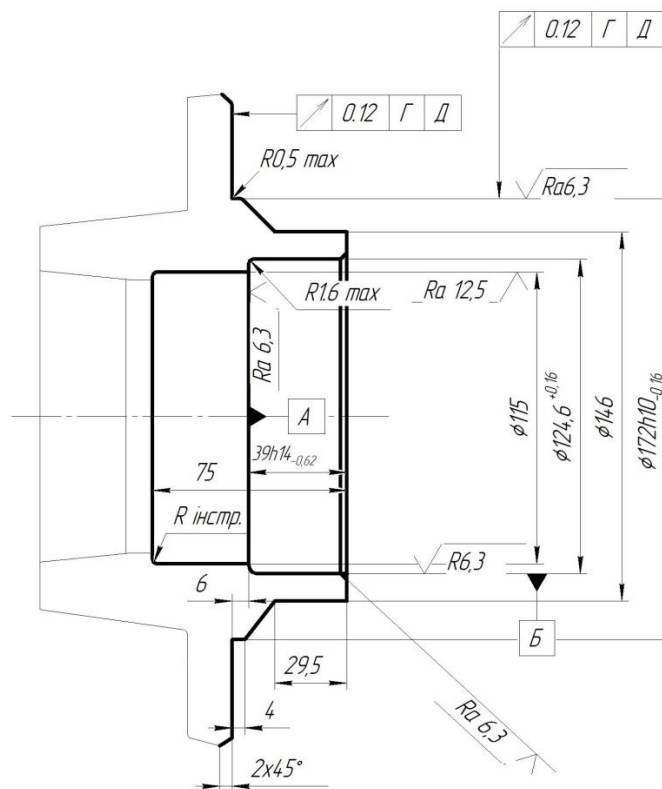


Рис.2.6. Ескіз деталі після виконання операції 010 - Токарна

					МІ 131.00.1/Б 102/с 003 00-ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		45

Операція 025 – Внутрішньошліфувальна

Дана операція характеризується тим, що заготовка, перш ніж потрапити на дану операцію пройшла відрізання, потім всі токарні операції та перевірку розмірів.

Зміст даної операції:

1. Встановити і закріпити заготовку у патроні.
2. Шліфувати отвір $\varnothing 125P7$ та торець $\varnothing 125P7/\varnothing 115$ на довжину 39 мм.
3. Контроль виконаних розмірів.
4. Зняти деталь, передати на іншу операцію.

Верстат, який буде використовуватися на даній операції – Внутрішньошліфувальний верстат мод. 3К228В.

Різальний інструмент – Круг шліфувальний ПП100×20×25 24А-40Н-125-н8-А.

Пристосування – Трьохкулачковий патрон.

Контрольно-вимірювальний інструмент - Штангенциркуль індикаторний ШЦ І 0-400 мм ц-0,01.

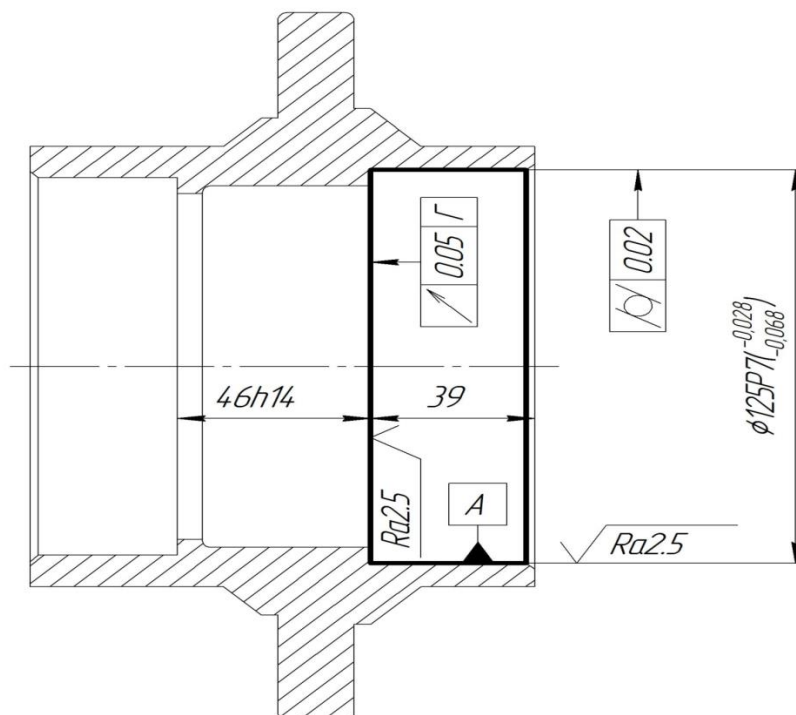


Рис.2.7. Ескіз деталі після виконання операції 025- Шліфувальна

					MI 131.00.1/Б 102/с 003 00-ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		46

Операція 030 – Вертикально-свердлильна

Дана операція характеризується тим, що заготовка, перш ніж потрапити на дану операцію пройшла відрізання, потім всі токарні операції та перевірку розмірів.

Зміст даної операції:

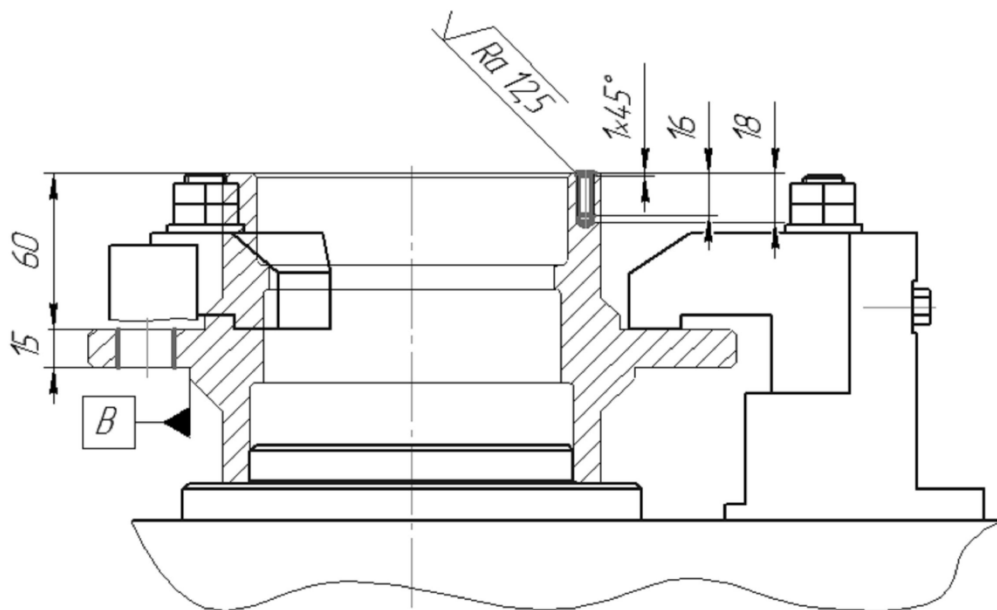
1. Встановити і закріпити заготовку у пристосуванні.
2. Свердлити послідовно по керуючій програмі 3 отвори $\varnothing 4,95$ на глибину 19 мм.
3. Нарізати послідовно по керуючій програмі різьбу М6-7Н на глибину 16 мм в 3-х отворах.
4. Обробити послідовно по керуючій програмі 6 отворів $\varnothing 22+0,052$ мм.
5. Контроль виконаних розмірів.
6. Зняти деталь.

Верстат, який буде використовуватися на даній операції – Вертикально-свердлильний верстат з ЧПК мод. 2Р135Ф2.

Різальний інструмент – Свердло-розвертка $\varnothing 22$ мм, спеціальний інструмент, Мітчик 2621-2483 М6х1,0ДСТУ 3266:2008, Свердло $\varnothing 5$ CoroDrill Delta-C R841-0500-30-A1A.

Пристосування – Спеціальний пристрій.

Контрольно-вимірювальний інструмент - Штангенциркуль індикаторний ШЦ I 0-400 мм ц-0,01.



Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата

MI 131.00.1/Б 102/с 003 00-ПЗ

Арк.

47

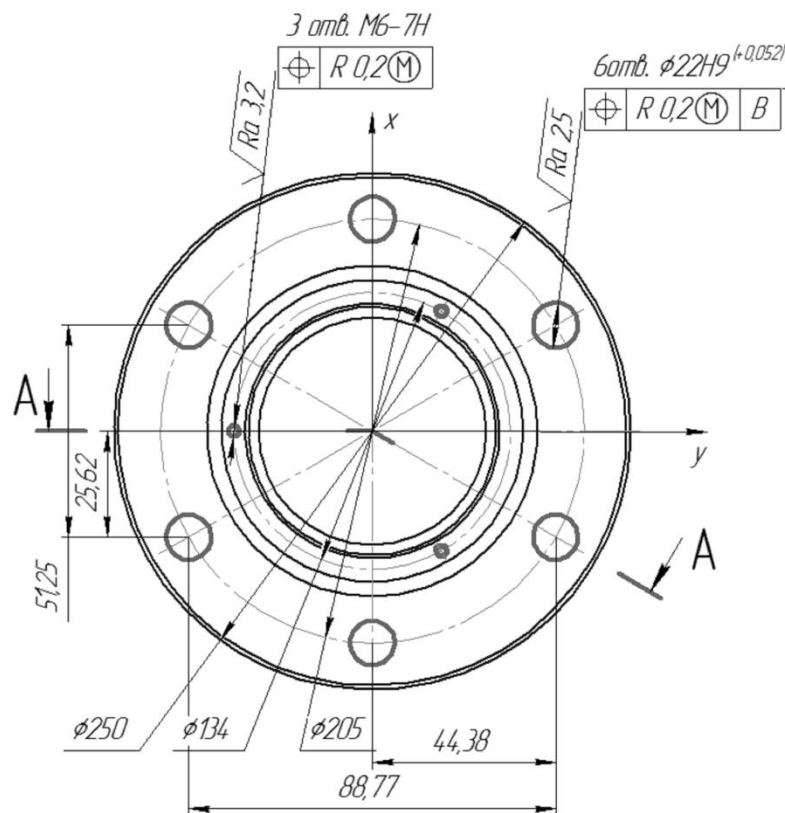


Рис.2.8. Ескіз деталі після виконання операції 030 - Свердлильна

2.5. Вибір технологічного обладнання та засобів оснащення

На початкових етапах обробки, зокрема в операціях 010 і 015, виконуються токарні роботи. Основною метою цих операцій є формування базових поверхонь, які використовуватимуться в подальшому як технологічні бази. У даному випадку, при першій токарній операції технологічною базою слугують зовнішня циліндрична поверхня та торець великого фланця. Відносно цих баз здійснюється обробка поверхонь 7 і 8, що надалі використовуються як опорні бази при закріпленні деталі під час наступних етапів обробки.

Токарні операції виконуються на токарно-гвинторізному верстаті моделі 16К30Ф305, який дозволяє забезпечити достатню жорсткість і точність обробки. Для закріплення деталі використовується трьохкулачковий самоцентрувальний патрон типу 7100-0045 відповідно до ДСТУ 2675-96.

Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата

МІ 131.00.1/Б 102/с 003 00-ПЗ

Арк.

48

Далі, у рамках операцій 020 і 025, здійснюється внутрішньо-шліфувальна обробка з метою досягнення високої точності внутрішніх циліндричних поверхонь. На цьому етапі в якості технологічних баз використовуються попередньо оброблені поверхні 7 і 8, а також поверхні 11 і 21, що забезпечує стабільність базування та дозволяє досягти допустимих відхилень геометричних параметрів. Обробка проводиться на внутрішньо-шліфувальному верстаті типу 3K228B, із застосуванням трьохкулачкового патрона 7100-0037 за ДСТУ 2675-99.

Наступною є операція 030 – свердлильна. На цьому етапі здійснюється свердління та нарізання різьбових отворів. Технологічними базами при цьому слугують торець маточини та внутрішній діаметр Ø125P7. Це дозволяє точно витримати розташування отворів відносно осі деталі. Для виконання цієї операції застосовується вертикально-свердильний верстат з числовим програмним керуванням типу 2P135Ф2. Оснащення включає свердлильний патрон 6150-4029-02, різьбовий патрон із запобіжною муфтою 393.03-SES1, перехідну втулку 6100-0145 (ДСТУ 13598-95), а також спеціальне пристроювання для надійного закріплення заготовки.

Узагальнені дані зводимо в таблицю 2.6.

Таблиця 2.6

Технологічні бази, технологічне обладнання та оснащення

№ опер.	Технологічна база	Технологічне обладнання	Технологічне оснащення
1	2	3	4
010	Зовнішня поверхня Ø250, та лівий торець деталі Ø250/160	16K30Ф3	Патрон самоцентрувальний трьохкулачковий 7100-0045 за ДСТУ 2675-99 ø 400
015	Внутрішня поверхня Ø125H10, та правий торець Ø125H10/115	16K30Ф3	Патрон самоцентрувальний трьохкулачковий 7100-0045 за ДСТУ 2675-96 ø400

					MI 131.00.1/Б 102/с 003 00-ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		49

020	Внутрішня поверхня $\varnothing 125H10$, та правий торець $\varnothing 125H10/115$	3K228B	Патрон самоцентрувальний трюхкулачковий 7100-0037 за ДСТУ 2675-96 $\varnothing 250$
025	Внутрішня поверхня $\varnothing 120P7$, та лівий торець $\varnothing 120P7/110$	3K228B	Патрон самоцентрувальний трюхкулачковий 7100-0037 за ДСТУ 2675-96 $\varnothing 250$
030	Правий торець $\varnothing 146/125P7$, та внутрішня поверхня $\varnothing 125P7$	2P135Ф2	Пристосування установче

2.6. Розрахунок режимів різання

Розрахунок режимів різання проводимо за рекомендаціями посібника [5] стор. 96.

Операція 010 «Токарна»

Обладнання: Токарно-гвинторізний верстат з ЧПК мод. 16K30Ф3.

Технологічна база: зовнішня поверхня $\varnothing 250$, та лівий торець деталі $\varnothing 250/160$

Оснастка: Патрон самоцентрувальний трюхкулачковий 7100-0045 за ДСТУ 2675-96.

