

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

“На правах рукопису”

УДК 621.91.002

“До захисту допущено”

Завідувач кафедри
механічної інженерії

Мельник О.Л.

(підпис)

БАКАЛАВРСЬКА
КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА

зі спеціальності 131 “Прикладна механіка” (ОПП “Високотехнологічний
комп'ютерний інжиніринг”)

**на тему: “Технічна підготовка серійного виробництва
гідроциліндрів для широкої сфери використання в народному
господарстві держави”**

МІ 131.00.1/Б 102/с 025 00-ПЗ

Студент групи

ПМ-142

шифр групи

Фещук Артем Анатолійович

(прізвище, ім'я, по батькові)

(підпис)

Керівник

д.т.н., проф. Мельничук П.П.

(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

Мельник О.Л.

(підпис)

(прізвище, ініціали)

З А В Д А Н Н Я НА КВАЛІФІКАЦІЙНУ БАКАЛАВРСЬКУ РОБОТУ СТУДЕНТУ

Фещуку Артему Анатолійовичу

(прізвище, ім'я, по батькові)

1. Тема роботи: “Технічна підготовка серійного виробництва гідроциліндрів для широкої сфери використання в народному господарстві держави”

Керівник роботи: Мельничук Петро Петрович, д.т.н., проф.

Затверджена наказом по університету від «__» «__» 2025
р. № ____

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

3. Вихідні дані до роботи: кресленик типової деталі, технології виготовлення гідроциліндрів на базових машинобудівних підприємствах; науково-технічна література по конструюванню та розрахунках гідроциліндрів; вітчизняні та зарубіжні патенти на гідроциліндри різного призначення; довідники по металорізальних верстатах, по проектуванні різальних інструментів та технології машинобудування; інформаційні матеріали по САПР тощо.

4. Перелік завдань, які потрібно вирішити: обґрунтувати доцільність конструкторської та технологічної підготовки серійного виробництва гідроциліндрів для машин і установок різних галузей машинобудування; розробити конструкцію гідроциліндра та його складових, виконати 3D основного виробу та його складових; виконати оцінку технологічності гідроциліндра; розробити технологію виготовлення гідроциліндра та його складових з викорис-

танням сучасного верстатного обладнання і різальних інструментів; розробити маршрутні і операційні технології механічного виготовлення елементів гідроциліндра та технології його складання для умов серійного виробництва; обґрунтувати використання металообробного обладнання з ЧПК, різальних інструментів, пристосувань та контрольно-вимірювальної техніки; здійснити технічне нормування, оформити комплекс технологічної документації.

5. Орієнтовний перелік графічного матеріалу: 1. Загальний вигляд гідроциліндра в робочому стані – 1 арк. презентації; 2. Кресленики гідроциліндра, його складових та їх 3D моделі - 2-3 арк. презентації; Технологічні операції оброблення заготовок деталей гідроциліндра - 3-4 арк. презентації; Кресленики верстатних пристосувань для установки заготовок деталей гідроциліндра - 2-3 арк. презентації; Технологічні наладки основних операцій - 2-3 арк. презентації; Кресленик спеціального різального інструменту - 1-2 арк. презентації; Кресленик спеціального контрольного пристосування - 1 арк. презентації; Комплект технологічної документації - 2-3 арк. презентації.

6. Дата видачі завдання: «10» лютого 2025 року.

Студент

(підпис)

Фещук А.А.

(прізвище та ініціали)

Керівник роботи

(підпис)

Мельничук П.П.

(прізвище та ініціали)

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН ВИКОНАННЯ РОБОТИ

№ з/п	Назва етапів бакалаврської роботи	Термін виконання	Примітка
1.	Виконання розділу “Загально-технічний розділ”	05.03.2025	Виконано
2.	Виконання розділу “Конструкторський розділ”	25.03.2025	Виконано
3.	Виконання розділу “Технологічний розділ”	01.05.2025	Виконано
4.	Виконання розділу “Спеціальний розділ”	06.05.2025	Виконано
5.	Кінцеве оформлення змісту, висновків, графічної частини бакалаврської роботи	15.05.2025	Виконано
6.	Підготовка доповіді, ілюстративного матеріалу та презентації	23.05.2025	Виконано
7.	Передзахист кваліфікаційної роботи	30.05.2025	Виконано
8.	Подання бакалаврської роботи на кафедру	10.06.2025	Виконано
9.	Захист кваліфікаційної роботи в ЕК	згідно графіку захистів	Виконано

Студент

(підпис)

Фещук А.А.

(прізвище та ініціали)

Керівник роботи

(підпис)

Мельничук П.П.

(прізвище та ініціали)

Ф о р м а	З о н а	П о з .	Позначення	Найменування	К і л.	При- мітка
			<u>Документація</u>			
A4		1	МІ 131.00.1/Б 102/с 025 00-ПЗ	Пояснювальна записка	1	
			<u>Конструкторська документація</u>			
		2	МІ 131.00.1/Б 102/с 025 01-СК	Деталь	1	
		3	МІ 131.00.1/Б 102/с 025 00	Заготовка	1	
		4	МІ 131.00.1/Б 102/с 025 02-СК	Пристосування	1	
			<u>Технологічна документація</u>			
		5	МІ 131.00.1/Б 102/с 025 01	Маршрутна карта	4	
		6	МІ 131.00.1/Б 102/с 025 02	Операційна карта	14	
			<u>Документація</u>			
		1	МІ 131.00.1/Б 102/с 025 00-ПЗ	Пояснювальна записка	1	
				МІ 131.00.1/Б 102/с 025 00-ПЗ		
Зм.	Арк.	№ докум.	Підп.	Дата	Відомість бакалаврської роботи	
Разроб.		Фещук А.А				
Перевір.		Мельничук П.П				
Н.контр.						
Затверд.		Мельник О.Л.			Державний університет «Житомирська політехніка», група ПМ-142	
					Арк.	Арк.
						5
						1

ЗМІСТ

ВСТУП.....	8
1. ЗАГАЛЬНО-ТЕХНІЧНИЙ РОЗДІЛ.....	10
1.1. Виробництво гідроциліндрів для машин і установок різних галузей машинобудування.....	10
1.2. Службове призначення та аналіз конструкції основної деталі «Поршень гідроциліндра».....	16
1.3. Аналіз технологічності конструкції деталі «Поршень гідроциліндра»....	18
1.4. Визначення програми випуску деталей та типу виробництва.....	20
Висновки до 1 розділу.....	21
2. ТЕХНОЛОГІЧНИЙ РОЗДІЛ.....	22
2.1. Вибір конструкції заготовки та способу її виготовлення.....	22
2.2. Розробка технологічного маршруту виготовлення деталі.....	24
2.3. Розрахунок загальних та міжопераційних припусків на обробку поверхонь деталі.....	27
2.4. Розробка та обґрунтування технологічних операцій технологічного процесу.....	32
2.5. Вибір технологічного обладнання.....	33
2.6. Вибір засобів технологічного оснащення.....	36
2.7. Розрахунок режимів різання.....	39
2.8. Технічне нормування технологічного процесу.....	47
Висновки до 2 розділу.....	50
3. КОНСТРУКТОРСЬКИЙ РОЗДІЛ.....	51
3.1. Загальні положення про верстатні пристосування для обробки отворів..	51
3.2. Проектування та розрахунок спеціального верстатного пристрою.....	56
3.3. Проектування та розрахунок спеціального різального інструменту.....	66
3.4. Проектування та розрахунки спеціальних засобів технічного контролю..	70
Висновки до 3 розділу.....	72

					МІ 131.00.1/Б 102/с 025 00-ПЗ						
Змін.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата							
Розроб.		Фещук А.А.			ЗМІСТ				Літ.	Арк.	Аркушів
Перевір.		Мельничук П.П.								6	
Реценз.									Державний університет «Житомирська політехніка», група ПМ-142		
Н. Контр.											
Затверд.		Мельник О.Л									

4. СПЕЦІАЛЬНИЙ РОЗДІЛ.....	74
4.1. Гідроциліндри для широкої сфери використання в народному господарстві держави.....	74
4.2. Технологія складання гідроциліндрів.....	78
Висновки до 4 розділу.....	81
ЗАГАЛЬНІ ВИСНОВКИ.....	83
СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ.....	84

					МІ 131.00.1/Б 102/с 025 00-ПЗ	Арк.
						7
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

ВСТУП

У сучасних умовах розвитку машинобудівної галузі України особливого значення набуває питання ефективної організації серійного виробництва гідравлічних компонентів, зокрема гідроциліндрів, що є ключовими елементами гідроприводів у багатьох видах техніки та обладнання. Гідроциліндри застосовуються в сільськогосподарських машинах, дорожньо-будівельній техніці, комунальних засобах, транспортному обладнанні, виробничих механізмах, а також у металургії, добувній промисловості та енергетиці. Від їхньої надійності, довговічності та відповідності технічним вимогам залежить стабільність функціонування великих систем і продуктивність відповідних процесів.

Зростаючий попит на гідроциліндри пояснюється як модернізацією вітчизняного машинобудівного комплексу, так і тенденціями до заміщення імпортних комплектуючих у контексті розвитку внутрішнього виробництва. У зв'язку з цим надзвичайно важливо забезпечити високий рівень технічної підготовки серійного виробництва, яка охоплює комплекс заходів із впровадження новітніх технологій, точного проектування, оптимального вибору заготовок і матеріалів, забезпечення між операційної точності та механізованого складання.

Технічна підготовка виробництва виступає базисом ефективного функціонування серійного випуску продукції. Вона включає проектування технологічного процесу, вибір устаткування, інструменту, пристосувань, методів контролю якості та заходів автоматизації. Від якості реалізації цього етапу залежить не лише економічна ефективність (собівартість виробу, виробнича потужність), але й експлуатаційна надійність гідроциліндрів, що особливо важливо у сфері народного господарства, де техніка зазвичай працює в умовах підвищених навантажень.

Крім того, в умовах жорсткої конкуренції та обмежених ресурсів, актуальним є використання прогресивних методів організації виробництва, таких як CAD/CAM/CAE системи, цифрове моделювання технологічних процесів, гнучкі виробничі системи. Впровадження таких підходів дозволяє не лише

					MI 131.00.1/Б 102/с 025 00-ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		8

прискорити запуск серійного виробництва, але й забезпечити високу якість та стабільність продукції.