Ескіз обробки:

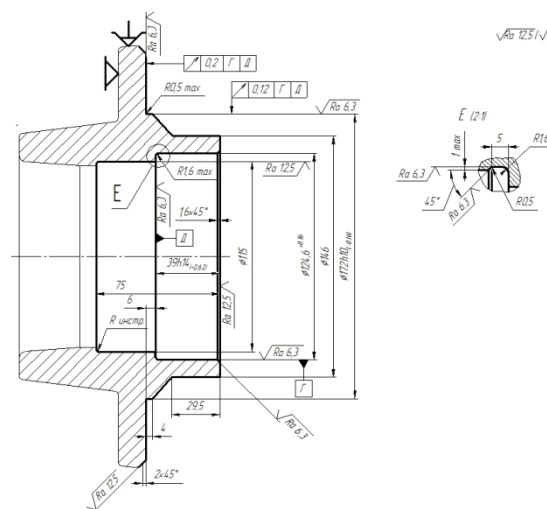


Рис. 2.9. Операційний ескіз на операцію 010

					МІ 131.00.1/Б 102/с 003 00-ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		50

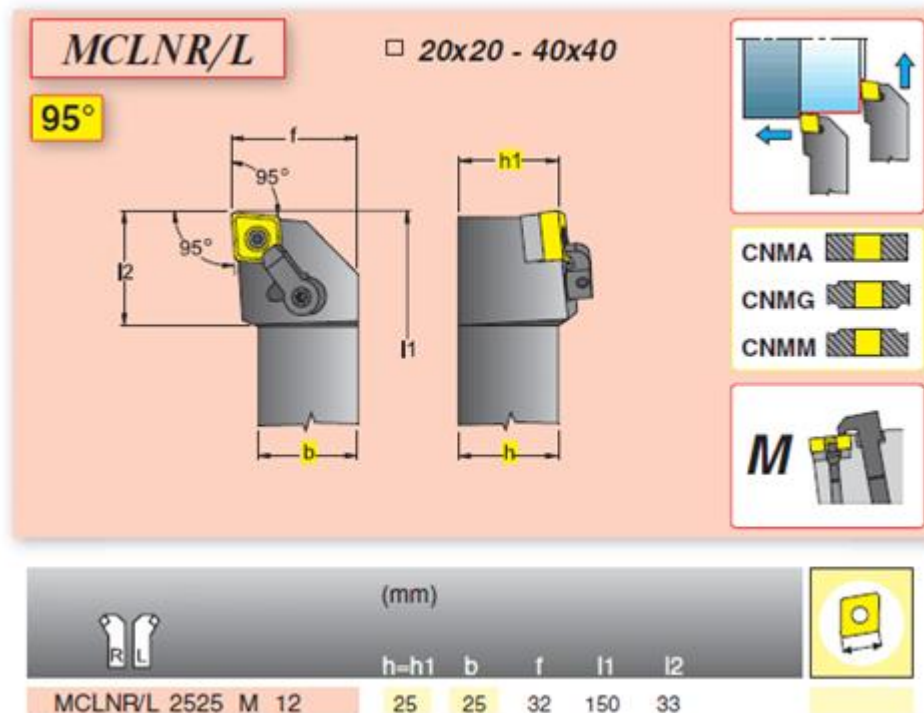
Зміст операції:

1. Встановити і закріпити заготовку у патроні.
2. Підрізати по керуючій програмі торець $\varnothing 146/\varnothing 125P7$ в розмір 121,5 мм.
3. Підрізати по керуючій програмі торець $\varnothing 250/\varnothing 172h10$ в розмір 16,9 мм.
4. Точити по керуючій програмі зовнішню поверхню $\varnothing 146$ на довжину 29,5 мм.
5. Точити по керуючій програмі зовнішню поверхню $\varnothing 146/\varnothing 172h10$.
6. Точити по керуючій програмі зовнішню поверхню $\varnothing 172h10$ на довжину 4 мм.
7. Точити фаску $2 \times 45^\circ$.
8. Розточити по керуючій програмі отвір $\varnothing 115$ на довжину 75 мм.
9. Розточити по керуючій програмі отвір $\varnothing 125P7$ в розмір $\varnothing 124,6$ на довжину 39 мм.
10. Підрізати торець $\varnothing 115/\varnothing 125P7$ у розмір 39 мм.
11. Точити по керуючій програмі канавку E згідно ескізу.
12. Точити фаску $1,6 \times 45^\circ$.
13. Контроль виконаних розмірів.
14. Зняти деталь, передати на іншу операцію.

Різальний інструмент:

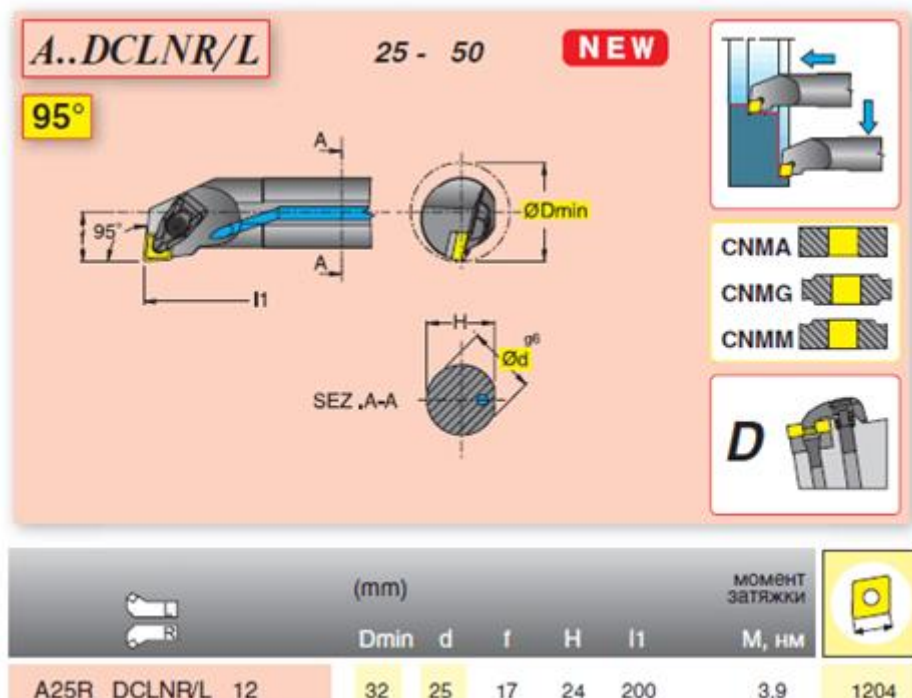
а)Різець прохідний упорний з механічним кріпленням пластини.

					<i>MI 131.00.1/Б 102/с 003 00-ПЗ</i>	Арк.
						51
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		



T15K6, $\gamma=-6^\circ$; $\lambda=-6^\circ$, $\varphi=95^\circ$

б) Розточна оправка з механічним кріпленням пластини.



T15K6, $\gamma=-6^\circ$; $\lambda=-11^\circ$, $\varphi=95^\circ$

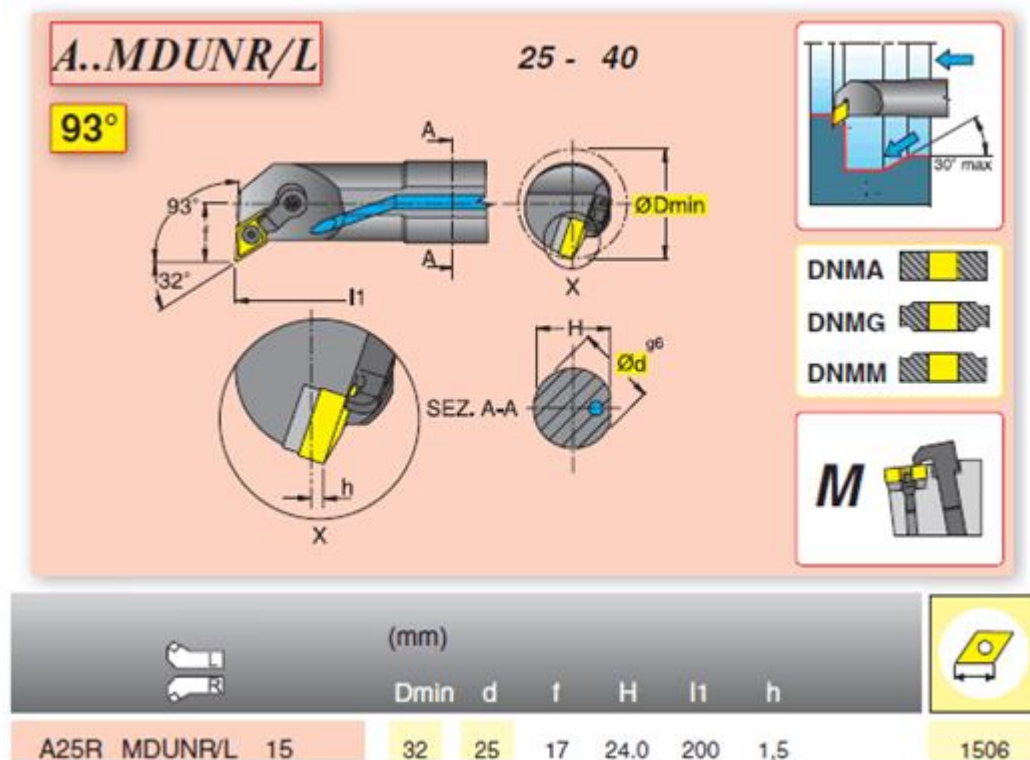
в) Розточна оправка з механічним кріпленням пластини.

Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата

MI 131.00.1/Б 102/с 003 00-ПЗ

Арк.

52



T15K6, $\gamma = -6^\circ$; $\lambda = -11^\circ$, $\phi = 93^\circ$

Вимірювальний інструмент:

- Скоба 172-0,16 8113-5488;
- Калібр-пробка 124,6 +0,16 ПР 8140-5141М; НЕ 8140-5142М.

Розрахунок режимів різання:

Розрахуємо режими різання на чорнову обробку поверхні 3, припуск на обробку $h=7$ мм.(010 Токарна операція)

Для чорнкової обробки деталі беремо різець прохідний-упорний, оснащений пластинкою з твердого сплаву T15K6.

Глибина різання при знятті припуску за один прохід $t=h=7$ мм.

Рекомендоване значення подачі $S=0,6-1,0$ мм/об за [4]. Приймаємо $S=0,7$ мм/об.

Визначаємо швидкість різання в залежності від глибини різання, подачі і стійкості інструменту.

Рекомендована швидкість різання визначається за формулою, м / хв.:

					MI 131.00.1/Б 102/с 003 00-ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		53

$$V_{розр.} = \frac{C_v}{T^m \cdot t^x \cdot S^y} \cdot k_{Mv} \cdot k_{Пv} \cdot k_{Иv} ,$$

де: C_v - коефіцієнт у формулі швидкості різання; $C_v=350$ за [4];

T - період стійкості інструменту, хв; $T=60$ хв;

t - глибина різання, мм;

S - подача, мм / об;

x, y, m - показники ступеня у формулі швидкості різання; $x=0,15$; $y=0,35$;

$m=0,2$ за [4, с. 269, табл. 17];

k_{Mv} - коефіцієнт, що враховує вплив матеріал заготовки; $k_{Mv}=(750/530)$ за [4];

$k_{Пv}$ - коефіцієнт, що враховує стан поверхні заготовки; $k_{Пv}=0,8$ за [4];

$k_{Иv}$ - коефіцієнт, що враховує матеріал ріжучої частини інструмента; $k_{Иv}=1,0$ за [4];

$$V_{розр.} = \frac{350}{60^{0,2} \cdot 7^{0,15} \cdot 0,7^{0,35}} \cdot \left(\frac{750}{530}\right)^1 \cdot 0,8 = 147,8 \text{ м/хв.}$$

За розрахункової швидкості різання і діаметру оброблюваної деталі знайдемо потрібну кількість обертів шпинделя[4].:

$$n_{розр.} = \frac{1000 \cdot V}{\pi \cdot D} ,$$

де: $V_{розр.}$ - розрахункова швидкість різання, м/хв;

D - діаметр оброблюваної деталі, мм.

$$n_{розр.} = \frac{1000 \cdot 147,8}{3,14 \cdot 146} = 322 \text{ об/хв.}$$

За паспортними даними верстата приймаємо $n=315$ об/хв. Тоді швидкість різання визначаємо за формулою:

$$V = \frac{\pi \cdot D \cdot n}{1000} = \frac{3,14 \cdot 146 \cdot 315}{1000} = 144,5 \text{ м/хв.}$$

Визначаємо силу різання за формулою:

$$P_z = 10 \cdot C_p \cdot t^x \cdot S^y \cdot v^n \cdot K_p ,$$

де: C_p - коефіцієнт у формулі сили різання; $C_p=300$ за [4];

t - глибина різання, мм;

S - подача, мм / об;

					MI 131.00.1/Б 102/с 003 00-ПЗ	Арк.
						54
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

x, y, n - показники ступеня у формулі сили різання; x=1; y=0,75; n=-0,15 за [4, с. 273, табл. 22];

$$K_p = K_{Mp} \cdot K_{\phi p} \cdot K_{\gamma p} \cdot K_{\lambda p} \cdot K_{\rho p}, (2.11)$$

K_{Мр} - коефіцієнт, що враховує вплив матеріал заготовки; k_{Mv}=(530/750) за [4];

K_{φр}; K_{γр}; K_{λр}; K_{ρр} - коефіцієнти що враховують вплив геометричних параметрів різальної кромки; K_{φр}=0,89; K_{γр}=1,25; K_{λр}=1; K_{ρр}=0,93 за [4];

$$P_z = 10 \cdot 300 \cdot 7^1 \cdot 0,7^{0,75} \cdot 144,4^{-0,15} \cdot (530/750) \cdot 0,89 \cdot 1,25 \cdot 1 \cdot 0,93 = 5573,2 \text{ Н.}$$

Визначаємо потужність різання за формулою:

$$N = \frac{P_z \cdot V}{1020 \cdot 60} = \frac{5573,2 \cdot 144,4}{1020 \cdot 60} = 13 \text{ кВт.}$$

На інші переходи режими різання вибираємо за допомогою нормативів. У таблиці 2.7 наведені режими різання до токарної операції - 010.