Таким чином, дослідження та практичне обґрунтування технічної підготовки серійного виробництва гідроциліндрів має значну наукову та прикладну цінність. Це дає змогу підвищити ефективність виробництва, забезпечити потреби внутрішнього ринку, зміцнити експортний потенціал українських підприємств і водночас зробити вагомий внесок у розвиток народного господарства держави загалом.

Метою кваліфікаційної роботи є технічна підготовка серійного виробництва гідроциліндрів для широкої сфери використання в народному господарстві держави. Для досягнення мети потрібно виконати наступні **завдання:**

- визначити призначення деталі «Поршень гідроциліндра» в складі вузла або агрегату;
- провести аналіз технологічності конструкції деталі;
- обґрунтування методу виготовлення заготовки;
- розробити технологічний маршрут виготовлення деталі «Поршень гідроциліндра»;
- виконати обґрунтування та вибір технологічних баз, технологічного обладнання та оснащення;
- виконати розрахунок режимів різання та технічне нормування технологічного процесу;
- виконати проектування та розрахунок спеціального верстатного, різального та контрольного пристроїв.

Структура та обсяг роботи. Робота складається зі вступу, чотирьох розділів, висновків, списку використаної літератури. Основний обсяг роботи викладений на 80 сторінках, включаючи 20 рисунків та 10 таблиць. Список використаної літератури нараховує 15 найменувань.

					MI 131.00.1/Б 102/с 025 00-ПЗ	Арк.
						9
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

1. ЗАГАЛЬНО-ТЕХНІЧНИЙ РОЗДІЛ

1.1. Виробництво гідроциліндрів для машин і установок різних галузей машинобудування

Гідроциліндри - це ключові виконавчі елементи гідравлічних систем, які перетворюють енергію потоку робочої рідини на механічний рух. Вони широко застосовуються у машинобудуванні, зокрема в сільськогосподарській, будівельній, транспортній, добувній, металургійній та інших галузях, де необхідне виконання зворотно-поступального руху з великою силою [1].

Особливості конструкції і типізація

Гідроциліндри поділяються на односторонньої та двосторонньої дії, телескопічні, плунжерні, поршневі. Їх конструкція залежить від умов експлуатації, робочого тиску, ходу поршня, типу навантаження та інших технічних параметрів. Основними елементами є корпус (труба), поршень, шток, ущільнювачі та кріпильні елементи. Конструктивна простота і надійність дозволяють гідроциліндрам працювати у важких умовах при високих навантаженнях.



№1 Провушина-провушина



№2 Вилка-вилка

					MI 131.00.1/Б 102/с 025 00-ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		10



№3 Аутрігер



№4 На лапах



№5 Подвійної дії



№6 Посиленої конструкції



№7 Телескопічний



№8 Фланцевий



№9 На шпильках



№10 На цапфі

Рис.1.1. Типи гідроциліндрів [1]

Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата

MI 131.00.1/Б 102/с 025 00-ПЗ

Арк.

11

Технологічний процес виготовлення

Виробництво гідроциліндрів охоплює кілька основних етапів:

1. Підготовка заготовок – різання труб, прокатів і штоків згідно з проектними розмірами.
2. Механічна обробка – токарна обробка штоків і поршнів, розточування та хонінгування внутрішньої поверхні корпусу для забезпечення точності й чистоти.
3. Термічна обробка – зміцнення деталей (наприклад, індукційне загартування штока) для підвищення зносостійкості.
4. Зварювання (у разі нерозбірних конструкцій) – автоматизоване або ручне з'єднання корпусних елементів.
5. Монтаж та збирання – встановлення ущільнювачів, складання поршня зі штоком, запресування підшипників і кінцевих кріплень.
6. Випробування – перевірка герметичності, тискових характеристик і працездатності на спеціалізованих стендах.

Матеріали і стандарти

Для виготовлення гідроциліндрів використовуються конструкційні сталі (наприклад, сталь 45, 40Х), спеціальні леговані сплави, що забезпечують високу міцність і стійкість до корозії. Також використовуються полімерні або полімер-композитні матеріали для ущільнень, з урахуванням температурного і тискового режиму експлуатації. Виробництво ведеться згідно з міжнародними і національними стандартами (ISO, DIN, ДСТУ) [1].

Галузеве застосування

- **Сільське господарство:** гідроциліндри у навісних системах тракторів, жатках, сівалках, обприскувачах.
- **Будівництво:** бульдозери, екскаватори, підйомні механізми.

					MI 131.00.1/Б 102/с 025 00-ПЗ	Арк.
						12
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

- **Металургія та важке машинобудування:** штампувальні машини, пресове обладнання.
- **Добувна промисловість:** бурові установки, шахтні підіймачі.
- **Транспорт:** підйомники, гідросистеми вантажної техніки, платформи [1].

Актуальність автоматизації

Сучасне виробництво гідроциліндрів дедалі більше інтегрує цифрові технології – CAD/CAM системи, ЧПК-верстати, автоматизовані лінії збирання, контроль якості з використанням промислових роботів. Це підвищує точність виготовлення, знижує брак і забезпечує гнучкість у виконанні індивідуальних замовлень [1].

Гідроциліндри є незамінними елементами сучасних машин і механізмів. Їх виробництво потребує високотехнологічного обладнання, точного дотримання стандартів, а також глибокого розуміння технічних вимог конкретної галузі. Завдяки постійному вдосконаленню технологій і матеріалів, гідроциліндри забезпечують високу ефективність, надійність і тривалий термін служби обладнання, в якому вони застосовуються.

Гідроциліндри для сільгосптехніки

Гідроциліндри та гідравлічні насоси дуже широко використовуються на сільськогосподарській техніці. Майже всі сільгосп. агрегати, різних типів, включаючи самохідку та начіпне/причіпне обладнання, комплектуються гідроциліндрами різних форм та видів. У сьогоденних реаліях при поломці гідросистеми в цілому або гідроциліндра робота сільгосптехніки повністю зупиняється.

Для якісної та безперервної експлуатації сільгосптехніки необхідно проводити своєчасне технічне обслуговування та заміну зношених деталей гід-

					MI 131.00.1/Б 102/с 025 00-ПЗ	Арк.
						13
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

росистеми. Гідроциліндри з часом набувають вироблення через пил та гаряче середовище експлуатації.

Найбільш схильні до зносу вузли гідросистеми сільгосп. машин:

- Гідроциліндр.
-



Рис.1.2. Гідроциліндр ЦС 90*30*200 для сільгосптехніки [2]

- Гідронасос.



Рис.1.3. Гідронасос для трактора John Deere AZ36555 [2]

					MI 131.00.1/Б 102/с 025 00-ПЗ	Арк.
						14
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

- Гідророзподільник.



Рис.1.4. Гідророзподільник 5MRS100 LS.CL(001)(101) (ХТЗ-17221) [2]

- Рукави високого тиску (РВД).



Рис.1.5. Рукави високого тиску для для сільгосптехніки [2]

1.2. Службове призначення та аналіз конструкції основної деталі

«Поршень гідроциліндра»

Поршень гідроциліндра є ключовим елементом об'ємного гідроприводу, що виконує перетворення енергії тиску робочої рідини (гідравлічного масла) в механічну поступальну силу. Його основне призначення полягає в розподілі робочого простору гідроциліндра на дві камери та передачі зусилля від тиску рідини на шток або корпус.

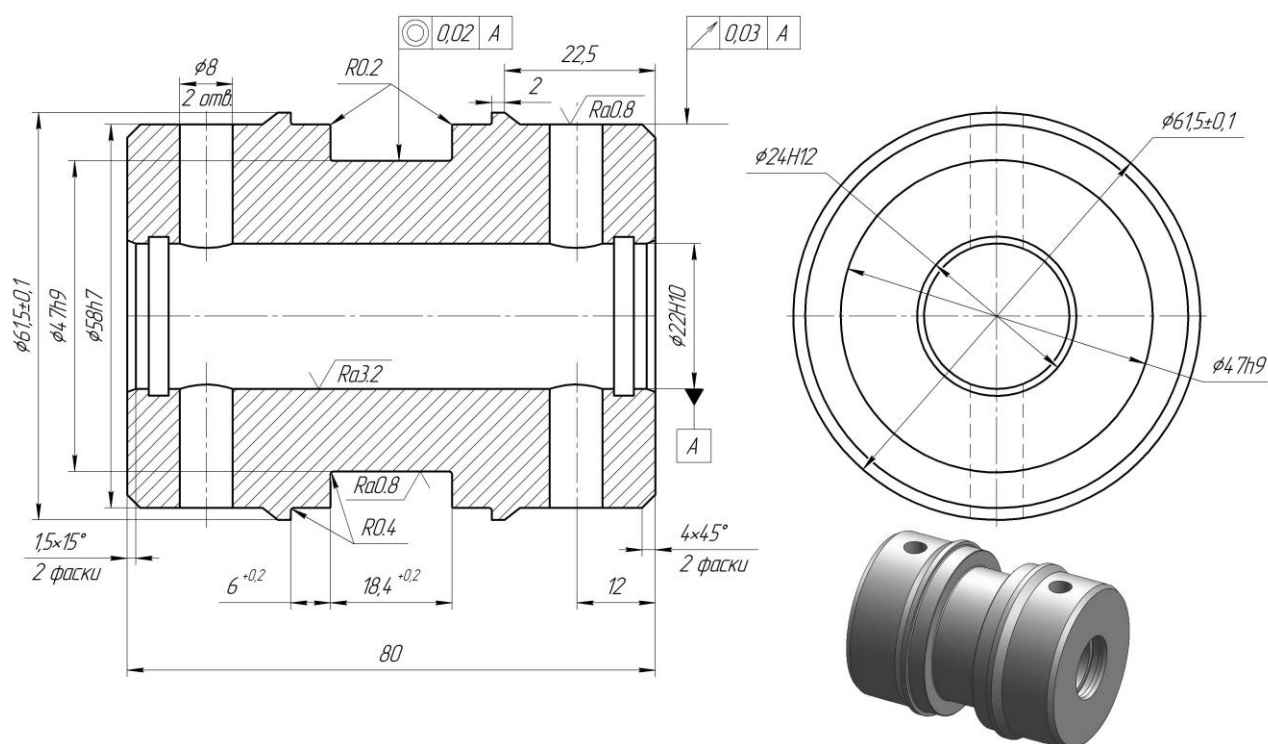


Рис.1.5. Поршень гідроциліндра

У сільськогосподарській техніці, такий поршень може використовуватися в:

- гідроциліндрах підйому плуга (на тракторах типу МТЗ),
- гідроциліндрах керування жатками зернозбиральних комбайнів (типу Нива, Дон-1500),
- гідроциліндрах опускання/підйому кузова причепів (типу 2ПТС-4 або 2ПТС-6).