Таблиця 2.7

Режими різання до операції 010

№ пер.	Перехід	Режими різання				
		Глибина різання, мм	Подача, мм/об	Швидкість різання, м/хв	Число обертів, об/хв	Потужність різання кВт
		t	S	V	n	N
1	2	3	4	5	6	7
1	Підрізати торець Ø146/Ø125P7	2,50	0,80	144,5	315	5,93
2	Підрізати торець начерноØ250/Ø172h10	1,5	0,80	157.08	200	3,8

Закінчення таблиці 2.7

					MI 131.00.1/Б 102/с 003 00-ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		55

3	Підрізати торець начисто Ø250/Ø172h10	1,0	0,15	247,4	315	0,73
4	Точити начерно Ø146	7	0,7	144,5	315	13
5	Точити начерно Ø146/Ø172h10	3	0,8	170,2	315	5,96
6	Точити начерно Ø172,6h14	2,6	0,8	170,2	315	5,55
7	Точити начисто Ø172h10	0,6	0,15	270,2	500	0,58
8	Точити фаску 2,5x45°	2,5	0,4	196,35	250	3,98
9	Розточити начерно ø115	2,50	0,3	227,6	630	3,25
10	Розточити начерно ø119,9	2,45	0,3	188,3	500	3,19
11	Розточити попередньо ø123,9H14	2	0,3	194,6	500	2,67
12	Розточити попередньо ø124,6H10	0,35	0,15	313,2	800	0,39
13	Підрізати торець начисто в розмір 39- 0,62	0,4	0,1	313,15	800	0,31
14	Розточити канавку E	1,5	0,075	247,4	630	0,667
15	Розточити фаску 1,6x45°	1,6	0,15	246,61	630	1,47

2.7. Технічне нормування технологічного процесу [5]

Визначення основного (машинного) часу:

$$T_o = \frac{L+l}{s \cdot n} \cdot i, (2.12)$$

де: L - довжина обробки, мм;

l- величина врізання й перебігу, мм;

s- подача, мм / об;

n - число обертів шпинделя, об / хв;

i - число проходів.

Таблиця 2.8

Основний час до токарної операції 010

№ пер.	Зміст переходу	Довжина обробки, мм	Довжина врізання й перебігу, мм	Число проходів	Основний час, хв
		L	l	i	To
1	2	3	4	5	6
1	Підрізати торець Ø146/Ø125P7	16	4	1	0,079
2	Підрізати торець начерноØ250/Ø172h10	40,7	2	1	0,267
3	Підрізати торець начистоØ250/Ø172h10	40,7	2	1	0,904
4	Точити начерно Ø146	28	2	1	0,136
5	Точити начерно Ø146/Ø172h10	13	0	1	0,052

Закінчення таблиці 2.8

					MI 131.00.1/Б 102/с 003 00-ПЗ	Арк.
						57
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

6	Точити начерно Ø172,6h14	4	2	1	0,024
7	Точити начисто Ø172h10	4	2	1	0,08
8	Точити фаску 2,5x45°	2,5	4	1	0,065
9	Розточити начерно ø115	75	2	1	0,407
10	Розточити начерно ø119,9	38	2	1	0,267
11	Розточити попередньо ø123,9H14	38	2	1	0,267
12	Розточити попередньо ø124,6H10	38	2	1	0,333
13	Підрізати торець начисто в розмір 39-0,62	5	2	1	0,088
14	Розточити канавку E	8	0	1	0,169
15	Розточити фаску 1,6x45°	1,6	44	1	0,059
					Σ=3,197

Висновки до технологічного розділу

У технологічному розділі обґрунтовано конструкцію заготовки деталі «Маточина» як зварної збірної одиниці, що відповідає умовам серійного виробництва та забезпечує раціональне використання матеріалу. Визначено доцільний спосіб виготовлення з урахуванням мінімізації витрат на механічну обробку.

Розроблено технологічний маршрут обробки, який охоплює основні етапи: токарну, свердлильну, розточну та чистову обробку, що гарантує досягнення необхідних точнісних і якісних характеристик поверхонь. На основі аналізу допусків і шорсткостей виконано розрахунок загальних та міжопераційних припусків, що забезпечують технологічну спадкоємність операцій.

Підібрано відповідне технологічне обладнання, оснащення та інструмент, які відповідають умовам серійного виробництва та дозволяють

					<i>MI 131.00.1/Б 102/с 003 00-ПЗ</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		58

забезпечити стабільність і повторюваність процесу. Розраховані режими різання для кожної операції оптимізовані з урахуванням властивостей матеріалу та типу інструменту.

Виконано технічне нормування операцій, що дало змогу визначити трудомісткість виготовлення деталі та оцінити продуктивність процесу. У сукупності запропонований технологічний процес забезпечує високу якість деталі, економічність виробництва та відповідність заданим технічним вимогам.

					<i>MI 131.00.1/Б 102/с 003 00-ПЗ</i>	Арк.
						59
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

3. КОНСТРУКТОРСЬКИЙ РОЗДІЛ

3.1. Загальні положення про верстатні пристрої для обробки отворів

Верстатні пристосування для обробки отворів є важливим елементом технологічного оснащення, що забезпечують точне базування, надійну фіксацію заготовки та сприяють підвищенню продуктивності обробки. Основна функція таких пристосувань полягає в забезпеченні стабільного положення заготовки відносно інструмента при свердлінні, зенкуванні, розточуванні, розгортанні та інших операціях з обробки отворів.

До загальних вимог, що висуваються до пристосувань для обробки отворів, належать:

- жорсткість і міцність конструкції для запобігання деформаціям під дією сил різання;
- висока точність базування заготовки, що гарантує відповідність отвору кресленим координатам;
- зручність установлення та зняття заготовки, що мінімізує допоміжний час;
- універсальність або пристосованість до конкретного типу заготовок;
- безпека під час експлуатації.

Типовими представниками таких пристосувань є:

- шаблони для свердління (свердлильні кондуктори) - забезпечують направлення свердла у задану точку;
- розточувальні оправки - для розточування отворів підвищеної точності;
- кулачкові, гвинтові та ексцентрикові затискачі - для швидкої фіксації заготовки;
- спеціалізовані пристосування з напрямними втулками, що контролюють положення інструмента;
- кондукторні плити та коробки - для багатопозиційної обробки.

					MI 131.00.1/Б 102/с 003 00-ПЗ	Арк.
						60
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Використання пристосувань у виробництві забезпечує підвищення якісних характеристик отворів (точність, шорсткість, співвісність), а також зменшення трудомісткості процесу, особливо в умовах дрібносерійного та масового виробництва.

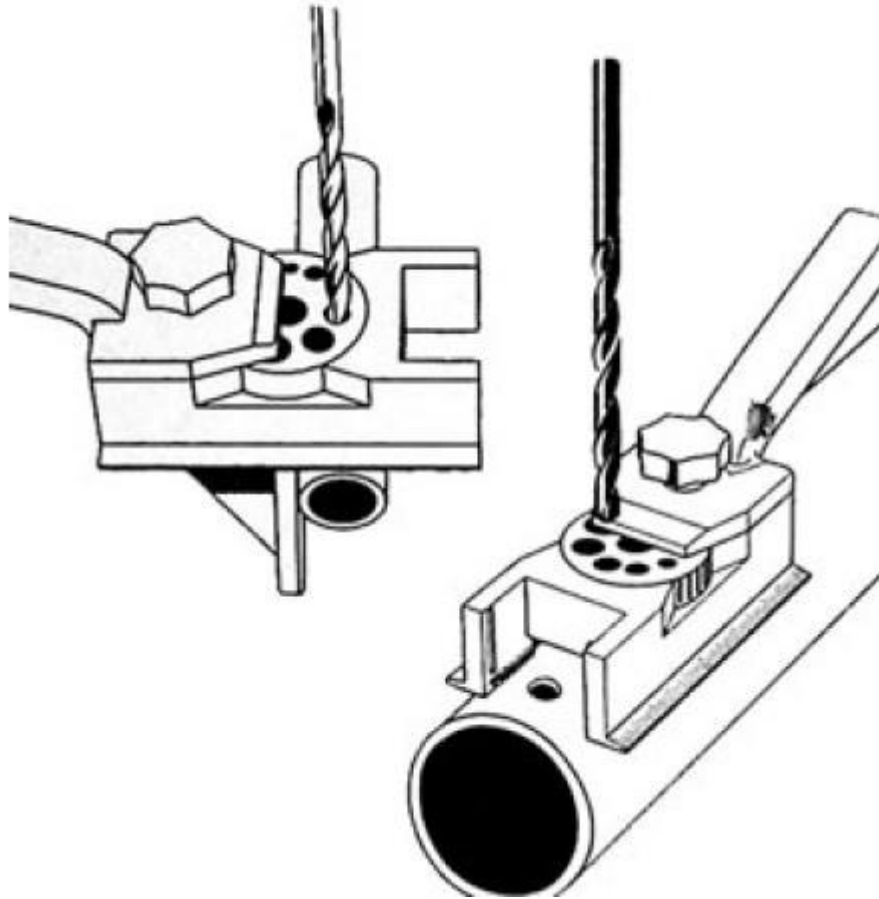


Рис.3.1. Кондуктор для свердління отворів [13]

3.2. Проектування та розрахунок спеціального верстатного пристрою для обробки 3 отворів М6-7Н, та 6 отворів $\varnothing 22H9$

У конструкторському розділі пояснювальної записки виконується розробка та технічне обґрунтування спеціальної технологічної оснастки з метою підвищення ефективності та стабільності технологічного процесу виготовлення деталі. Впровадження оснастки дозволяє забезпечити необхідну точність обробки, зменшити трудомісткість операцій, підвищити рівень механізації та автоматизації, а також скоротити виробничий цикл.

					<i>MI 131.00.1/Б 102/с 003 00-ПЗ</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		61

Дана операція виконується на вертикально-свердильному верстаті моделі 2P135Ф2.

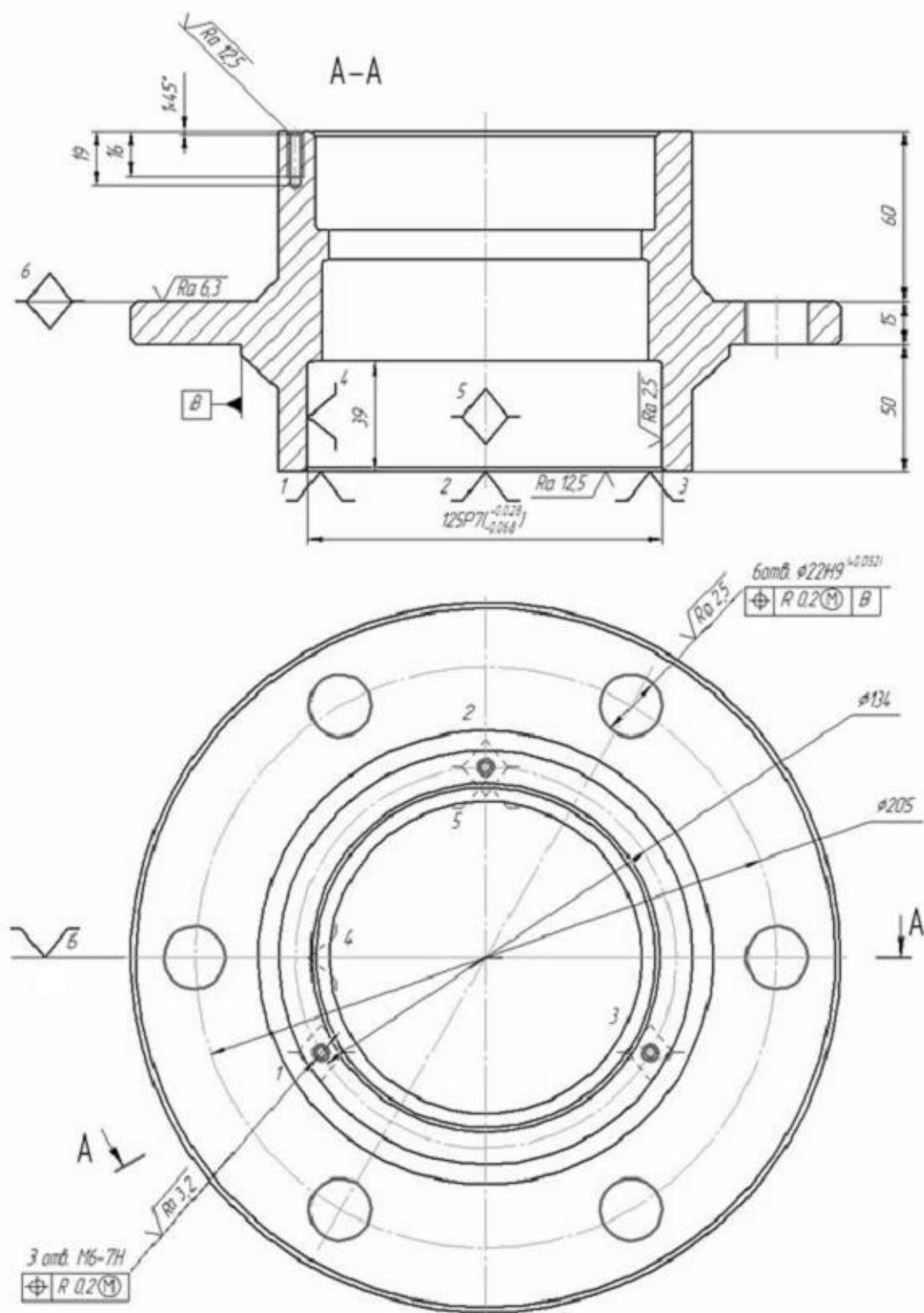


Рис. 3.2. Операційний ескіз деталі

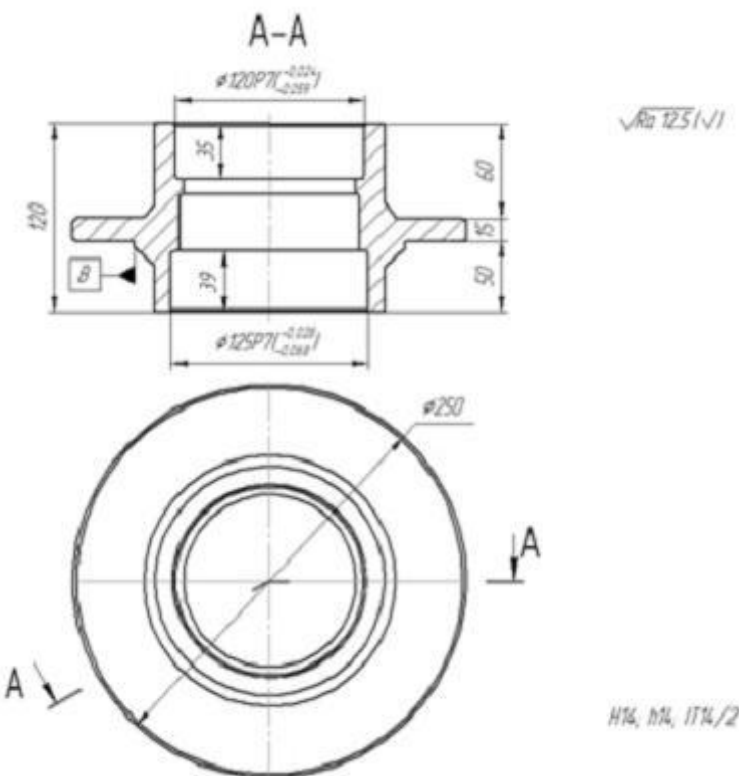
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата

МІ 131.00.1/Б 102/с 003 00-ПЗ

Арк.