					MI 131.00.1/Б 102/с 025 00-ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		16

Його функціональність полягає у забезпеченні двосторонньої дії: коли тиск подається по черзі в обидві камери, що дозволяє точно та ефективно керувати робочими органами машини.

Аналіз конструкції поршня гідроциліндра

На основі креслення та 3D-моделі поршня гідроциліндра (рис.1.5) маємо такі особливості:

1. Геометричні характеристики:

- Загальна довжина – 80 мм.
- Зовнішній діаметр – $\varnothing 61,5 \pm 0,1$ мм.
- Внутрішній різьбовий отвір – $\varnothing 24$ H12 для з'єднання зі штоком.
- Отвори $\varnothing 8$ мм для зливу повітря або кріплення ущільнень (2 шт.)

2. Основні конструктивні елементи:

- Дві ущільнювальні проточки під гумові кільця або манжети - забезпечують герметизацію між камерами гідроциліндра.
- Центральний отвір з різьбленням – для з'єднання зі штоком гідроциліндра.
- Бічні фаски та радіуси – зменшують концентрацію напружень і сприяють кращій збірці.
- Отвори з обох боків $\varnothing 8$ мм – можуть слугувати для фіксації або як направляючі для ущільнень.

3. Вимоги до якості обробки:

- Шорсткість поверхні ($Ra\ 0,8 - 6,3$) вказує на необхідність високоточного шліфування та чистової обробки.
- Вказані допуски (H12, H14, h14) – свідчать про потребу в прецизійності під час збирання, особливо в умовах високого тиску.

4. Матеріал виготовлення:

- Сталь 45 за ДСТУ 7809:2015 – конструкційна вуглецева сталь, що має достатню міцність і оброблюваність для динамічних навантажень.

					MI 131.00.1/Б 102/с 025 00-ПЗ	Арк.
						17
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

На основі форми, розмірів і особливостей ущільнень даний поршень (рис.1.5) призначений для гідроциліндра кермового управління (рис.1.6), що використовується у тракторних (наприклад, МТЗ-80/82, ЮМЗ, Нива, 2ПТС-4/6) або гідросистемах керування робочими органами сільськогосподарської техніки (комбайни, навантажувачі та іш.).

Цей тип гідроциліндра забезпечує передачу значних навантажень на робочі органи (до 16 МПа) і широко застосовується для керування плугами, культиваторами, сівалками.



Рис.1.6. Гідроциліндр кермового управління

1.3. Аналіз технологічності конструкції деталі «Поршень гідроциліндра»

Поршень гідроциліндра (рис.1.5) є симетричною тілом обертання, виготовленим зі сталі 45 за ДСТУ 7809:2015. Деталь має отвори, канавки під ущільнення, фаски, різьбовий отвір, а також високі вимоги до шорсткості та посадок. В таблиці 1.1 представлено якісну характеристику технологічності деталі «Поршень гідроциліндра».

					МІ 131.00.1/Б 102/с 025 00-ПЗ	Арк.
						18
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Таблиця 1.1

Якісна характеристика технологічності

Ознака	Оцінка технологічності
Форма деталі	Деталь є обертально-симетричною (тіло обертання), що полегшує механічну обробку на токарних верстатах.
Конструкція	Простота геометрії (циліндрична форма, фаски, канавки) сприяє ефективному використанню стандартного ріжучого інструменту.
Базування	Наявність циліндричних поверхонь дозволяє чітко базування на токарних і шліфувальних операціях.
Оброблюваність матеріалу	Сталь 45 добре обробляється, але потребує точного дотримання режимів обробки (через високу твердість після термообробки).
Вимоги до шорсткості	Зазначені значення Ra 0.8, Ra 3.2, Ra 6.3 — потребують точного дотримання режимів різання, полірування або шліфування.
Стандартизованість елементів	Посадки отворів і валів виконані згідно з системою допусків (H12, H14, h14 тощо), що відповідає стандартам та забезпечує сумісність з іншими елементами.
Симетричність	Деталь симетрична по осі, що дозволяє застосовувати метод подвійного базування та оптимізувати обертання при обробці.
Уніфікація	Деталь типова для гідроциліндрів - може серійно виготовлятися на потокових лініях з повторюваністю.

Таблиця 1.2

Кількісна характеристика технологічності

Найменування конструктивного елементу деталі (КЕД)	Показники кількісного виду оцінки технологічності деталі							
	КЕД виконаний по якості точності				КЕД, які мають параметр шорсткості			
	7	9	12	14	1,25	2,5	5	10
Зовнішні циліндричні поверхні	3			3	3			2
Торці			2	4		2		4
Канавки	1			3				3
Шліци								

$$A_{cp} = \frac{6 \cdot 3 + 9 \cdot 1 + 12 \cdot 3 + 14 \cdot 10}{17} = 11,92$$

$$K_{Tq} = 1 - \frac{1}{11,92} = 0,91 > 0,8$$

Висновок : по коефіцієнту точності деталь технологічна.

					MI 131.00.1/Б 102/с 025 00-ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		19

По коефіцієнту шорсткості:

$$K_{ш} = \frac{1}{B_{cp}} < 0,32$$

де: B_{cp} – середня шорсткість в параметрах Ra.

$$B_{cp} = \frac{1,25 \cdot 3 + 2,5 \cdot 3 + 5 \cdot 1 + 10 \cdot 9}{16} = 6,64$$

$$K_{ш} = \frac{1}{6,64} = 0,15 < 0,32$$

Висновок: по коефіцієнту шорсткості деталь технологічна.

Висновок про технологічність. Конструкція деталі «Поршень гідроциліндра» є високотехнологічною завдяки:

- симетричній геометрії;
- стандартним посадкам і допускам;
- використанню конструкційно-придатного матеріалу (Сталь 45);
- допустимому рівню шорсткості, який можна досягти стандартними методами механічної обробки.

1.4. Визначення програми випуску деталей та типу виробництва

Для визначення типу виробництва необхідно знати кількість виготовлюваних поршнів протягом року. Припустимо, на основі технічного завдання або плану виробництва:

$$N = 10000 \text{ шт/рік.}$$

Визначаємо технологічну партію запуску деталей:

$$n = \frac{N \cdot t}{\Phi} = \frac{10000 \cdot 6}{261} = 230 \text{ шт.}$$

де N – річна програма випуску деталей, $N = 10000$ шт/рік.

t – кількість днів пролежування деталей в цеху (приймаємо $t = 6$).

Φ – кількість робочих днів в році (при 2-х днях відпочинку в тиждень і тривалості робочої зміни 8 годин, $\Phi = 261$).

					MI 131.00.1/Б 102/с 025 00-ПЗ	Арк.
						20
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

n – кількість деталей в технологічній партії.

Приймаємо $n = 150$ штук.

Визначаємо кількість партій, які запускаються за рік за формулою:

$$K = \frac{N}{n} = \frac{10000}{230} = 45 \text{ шт.}$$

Серійне виробництво поршнів доцільно організувати:

- з використанням універсальних та спеціалізованих верстатів (токарно-гвинторізні, фрезерні, шліфувальні);
- із застосуванням універсально-налаштовуваних пристроїв, що забезпечують змінюваність при переналагодженні на інші типорозміри.

Висновки до 1 розділу

У першому розділі було розглянуто ключові аспекти, пов'язані з виробництвом гідроциліндрів та їх основних конструктивних елементів.

У процесі дослідження було встановлено, що поршень є головною деталлю гідроциліндра кермового управління. Його конструкція передбачає симетричну геометрію з посадочними отворами, ущільнювальними канавками та різбовими елементами, що забезпечує високу герметичність та надійність у роботі.

Проведений аналіз технологічності конструкції показав, що деталь є придатною для виготовлення у промислових умовах завдяки своїй простій формі, стандартним допускам і нормованій шорсткості поверхонь. Обробка може бути здійснена за допомогою токарних, фрезерних і шліфувальних операцій із застосуванням універсального устаткування.

Встановлено, що за умови річного випуску 10000 шт. та повторюваного характеру виробництва тип виробництва визначається як серійне. Це дозволяє раціонально організувати технологічний процес із використанням спеціалізованих пристосувань і забезпечити високу якість виготовлення при відносно низьких витратах на одиницю продукції.

					MI 131.00.1/Б 102/с 025 00-ПЗ	Арк.
						21
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

2. ТЕХНОЛОГІЧНИЙ РОЗДІЛ

2.1. Вибір конструкції заготовки та способу її виготовлення

На основі креслення деталі «Поршень гідроциліндра», що представлено на рис.1.5 можна зробити такі висновки:

- Деталь має форму тіла обертання з нескладним профілем.
- Основні ділянки містять посадочні місця з високою точністю (наприклад, $\varnothing 24H12$, $\varnothing 47h9$).
- Присутні отвори, фаски, уступи, проточки, канавки.
- Є два отвори (для кріплення).
- Поверхні з вимогами до шорсткості ($Ra\ 0.8$, $Ra\ 3.2$), що свідчить про чистове оброблення.
- Матеріал: сталь 45 ДСТУ 7809:2015 - середньовуглецева конструкційна сталь, добре обробляється різанням.

Таблиця 2.1

Спосіб виготовлення заготовки

Варіант	Пояснення
Гарячекатаний пруток	Доступний, дешевий, підходить для подальшого точіння.
Кування	Забезпечує покращену структуру металу, але дорожче; доцільно при великій серії.
Лиття	Не рекомендовано - надлишкова точність форми, відсутність порожнин.

Оскільки форма поршня гідроциліндра не має складної конфігурації то оптимальним рішенням буде використати для його виготовлення круг діаметром 65 мм. Довжина заготовки становить 85 мм (рис.2.1).