62

Технічне завдання на проектування спеціального верстатного пристрою

Завдання на проектування	Розробити конструкцію спеціального верстатного пристрою для обробки 3 отворів М6-7Н, та 6 отворів $\varnothing 22H9$
Вихідні дані	
Назва і матеріал деталі	Маточина Сталь 35 ДСТУ 2651:2005
Документація, що використовується при проектуванні	Робоче креслення деталі та заготовки, маршрутний технологічний процес, карта ескізів, операційна карта на свердлильну операцію. Тип виробництва – серійний.
Документація, яку необхідно розробити	Складальне креслення пристрою, специфікація, робочі креслення деталей пристрою, пояснювальна записка.
<i>Ескіз заготовки перед виконанням операції</i> 	
Тип приводу пристрою	Гідравлічний
Кількість деталей, що одночасно встановлюються в пристрої	1

Ескіз деталі після виконання даної операції

Technical drawing of a mechanical part, showing a cross-section A-A and a top view.

Cross-section A-A:

- Top view: $\sqrt{Ra\ 125\ \mu\text{m}}$
- Left side: 15° angle, $Ra\ 125\ \mu\text{m}$ surface finish, $120P7_{-0.224}^{+0.224}$ diameter, 35 thickness, 60 total height, 15 flange thickness.
- Right side: 50 total height, 15 flange thickness.
- Bottom view: 39 thickness, $\phi 125P7_{-0.224}^{+0.224}$ diameter.
- Material: $60\text{Sn } \phi 22H9_{-0.224}^{+0.224}$
- Surface finish: $\sqrt{Ra\ 25\ \mu\text{m}}$
- Feature: $\oplus R\ 0.2\ \text{mm}$ (B)

Top View:

- Center hole: $\phi 134$
- Inner hole: $\phi 205$
- Outer hole: $\phi 250$
- Mounting holes: $3\ \text{mm } M6-7H$
- Surface finish: $\sqrt{Ra\ 12.5\ \mu\text{m}}$
- Feature: $\oplus R\ 0.2\ \text{mm}$ (A)
- Material: $H34, h34, IT14/2$

Назва операції. Верстат	Свердлильна (030) Верстат вертикально-свердлильный мод. 2P135Ф2
Зміст операції	1. Свердлити 3 отвори $\varnothing 4,95 +0,26$ на глибину 19 мм; 2. Нарізати різь М6-7Н на глибину 16 мм в 3-ох отворах; 3. Свердлити 6 отворів $\varnothing 21,75$ мм; 4. Розвернути 6 отворів $\varnothing 22+0,052$ мм.
Додаткові вимоги до операції	Обробка на операції вказує на підвищену точність на розмір $\varnothing 22H9$ та М6-7Н, інші розміри обробляють по 14 квалітету.
Технологічні бази	За бази прийнято торець деталі (3 ступені вільності), $\varnothing 125P7$ (ще 2) і 6-ий ступінь вільності знімає закріплення деталі.
Різальний інструмент	1. Свердло для обробки фасок і отворів під різьбу CoroDrill ® Delta-C $\varnothing 5$ R841-0500-30-A1A GC1220; 2. Мітчик для нарізання метричної різі М6×1 TC612316; 3. Свердло $\varnothing 21,75P6M5$, ДСТУ 14952-95; 4. Розвертка $\varnothing 22 P6M5$.
Допоміжний інструмент	1. Патрон свердлильний 6150-4029-02; 2. Різбовий патрон із запобіжною муфтою 393.03-SES1.

					<i>MI 131.00.1/Б 102/с 003 00-ПЗ</i>	Арк.
						64
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Розробка раціональної схеми базування заготовки на заданій операції

У процесі проектування технологічного процесу особливу увагу приділяють побудові схеми базування деталі. Від правильності вибору та розміщення опорних точок залежить точність взаємного розташування поверхонь, мінімізація похибок базування та забезпечення стабільності геометричних параметрів у готовій деталі.

Усі опорні точки на схемі базування позначаються відповідними умовними графічними знаками, прийнятими у машинобудівному кресленні, та нумеруються в порядку зростання, починаючи з тієї базової поверхні, на якій розміщується найбільша кількість опорних точок. Це дозволяє легко ідентифікувати послідовність базування та забезпечити логічність у розробці технологічного маршруту.

На схемі базування має бути подано достатню кількість проекцій заготовки, щоб надати повне уявлення про розташування всіх базових поверхонь і точок контакту з пристроєм. Це забезпечує однозначність при читанні креслення, особливо в разі складної геометрії або комбінованого базування.

Згідно з обраною схемою базування (рис.3.3):

- точки 1, 2, 3 виконують функцію установчих баз, які забезпечують жорстку фіксацію деталі;
- точки 4 і 5 виконують роль напрямляючих баз, що обмежують ступінь вільності переміщення в заданому напрямку;
- точка 6 є опорною базою, яка забезпечує правильне положення деталі у вертикальній площині.

Правильно сформована схема базування забезпечує необхідне положення деталі відносно координатної системи верстата, знижує ймовірність похибок установлення та дозволяє досягти високої точності обробки відповідно до вимог технічної документації.

					MI 131.00.1/Б 102/с 003 00-ПЗ	Арк.
						65
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

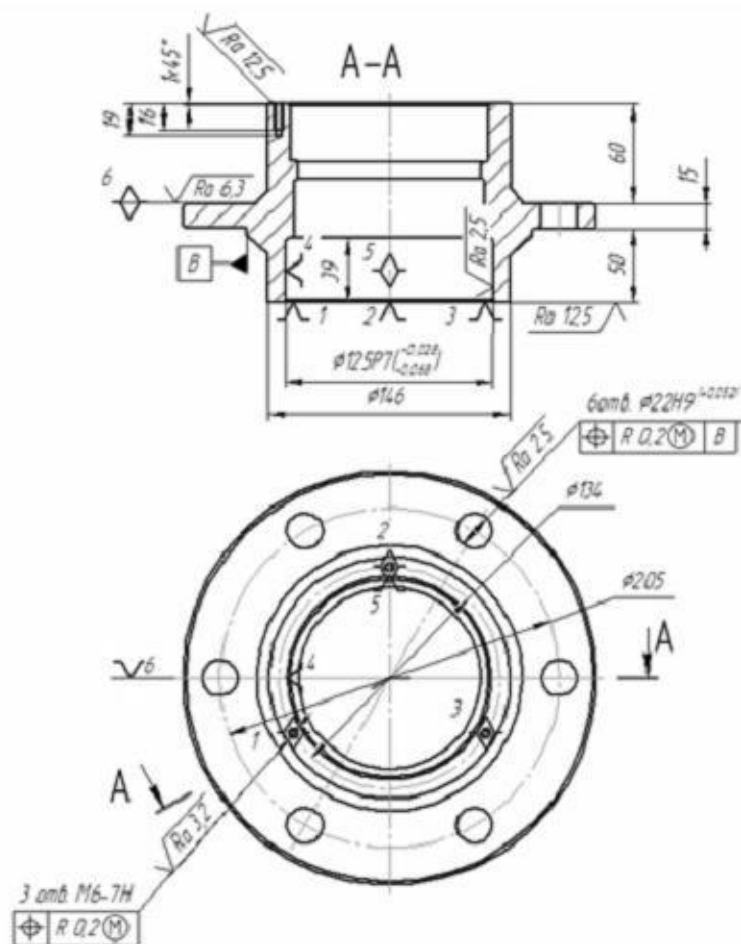


Рис. 3.3. Схема базування заготовки на свердлильній операції

Розробка схеми затискання та схеми взаємодії сил та моментів різання що діють на заготовку в процесі обробки

Затискні механізми є невід'ємною частиною верстатних пристроїв і виконують важливу функцію - забезпечення фіксації заготовки в положенні, досягнутому в результаті базування. Основна вимога до затиску полягає у тому, щоб у процесі його здійснення не відбувалося зміщення або повороту заготовки, а також щоб її положення залишалося стабільним протягом усієї операції механічної обробки. Навіть незначне переміщення заготовки в пристрої під час роботи верстата може спричинити порушення розмірної точності та геометричних параметрів оброблених поверхонь.

Необхідна сила затискання генерується силовим приводом, який передає енергію на виконавчі елементи затискного механізму. Щоб підвищити ефективність роботи силового приводу, зокрема оптимізувати напрямок і величину зусилля, у конструкціях пристроїв застосовуються різні силові механізми. Вони виконують функцію перетворення вихідного зусилля приводу в прикладене затискне зусилля Q , необхідне для надійної фіксації заготовки без її деформації.

До типових варіантів силових механізмів, що використовуються в затискних пристроях, належать: клинові, важільні, гвинтові, ексцентрикові, пневматичні та гідравлічні механізми. Вибір конкретної схеми залежить від типу заготовки, умов обробки, вимог до точності та безпеки експлуатації пристрою.

Таким чином, затискний механізм виконує роль виконавчого органа, що перетворює кінетичну або потенційну енергію силового приводу у зусилля, яке забезпечує стійке положення заготовки протягом усієї обробки, не впливаючи негативно на її базування або геометрію.

Визначаємо силу різання за формулою:

$$M_{\text{різ}} = P_z \cdot d/2, \quad (3.1)$$

$$P_z = M_{\text{різ}} \cdot 2/d; \quad (3.2)$$

$$P_z = 59,2 \cdot 2 / ((205/2 + 22,75/2) \cdot 10^{-3}) = 1,04 \cdot 10^3 \text{ Н} = 1,04 \text{ кН}.$$

Із умови надійності закріплення деталі виводимо формулу потрібної сили затиску деталі:

$$Q_3 \cdot f_1 \cdot R_{\text{пр}} + Q_3 \cdot f_2 \cdot R_3 \geq K_3 \cdot P_z \cdot R, \quad (3.2)$$

Тоді:

$$Q_3 \geq K_3 \cdot P_z \cdot R / (f_1 \cdot R_{\text{пр}} + f_2 \cdot R_3)$$

$$\text{де: } R_{\text{пр}} = 1/3 \cdot (D^3 - d^3) / (D^2 - d^2) = 1/3 \cdot (146^3 - 125^3) / (146^2 - 125^2) = 67,88 \text{ мм}.$$

$f_1 = 0,2$ – коефіцієнт тертя опори;

$f_2 = 0,2$ – коефіцієнт тертя зажиму;

K – коефіцієнт запасу;

$$K = K_0 \cdot K_1 \cdot K_2 \cdot K_3 \cdot K_4 \cdot K_5 \cdot K_6$$

					<i>MI 131.00.1/Б 102/с 003 00-ПЗ</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		67

де: K_0 – гарантований коефіцієнт запасу, $K_0 = 1,5$ [6];

K_1 – враховує збільшення сили різання через випадкові нерівності припуску, $K_1 = 1,2$ [6];

K_2 – враховує збільшення сили різання внаслідок затуплення інструменту, $K_2 = 1,5$ за [6];

K_3 – враховує збільшення сили різання при перервному різанні, $K_3 = 1,0$ за [6];

K_4 – залежить від постійності сили різання, $K_4 = 1,0$ [6];

K_5 – залежить від ергономіки ручного приводу, K_5 – не враховується;

K_6 – враховує встановлення на опорні пластинки; $K_6 = 1,5$ [6];

За формулою знаходимо величину коефіцієнту запасу:

$$K = 1,5 \cdot 1,2 \cdot 1,5 \cdot 1,0 \cdot 1,0 \cdot 1,5 = 4,05.$$

Тоді необхідна сила затиску деталі:

$$Q_3 \geq 4,05 \cdot 1,04 \cdot 113,875 / (0,2 \cdot 67,88 + 0,2 \cdot 95);$$

$$Q_3 \geq 14,75 \text{ кН.}$$

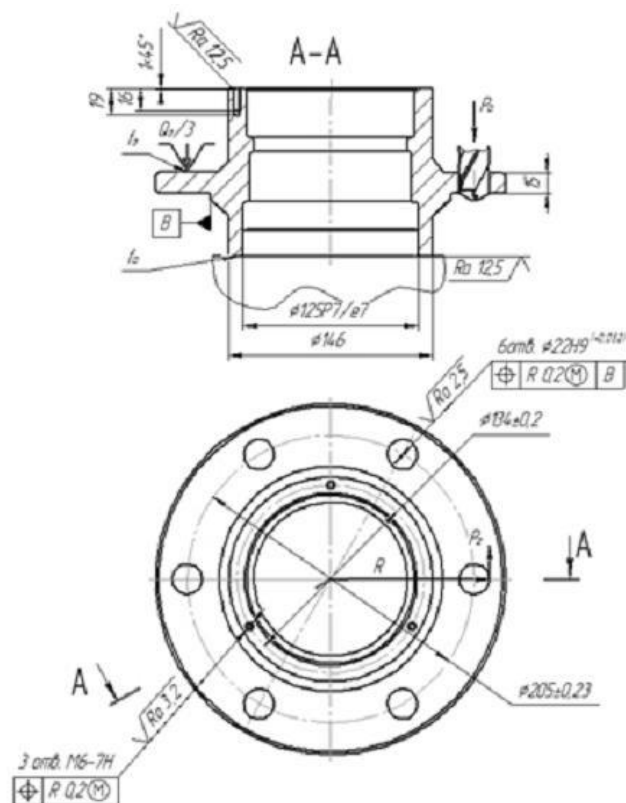


Рис. 3.4. Схема дії всіх сил на заготовку

					MI 131.00.1/Б 102/с 003 00-ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		68

де: P_z - сила при свердлінні;
 f_o – коефіцієнт тертя опори;
 f_z – коефіцієнт тертя зажиму;
 $Q_{з/3}$ – сила затискання заготовки;
 P_o – осьова сила від свердла.