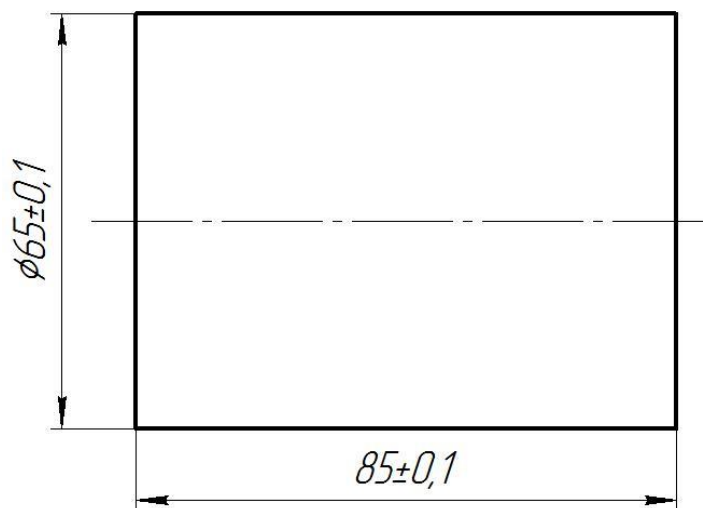


Рис.2.1. Заготовка деталі (круглий прокат)

Для оцінки якості процесу виготовлення деталі «Поршень гідроциліндра» використовується коефіцієнт використання матеріалу, що можна обчислити за такою формулою:

$$K_M = M_d / M_z,$$

де:

M_d та M_z - маса деталі та заготовки відповідно, кг.

Маса деталі та заготовки розраховується за наступними формулами:

$$M = V \cdot \rho,$$

де V - об'єм деталі або заготовки, m^3 ;

ρ - густина матеріалу, $kg \cdot m^3$.

Масу деталі визначено у програмі SolidWorks виходячи з її 3D моделі та задавши відповідний матеріал, в нашому випадку - це Сталь 45. Об'єм заготовки визначено виходячи з габаритних розмірів деталі та стандартних розмірів металопрокату, а саме діаметр становить 65 мм, а довжина поршня - 85 мм.

Маса заготовки деталі «Поршень гідроциліндра» становить - 1,8 кг.

$$K_M = M_d / M_z = 1,25 / 1,81 = 0,56.$$

Для виготовлення поршня гідроциліндра доцільно застосувати суцільну заготовку у вигляді гарячекатаного круглого прутка зі сталі 45. Такий вибір забезпечує економічність, достатню точність, простоту обробки й відповідає конструкції деталі без надмірної складності.

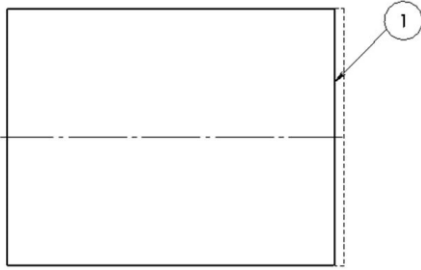
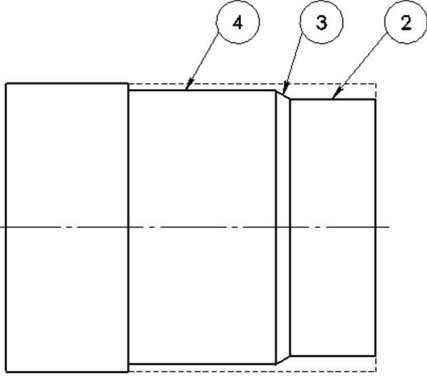
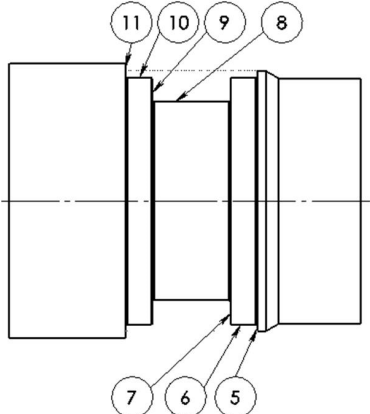
					MI 131.00.1/Б 102/с 025 00-ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		23

2.2. Розробка технологічного маршруту виготовлення деталі

Потрібно розробити послідовність технологічних операцій, що забезпечують точність, шорсткість і геометрію поверхонь деталі згідно з кресленням.