Вибір конструкції та проектування кінематичної схеми
затискного механізму пристрою

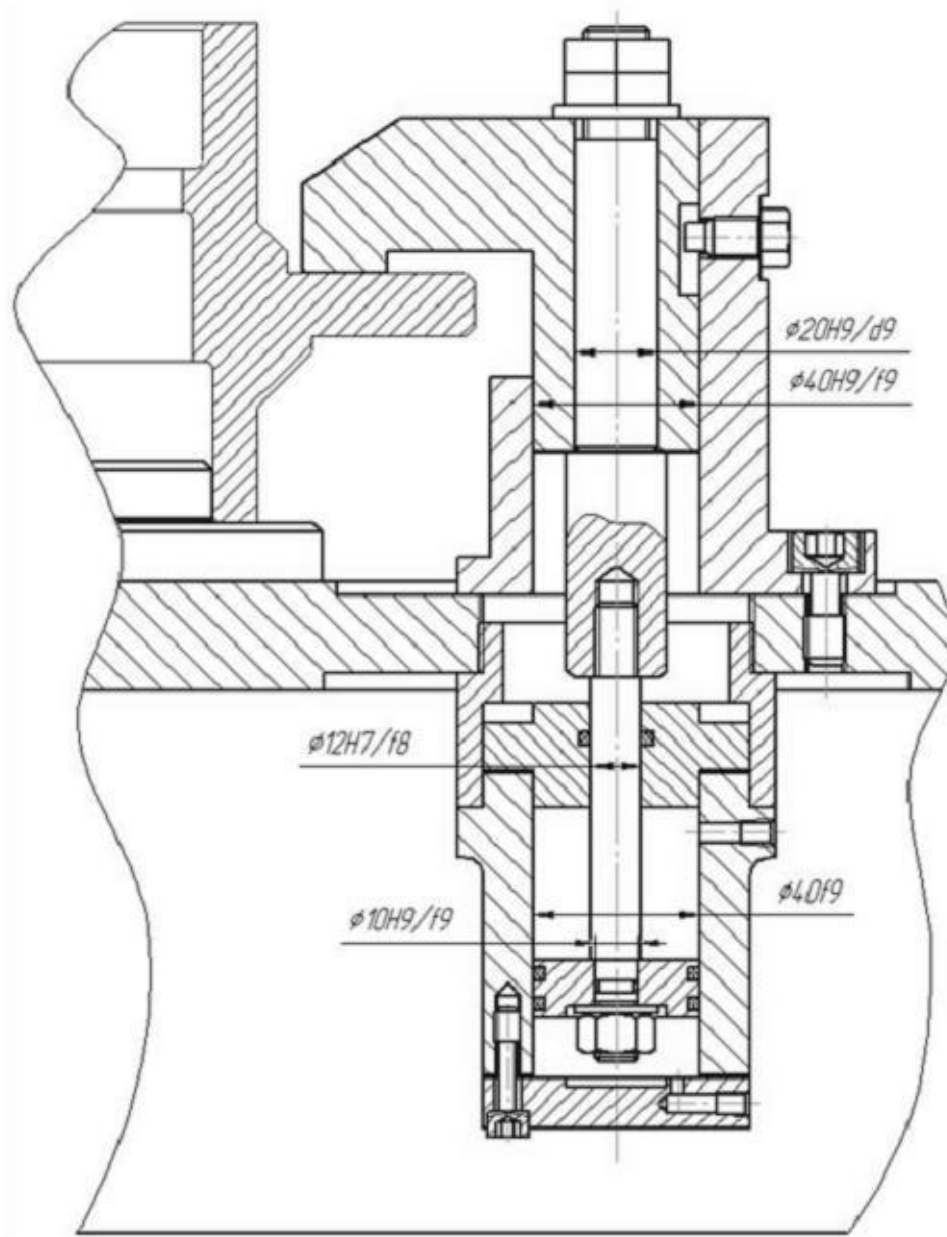


Рис. 3.5. Кінематична схема затискного механізму

Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата

МІ 131.00.1/Б 102/с 003 00-ПЗ

Арк.

69

Визначення фактичної сили затискання заготовки в пристрої

Беручи до уваги необхідну величину затискної сили, що забезпечує надійну фіксацію заготовки під час обробки, у конструкції пристрою прийнято рішення використати три гідроциліндри двосторонньої дії як виконавчі елементи затискного механізму. Такий варіант забезпечує достатній рівень затискного зусилля, рівномірний розподіл навантаження та високу швидкодію затиску. Гідроциліндри працюють у тяговому режимі, тобто зусилля затиску прикладається при подачі робочої рідини до штокової порожнини. Це дозволяє уникнути деформацій заготовки при закріпленні та мінімізувати зсуви під дією сил різання.

Для розрахунків параметрів гідроциліндрів приймається співвідношення діаметрів штока і поршня як 1:3. Таке конструктивне рішення дає змогу досягти достатнього зусилля при відносно невеликому діаметрі штока, а також забезпечити необхідне співвідношення площ для ефективного перетворення тиску рідини в механічне зусилля. Вибір саме гідравлічного приводу обумовлений його перевагами: високою питомою потужністю, точністю регулювання та здатністю утворювати великі зусилля при компактних розмірах виконавчих елементів.

Таким чином, застосування трьох гідроциліндрів двосторонньої дії дозволяє забезпечити надійне, рівномірне та безпечне затискання заготовки, що є критично важливим для забезпечення точності обробки та повторюваності результатів у серійному виробництві.

Сила затиску на один гідроциліндр дорівнює:

$$Q = Q_3 / 3 = 14,75 / 3 = 4,92 \text{ кН.}$$

Визначаємо силу на штоці за формулою на [7];

$$Q = P \cdot (1 - 3 \cdot l \cdot f / H), \quad (3.3)$$

Звідси:

$$P = Q / (1 - 3 \cdot l \cdot f / H) = 4,92 / (1 - 3 \cdot 65 \cdot 0,1 / 106) = 6,03 \text{ кН.}$$

					MI 131.00.1/Б 102/с 003 00-ПЗ	Арк.
						70
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Силу затиску від гідроциліндра для штокової порожнини можна визначити за формулою:

$$P = \frac{\pi \cdot (D^2 - d^2)}{4} \cdot p \cdot \eta, (3.4)$$

де: π - стандартне значення, що дорівнює 3,14;

D – діаметр поршня;

d - діаметр штока;

p – тиск у гідромережі; приймаємо 8 Мпа;

$\eta = 0,85$ - ККД для гідроциліндрів.

Приймаючи до уваги що $d=D/3$, то діаметр поршня дорівнює:

$$D^2 - D^2/9 = P \cdot 4 / \pi \cdot p \cdot \eta = 6030 \cdot 4 / 3,14 \cdot 8 \cdot 0,85 = 1129,6;$$

$$D^2 \cdot (1 - 1/9) = 1129,6;$$

$$D^2 = 1270,8;$$

$$D = 35,65 \text{ мм.}$$

Згідно ДСТУ 6540-98 приймаємо діаметр циліндра $D = 40$ мм. Тоді $d = 12$ мм, різьба на штоці М8.

$$P_{\phi} = \frac{3,14 \cdot (40^2 - 12^2)}{4} \cdot 8 \cdot 0,85 = 7772,1 \text{ Н} = 7,8 \text{ кН.}$$

$$7,8 \geq 6,03$$

Висновок: умова надійного затискання заготовки виконана.

3.3. Проектування та розрахунок спеціального різального інструменту (свердло-розгортка)

Проведемо розрахунки спеціального комбінованого інструмента - свердла-розгортки, що об'єднує дві функції: свердління та розгортання отвору за один прохід. Такий інструмент застосовується для високоточних операцій у серійному й масовому виробництві.

					MI 131.00.1/Б 102/с 003 00-ПЗ	Арк.
						71
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Загальна характеристика інструмента:

1. Тип інструмента: свердло-розгортка.
2. Призначення: обробка отворів Ø20 мм із підвищеною точністю та якістю поверхні (Ra 0.4–3.2).
3. Матеріал: сталь Р6М5 згідно з ДСТУ ГОСТ 4738:200(швидкорізальна).
4. Довжина: 290 мм.
5. Конус: Морзе 3.
6. Кількість зубців: $Z = 8$.

Таблиця 3.1

Основні геометричні параметри свердла-розгортки

Параметр	Значення
Діаметр різальної частини	Ø20 мм
Діаметр центрування	Ø17,5 +0,021 / -0,010 мм
Довжина робочої частини	60 мм
Кут загострення свердла	$118^{\circ} \pm 2^{\circ}$
Кут нахилу стружкової канавки	$31^{\circ} \pm 2^{\circ}$
Зворотна конусність	0,02–0,08 мм на 100 мм довжини
Паралельність циліндричної частини	0,019 мм на 15 мм
Радіус заокруглення торця	R25, R0.75
Точність отвору	7-й квалитет (зазначено через Ra та припуски)

Конструктивні особливості:

1. Різальна частина містить свердлильний наконечник з двома головними лезами (кут 118°), який переходить у розгортальну частину з восьми зубців.
2. Форма канавок забезпечує евакуацію стружки на етапі свердління.
3. Наявність зворотної конусності сприяє зниженню тертя задньої поверхні при високоточному розгортанні.
4. Конструкція хвостовика у вигляді конуса Морзе з лапкою дозволяє точно центрувати інструмент у шпинделі.

Основні розрахунки

1. Швидкість різання (для сталі 45, HRC ~40):

$$V=18-22 \text{ м/хв.}$$

2. Частота обертання:

$$n=1000 \cdot V \pi \cdot D=1000 \cdot 203.14 \cdot 20 \approx 320 \text{ об/хв. (3.5)}$$

3. Подача:

1. Свердління: $S=0.2-0.25 \text{ мм/об.}$
2. Розгортання: $S=0.1-0.15 \text{ мм/об.}$

Свердло-розгортка (рис.3.6) є високоточним комбінованим інструментом, який дозволяє зменшити кількість переходів в обробці отвору та забезпечити високу якість поверхні. Його застосування доцільне у випадках, коли потрібно підвищити точність отвору одразу після свердління, зменшуючи похибки базування та скорочуючи цикл виготовлення.

					MI 131.00.1/Б 102/с 003 00-ПЗ	Арк.
						73
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

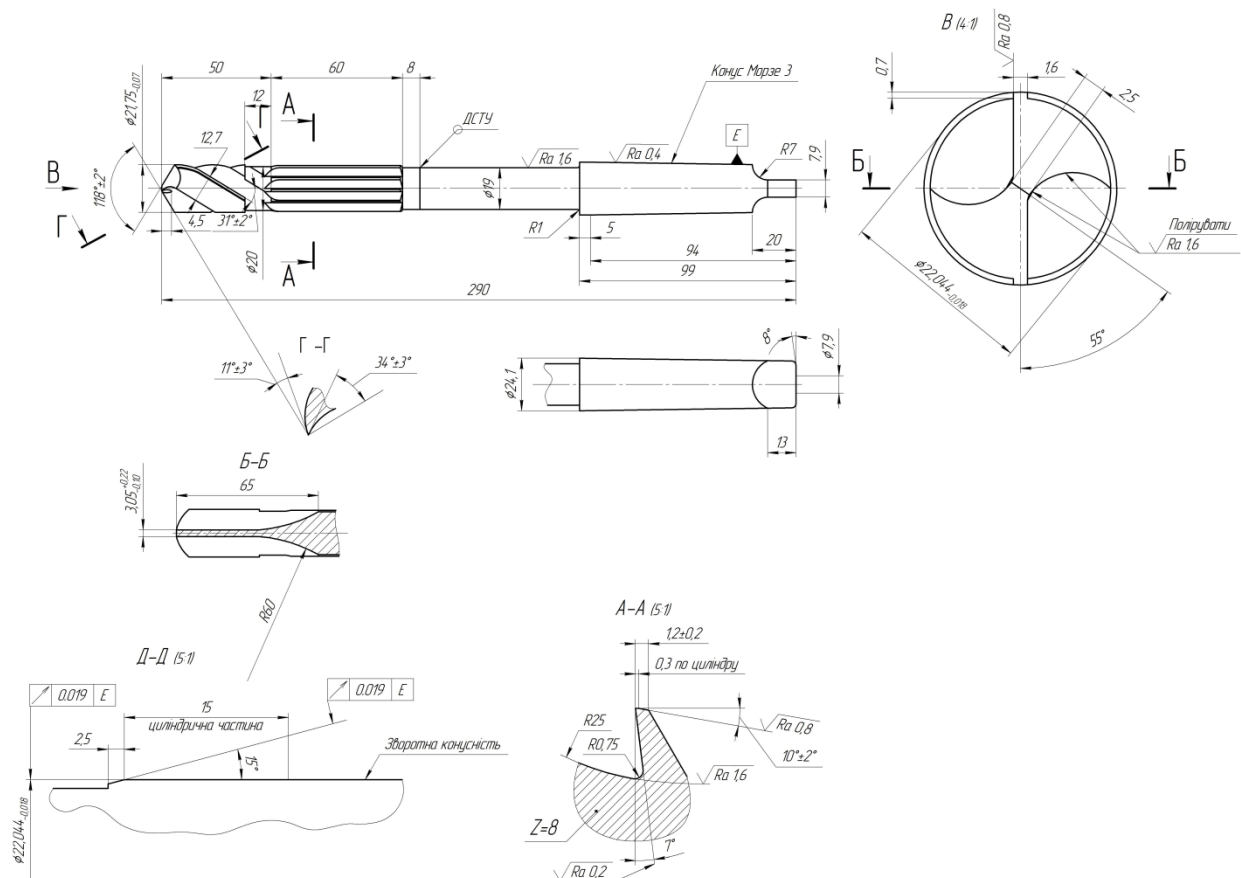


Рис.3.6. Спеціальний РІ свердло-розгортка

3.4. Проектування та розрахунки спеціальних засобів технічного контролю

Виконаємо розрахунки спеціального нутроміра - пристрій для контролю внутрішніх діаметрів отворів із підвищеною точністю. Це вимірювальне оснащення є прикладом засобу технічного контролю, який використовується на завершальних етапах обробки отворів, зокрема після розгортання, розточування або шліфування.

Нутромір призначений для контролю точних внутрішніх діаметрів (у даному випадку - Ø16H7) і оцінки відхилень геометричної форми (овальності, конусності, радіального биття) з похибкою у межах 0,01 мм і менше.

					Арк.
					74
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	

Таблиця 3.2. Конструктивні елементи

Елемент	Характеристика
Індикатор	Механічний годинникового типу, встановлений у верхній частині нутроміра
Вимірювальний наконечник	Має сферичну поверхню, що контактує зі стінкою отвору
Пружинний механізм	Забезпечує відтворюваність зусилля при вимірюванні
Напрямна втулка	Ø16H7 з допуском -0.018 мм — контрольований розмір
Шкала індикатора	Дає змогу зчитувати мікрометричні відхилення від номіналу

Таблиця 3.3. Геометричні та допускові характеристики

Параметр	Значення
Номінальний контрольований розмір	Ø16H7 (допуск -0.018 мм)
Робоча довжина контролю	80 мм
Допуск на співвісність	0.01 мм
Шорсткість поверхонь	Ra 0.1 – 3.2 мкм
Висота нутроміра	139 мм
Відстань від робочої частини до індикатора	90 мм

Розрахунок метрологічних характеристик

Для забезпечення точності вимірювання нутромір повинен відповідати наступним вимогам:

- Метрологічний клас: не нижче 1.
- Похибка нутроміра:

$$\Delta = \pm(2,5 + 0,02 \cdot D) = \pm(2,5 + 0,02 \cdot 16) = \pm 2,82 \text{ мкм.}$$

					МІ 131.00.1/Б 102/с 003 00-ПЗ	Арк.
						75
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

- Зусилля вимірювання: у межах 2–5 Н (для забезпечення стабільного контакту без деформації деталі).

Умови експлуатації та точності:

- Ручне вимірювання у заводських або лабораторних умовах.
- Перед експлуатацією перевіряється на калібр-блоках або еталонних втулках.
- Повинна бути компенсація температури - інструмент зберігати в тому ж середовищі, де проводяться вимірювання.
- Важливо уникати ударів і забруднень, бо це впливає на точність вимірювання та знос робочих поверхонь.

Спеціальний нутромір, що зображений на рис. 3.7, є високоточним засобом технічного контролю, що дозволяє вимірювати внутрішні діаметри з допуском Н7 і оцінювати відхилення геометричної форми. Такий пристрій широко використовується у машинобудуванні на завершальних етапах обробки, де критичне значення мають точність, повторюваність та швидкість контролю.

					<i>MI 131.00.1/Б 102/с 003 00-ПЗ</i>	Арк.
						76
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

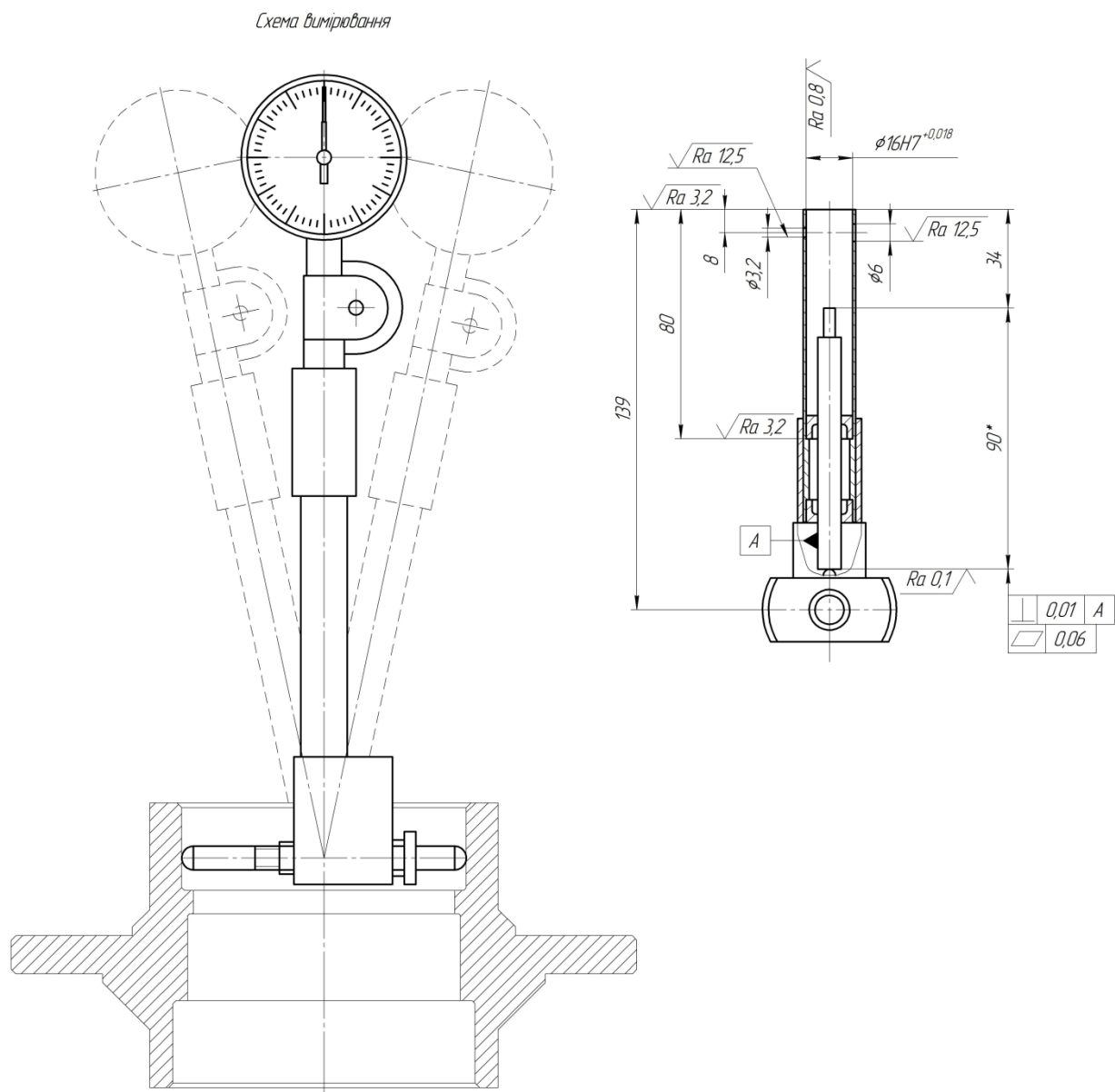


Рис.3.7. Спеціальний нутромір та схема вимірювання

Висновки до конструкторського розділу

У конструкторському розділі обґрунтовано доцільність застосування спеціального технологічного оснащення для підвищення точності, продуктивності та надійності обробки отворів. Проведено аналіз основних типів верстатних пристосувань, що використовуються для фіксації та базування заготовок при виконанні отворів, з урахуванням вимог жорсткості, точності та зручності експлуатації.

Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата

МІ 131.00.1/Б 102/с 003 00-ПЗ

Арк.

77

Розроблено та спроектовано 3-D модель спеціального верстатного пристрою, яка забезпечує надійне базування та закріплення деталі, що мінімізує похибки при обробці. Виконано необхідні розрахунки, що підтверджують міцність та працездатність конструкції в умовах навантаження.

Спроектовано комбінований різальний інструмент (свердло-розгортку), який поєднує операції свердління і розгортання, що дозволяє зменшити кількість установок, підвищити точність отворів та знизити трудомісткість процесу. Проведено розрахунок геометричних параметрів і режимів різання для забезпечення стабільної роботи інструмента.

Також спроектовано спеціальний нутромір, який забезпечує високоточний контроль діаметра отворів у межах допуску Н7. Конструкція вимірювального засобу враховує зручність користування, повторюваність вимірювань та відповідність метрологічним вимогам.

У сукупності всі спроектовані елементи сприяють оптимізації технологічного процесу, забезпечуючи необхідну точність обробки отворів, скорочення часу на налаштування та підвищення якості кінцевого виробу.

					<i>MI 131.00.1/Б 102/с 003 00-ПЗ</i>	Арк.
						78
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

ЗАГАЛЬНІ ВИСНОВКИ

У процесі виконання кваліфікаційної роботи було комплексно проаналізовано та вдосконалено технологічний процес виготовлення деталі «Маточина», яка є ключовим елементом вузла «Вісь» у конструкції шасі тракторного причепа. Проведені дослідження та розробки підтвердили, що геометрична конфігурація, конструкційні особливості й вибраний матеріал маточини повністю відповідають вимогам серійного виробництва, забезпечуючи надійність, міцність та функціональність у складальних умовах.

В технологічній частині розроблена технологія виготовлення деталі, що базується на оптимальному виборі заготовки, яка забезпечує економію матеріалу та трудових витрат. Чітко визначений технологічний маршрут механічної обробки, що включає токарні, свердлильні та розточні операції, дозволяє досягати заданої точності оброблених поверхонь і гарантує відповідність деталі заданим технічним параметрам. Розрахунок припусків, вибір режимів різання та нормування технологічного процесу дозволили сформувати збалансовану систему виготовлення, що відповідає сучасним вимогам ефективності та якості.

У конструкторській частині проекту запропоновано комплекс спеціального технологічного оснащення для забезпечення стабільного та точного виконання операцій. Розроблено та спроектовано 3-D модель спеціального верстатного пристрою, яка забезпечує надійне базування та закріплення деталі, що мінімізує похибки при обробці. Комбінований різальний інструмент (свердло-розгортка) дозволяє суміщати дві операції, зменшуючи кількість установок і підвищуючи точність. Спроектований спеціальний нутромір дає змогу оперативно та точно контролювати параметри отвору, що критично важливо для забезпечення якості готової продукції.

					<i>MI 131.00.1/Б 102/с 003 00-ПЗ</i>	Арк.
						79
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ЛІТЕРАТУРНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Заготовки деталей машин: формоутворення, параметри, характеристики. Частина 1: підручник / В.А. Кирилович, О.Л. Мельник, П.П. Мельничук, В.А. Яновський; за ред. В.А. Кириловича. – Житомир: Державний університет «Житомирська політехніка», 2020. – 316 с.
2. Красовський М.А., Мельничук П.П., Яновський В.А. - Курсове проектування з технології машинобудування, 2010. - 234 с.
3. Мельничук П.П., Полонський Л.Г., Серов В.В. і др. - Збірник задач і вправ з технології машинобудування, 2001. - 316 с.
4. Яновський В.А., Сніцар В.Г. - Технологічна оснастка: Практичні заняття. Навчально-методичний посібник. - Житомир: ЖДТУ, 2005. - 118 с.
5. Кирилович В.А., Мельничук П.П., Яновський В.А. Нормування часу та режимів різання для токарних верстатів з ЧПУ: Навчальний посібник для студентів машинобудівних 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 (Лист № 2/944 від 13.06.2000 р.). - Житомир: ЖІТІ, 2001. - 600 с.
6. Мельничук П.П., Боровик А.І., П.А. Лінчевський. Технологія машинобудування: Підручник. -Житомир.: ЖДТУ, 2005. - 924 с.
7. Боровик А.І. Технологічна оснастка механоскладального виробництва: Підручник. - К.: «Кондор», 2008. - 726 с.
8. Козуб А.А., Підгорний М.І. Основи конструкції пристроїв. – К.: Вища школа, 2006. – 264 с.
9. Ліпський В.В. Основи проектування технологічних процесів. – К.: Каравела, 2015. – 312 с.
10. Методичні вказівки до виконання курсових і дипломних проєктів з технології машинобудування. – Житомир: ЖДТУ, 2020. – 45 с.

					МІ 131.00.1/Б 102/с 003 00-ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		80

11. Каталог «Інструмент металорізальний. Комбіновані свердла-розгортки». – Харків: Укрінструмент, 2019.

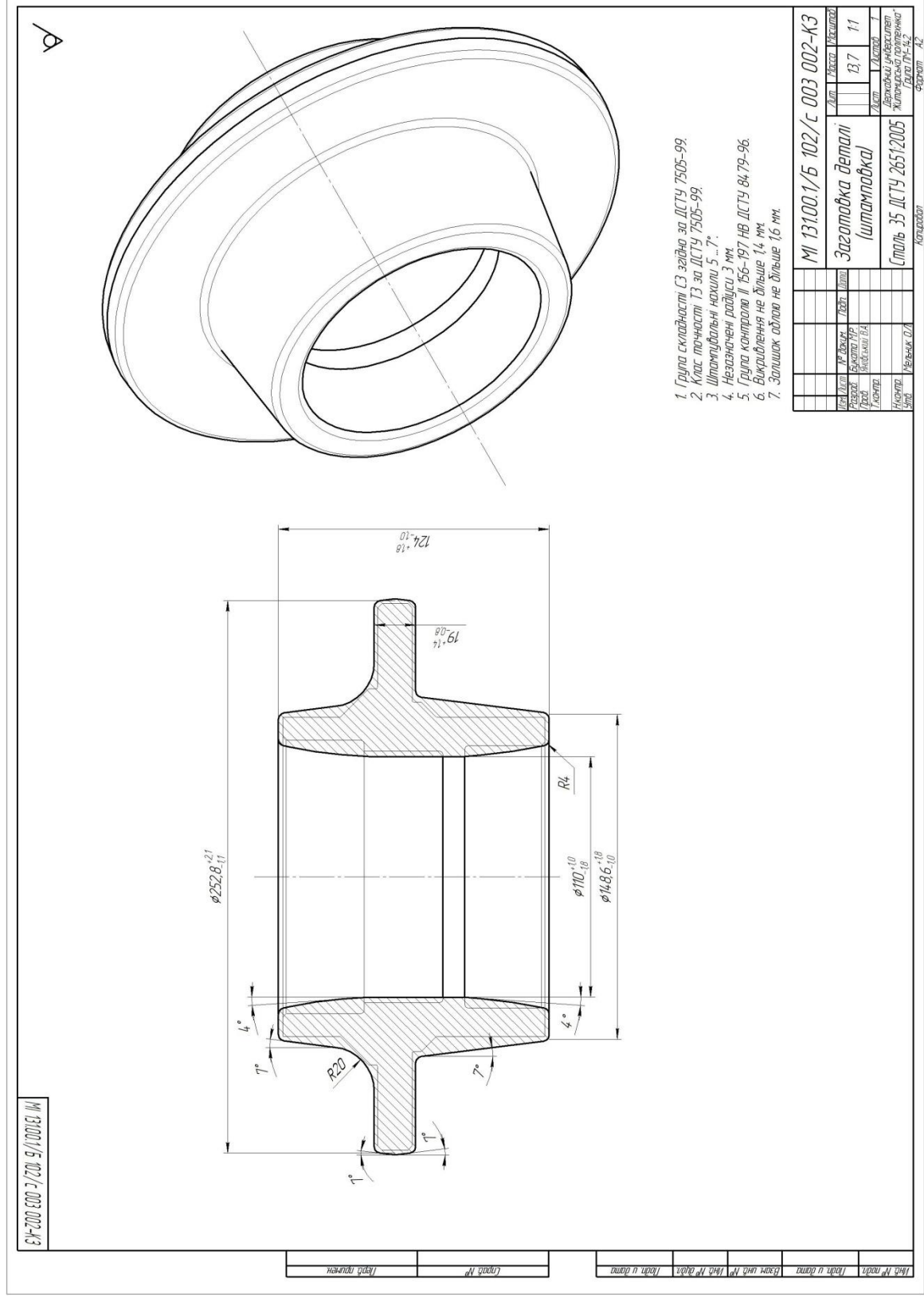
12. Інструкція з експлуатації та перевірки нутромірів індикаторних. – ДП «Укрметртестстандарт», 2015.

13. Торгово-виробнича компанія ІНСЕЛ (Insel Ltd) “Кондуктор для свердління отворів”. <https://insel.kiev.ua/ru/konduktor-dlya-sverdlinnya-otvoriv-line-master-kwb-7580-00.html>.

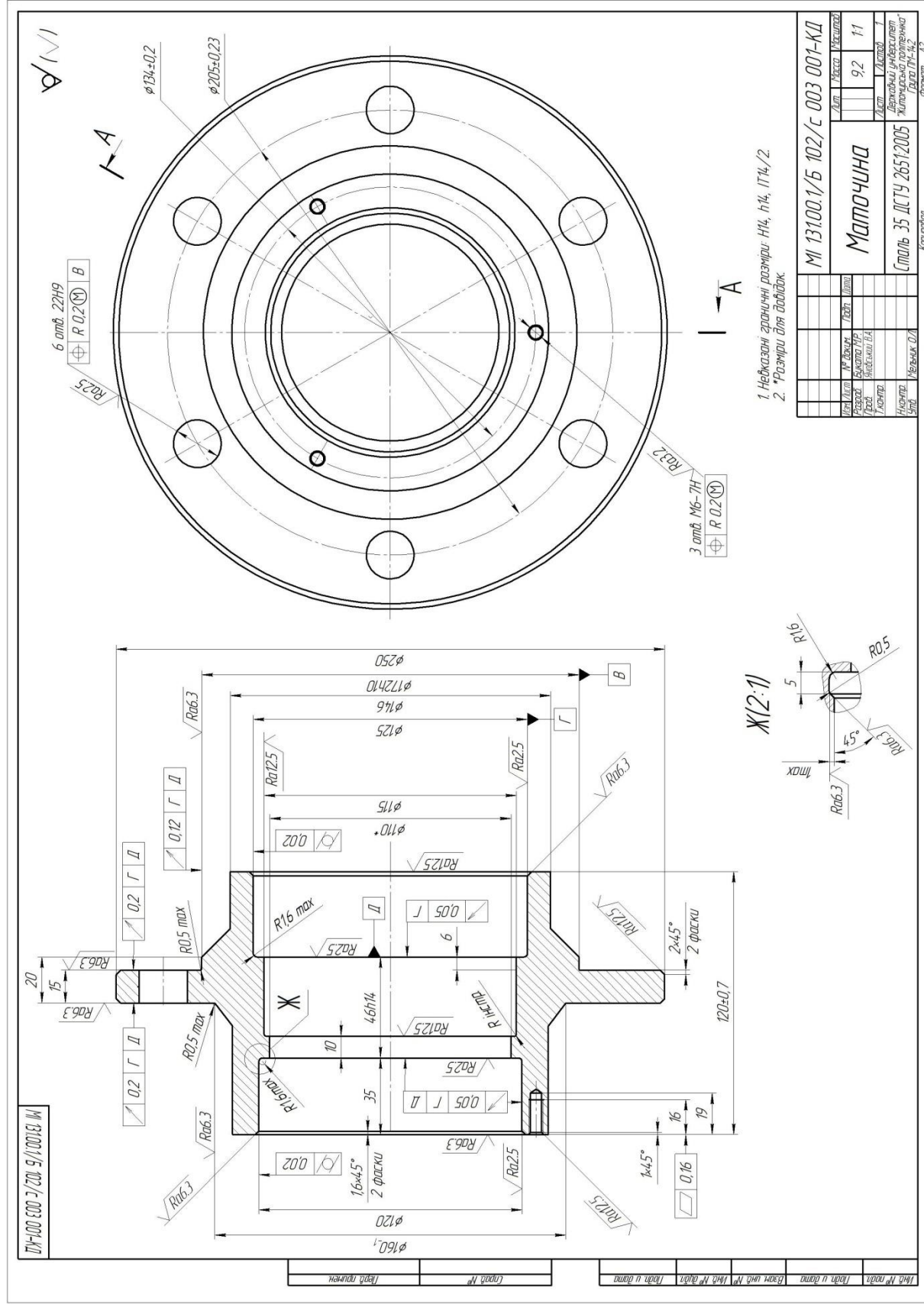
					<i>MI 131.00.1/Б 102/с 003 00-ПЗ</i>	Арк.
						81
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

ДОДАТКИ

ДОДАТОК А



ДОДАТОК Б



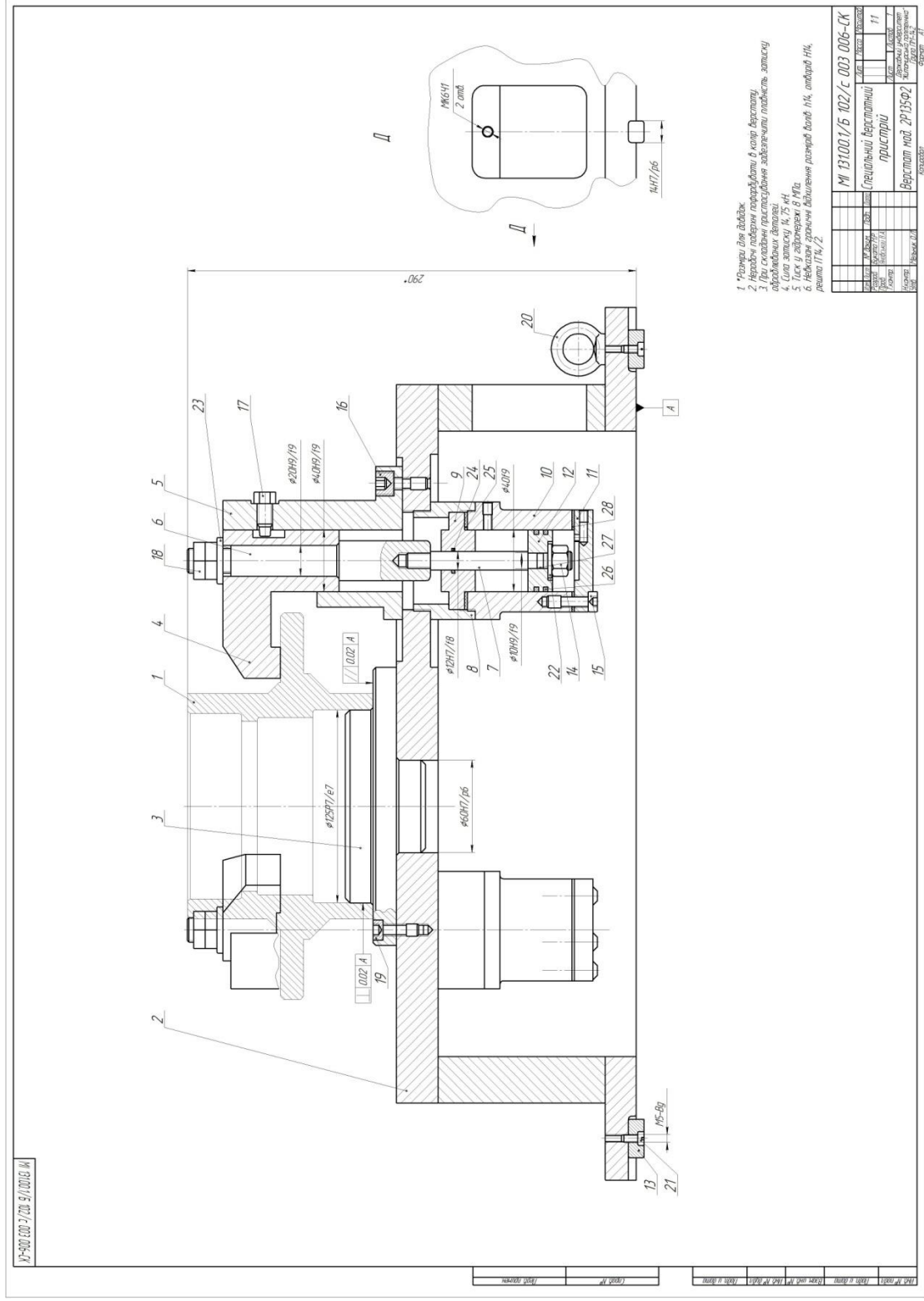
ДОДАТОК В

[illegible]

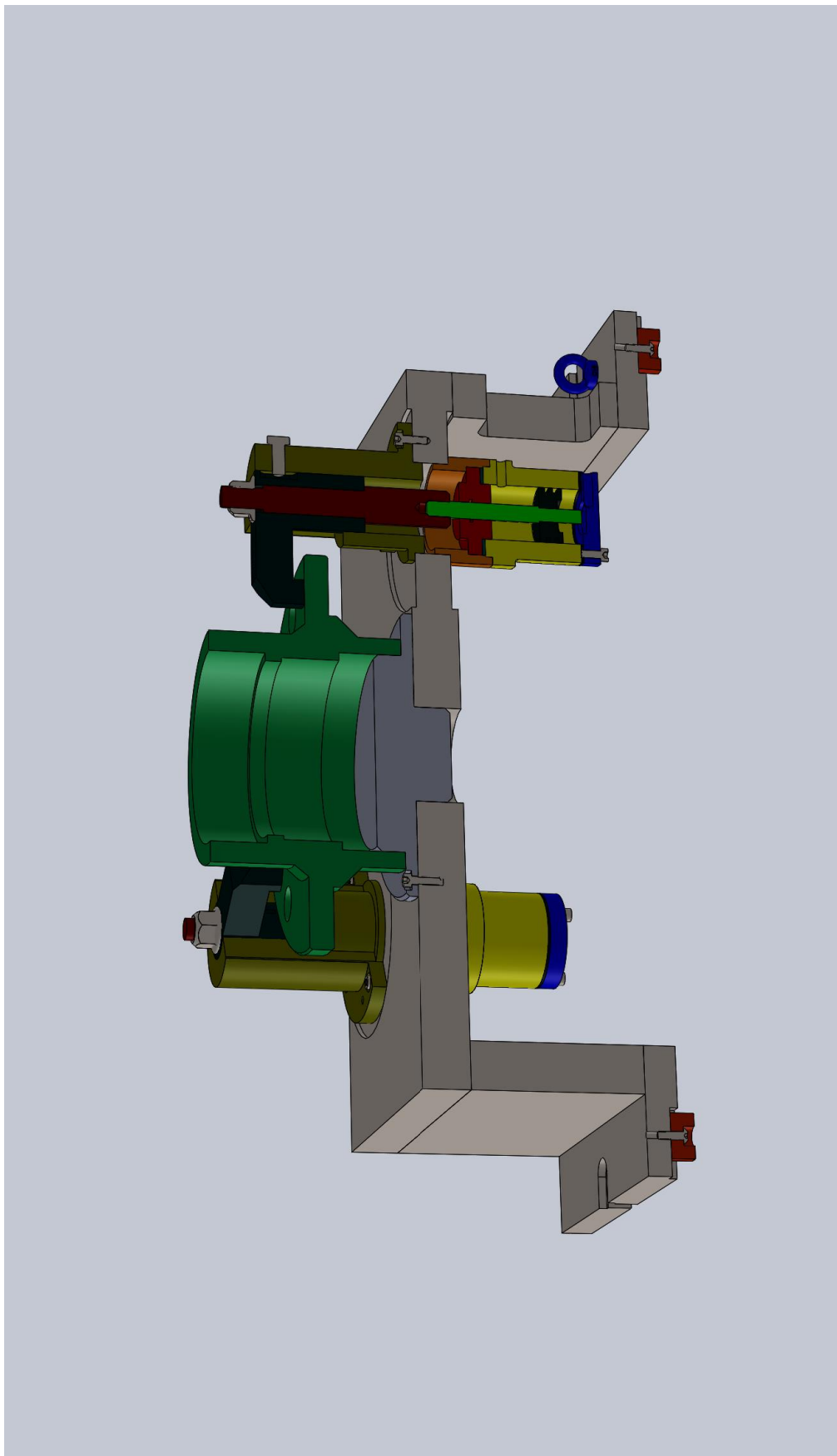
ДОДАТОК Г

[illegible]

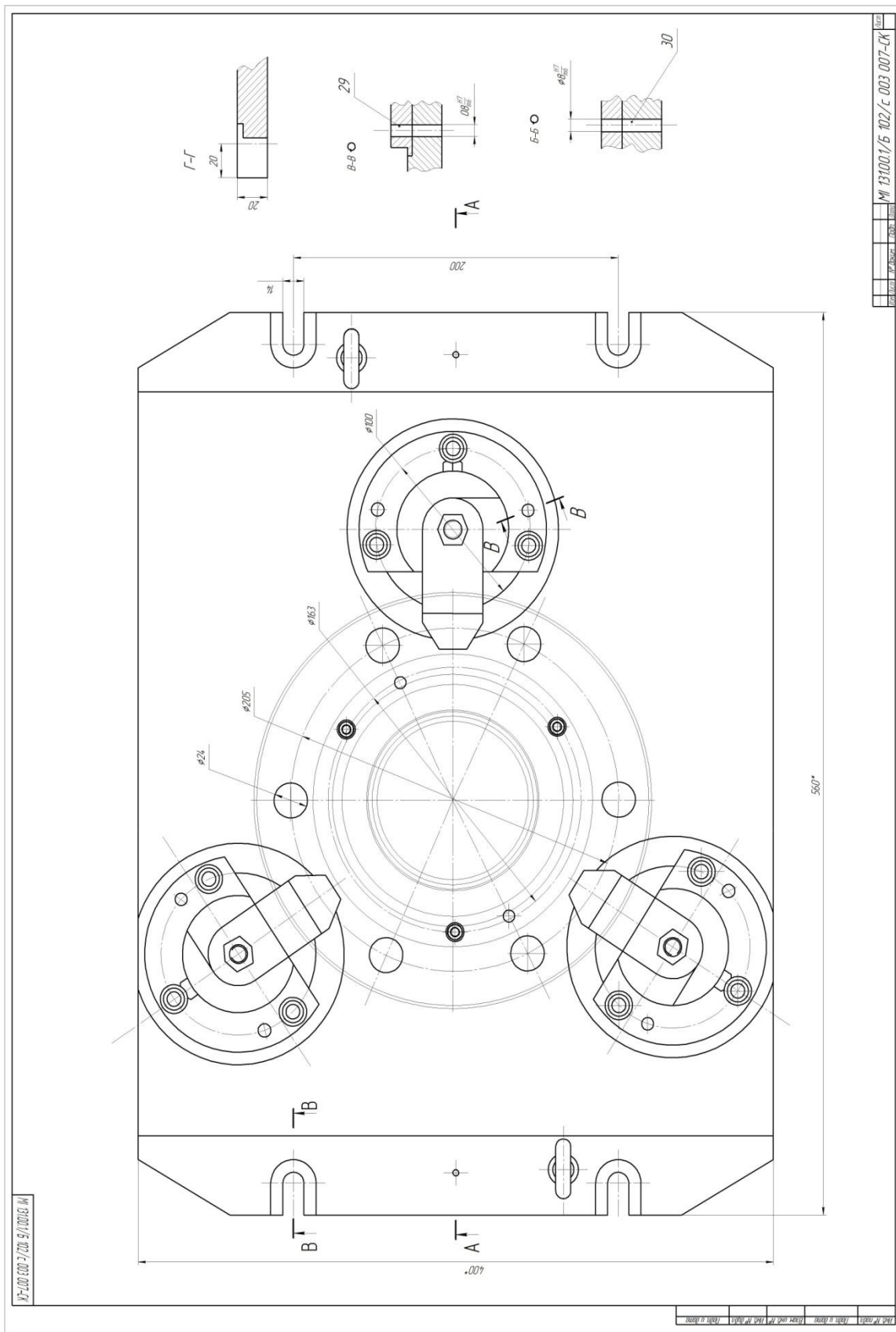
ДОДАТОК К



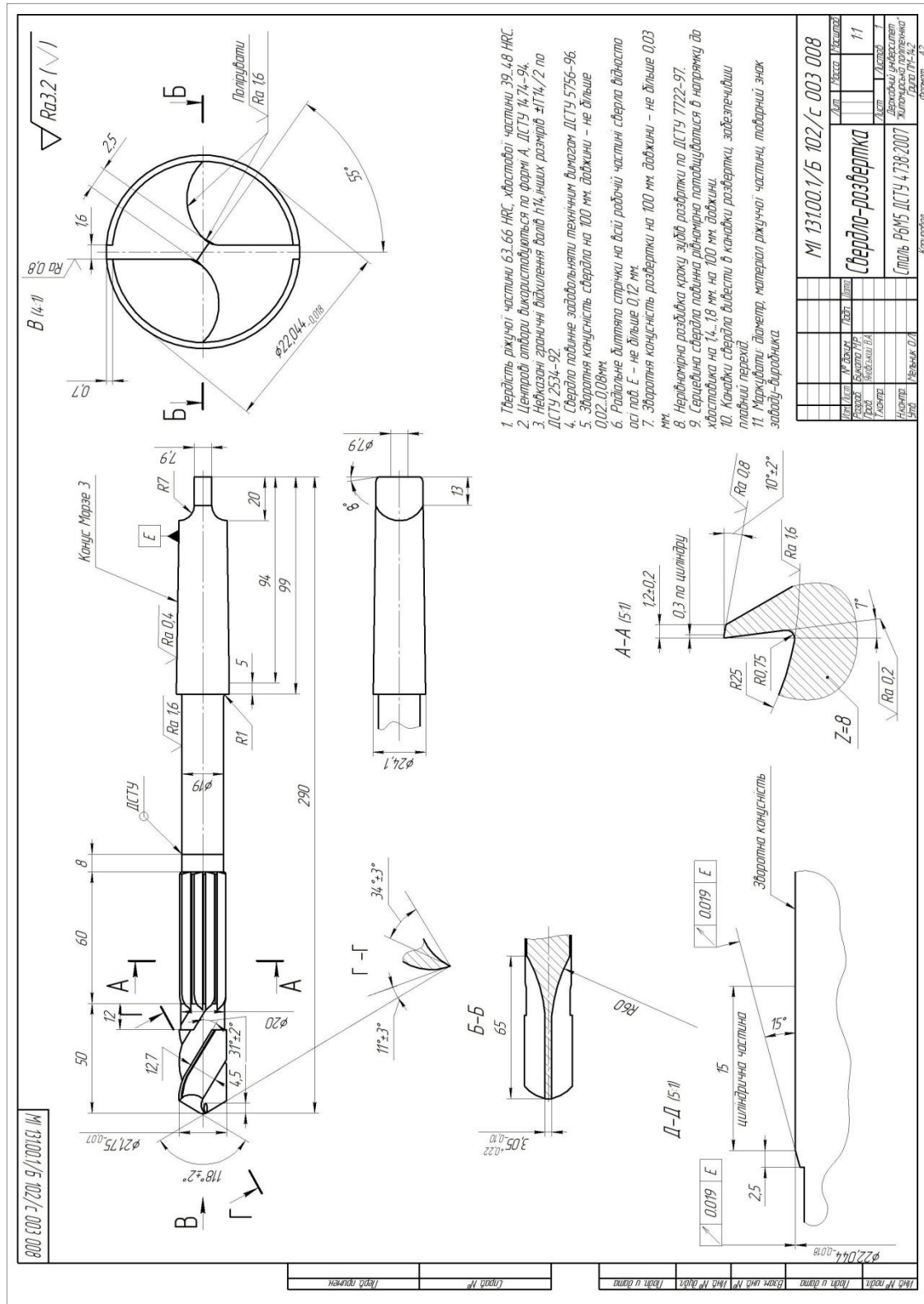
ДОДАТОК К-1



ДОДАТОК Л



ДОДАТОК М



ДОДАТОК Н

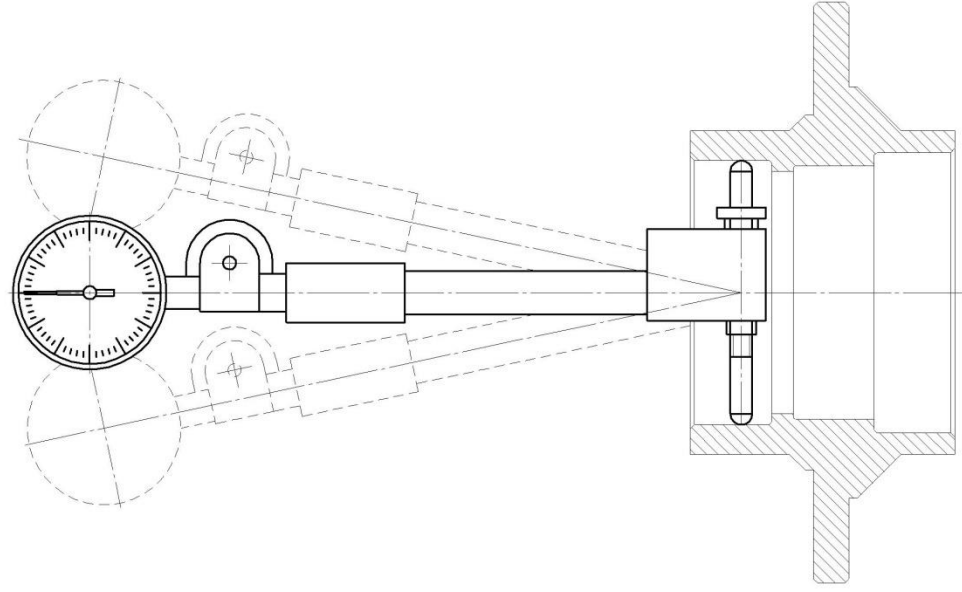


Схема вимірювання

MI 131.00.1/5 102/c 003 009

Имя №	Имя №
Имя №	Имя №

Број и/или №	И/или № дјела	И/или у чему

1. * Розміри для довідок.

1. Розміри цих об'єктів.
2. Неказані граничні розміри: Н14, Н14, Н14/2.
3. Деталі що не підпадають доопрацювання укладно не показані. Збірку і експлітацію провадити по інструкції закіндо да нутрометра.
4. Перебірка нутрометра за ДСТУ 8099-96.
5. Решта ІВ за ДСТУ 8668:2006.

[illegible]

Konurpöðin

1950 11 17-192
Формат А2

												Лист	2
Змін	Лист	№ док	Підпис	Дата	Змін	Лист	№ док	Підпис	Дата	Ізяснення документа			
А	Цех	Уч	РМ	Упр	Код назва операції								
Б	Код назва обладнання					ІМ	Проф	Р	У	КР	Конт	Лист	
Ізяснення документа													
А 17	ХХ	ХХ	ХХ	015	4132	Внутрішньошліфувальна Інструкція з техніки безпеки №015							
Б 18	133000 Внутрішньошліфувальний ЗК228В					2	3	2	1	11	178		
Т 19	Патрон самоцентрувальний трьохкулачковий 7100-0045 ДСТУ 2675-96; Круг шліфувальний ПП100х20х25												
Т 20	24А-40Н-С25-К8-А; Продак φ120 ПР 8140-5075, НЕ 8140-5076; Кільце для нутроміра φ120 8125-5094;												
Т 21	Нутромір 120 8701-5028; Еталон для налаштування 8450-5237.												
22													
23													
А 24	ХХ	ХХ	ХХ	020	4132	Внутрішньошліфувальна Інструкція з техніки безпеки №020							
Б 25	133000 Внутрішньошліфувальний ЗК228В					2	3	2	1	11	173		
Т 26	Патрон самоцентрувальний трьохкулачковий 7100-0045 ДСТУ 2675-96; Круг шліфувальний ПП100х20х25												
Т 27	Продак φ125 ПР 8140-5043, НЕ 8140-5043; Кільце для нутроміра φ120 8125-5095; Нутромір 120 8701-5028;												
Т 28	Еталон для налаштування 8450-5237.												
29													
30													
А 31	ХХ	ХХ	ХХ	025	4123	Свердлильна Інструкція з техніки безпеки №025							
Б 32	122000 Вертикально-свердлильний 2Р135Ф2					1	2	1	1	1	13	10,31	
Т 33	Пристрій для свердління(спеціальний); Втулка 6100-0146 ГОСТ 13598-85; Патрон 6163-0009												
Т 34	ДСТУ 8255-97; Патрон 6163-0009 ДСТУ 8255-97; Свердло φ5 Р6М5 025-2300-1224 ДСТУ 10902-97;												
МЖ													

												Лист	3				
												ПМЖІТ.0505.602.0 .00					
Змін	Лист	№ док.м	Підпис	Дата	Змін	Лист	№ док.м	Підпис	Дата	Позначення документа							
А	Цех	Уч	РМ	Опер.	Код назва операції			СМ	Проф	Р	ЧП	КР	КОМП	ЕН	ОП	Конт.	Літ.
Б								Код назва підладання									
Т 35	Міпчик М6х1-7Н ДСТУ 3266-92; Свердло-розвертка $\phi 21,75/\phi 22+0,052$ Р6М5; Продак М6-7Н ПР 8221-0030																
Т 36	ДСТУ 17756-92, НЕ 8221-1030 ДСТУ 17757-92; Продак $\phi 22+0,052$ 8133-5558.																
37																	
38																	
39																	
40																	
41																	
42																	
43																	
44																	
45																	
46																	
47																	
48																	
49																	
50																	
51																	
52																	
МК																	