Таблиця 2.2

Розробка технологічного маршруту виготовлення деталі

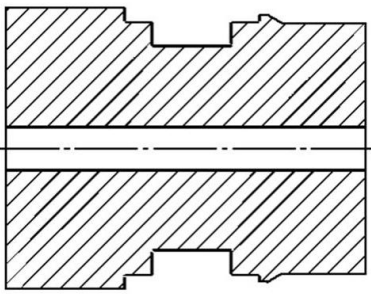
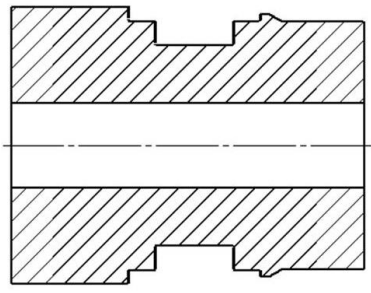
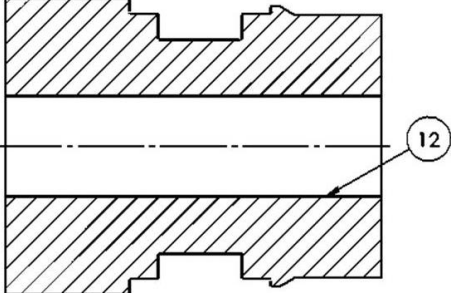
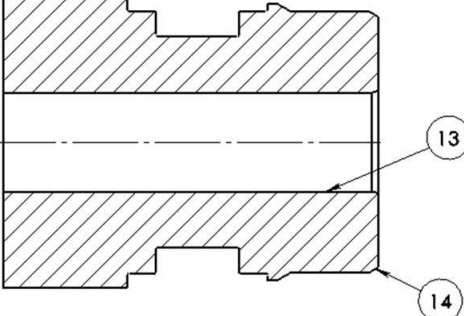
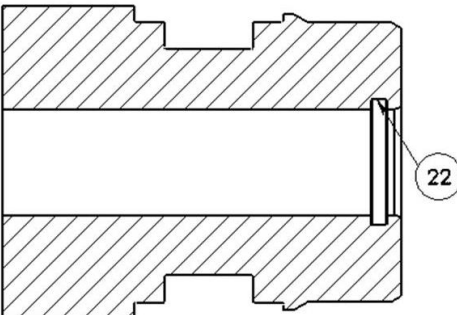
№	Найменування операцій і переходів	Ескіз	Обладнання
1	2	3	4
005	Заготівельна 1. Відрізання заготовки		-
010	Токарна з ЧПК 1. Підрізати торець деталі поверхні 1		Токарно-гвинторізний верстат 16K20Ф3
015	Токарна з ЧПК 1. Проточити поверхні 2, 3, 4		Токарно-гвинторізний верстат 16K20Ф3
020	Токарна з ЧПК 1. Проточити канавку під ущільнення на поверхнях 8-11		Токарно-гвинторізний верстат 16K20Ф3

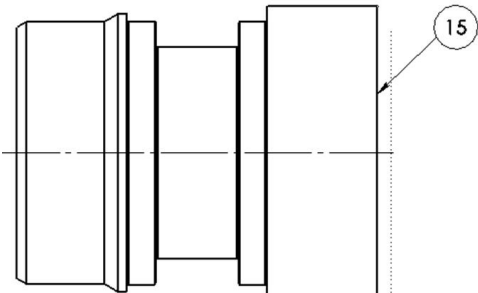
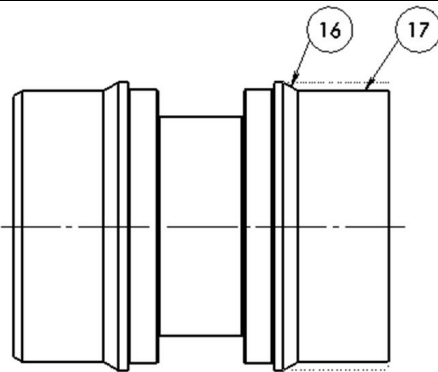
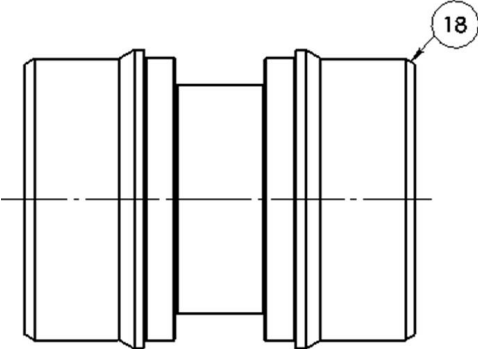
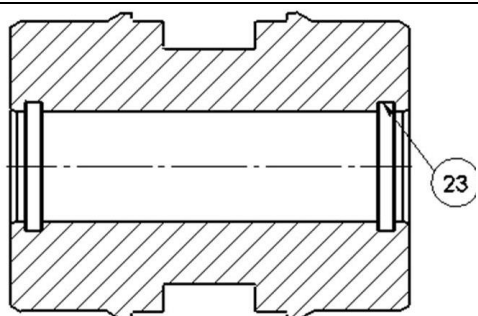
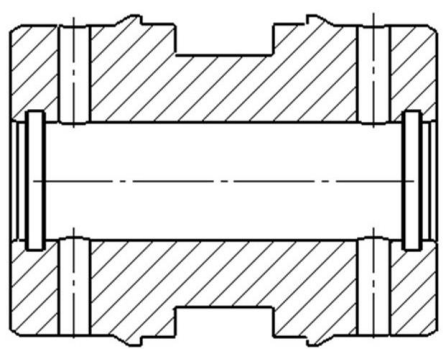
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата

МІ 131.00.1/Б 102/с 025 00-ПЗ

Арк.

24

1	2	3	4
025	Токарна з ЧПК 1. Просвердлити наскрізний отвір діаметром $\varnothing 10$ мм		Токарно-гвинторізний верстат 16K20Ф3
030	Токарна з ЧПК 1. Розсвердлити отвір діаметром $\varnothing 20$ мм		Токарно-гвинторізний верстат 16K20Ф3
035	Токарна з ЧПК 1. Розточити отвір діаметром $\varnothing 22$ мм, поверхня 12		Токарно-гвинторізний верстат 16K20Ф3
040	Токарна з ЧПК 1. Точити дві фаски на поверхнях 13 і 14		Токарно-гвинторізний верстат 16K20Ф3
045	Токарна з ЧПК 1. Проточити канавку під o-ring з права		Токарно-гвинторізний верстат 16K20Ф3

1	2	3	4
050	Токарна з ЧПК 1. Перевстановити заготовку та підрізати торець поверхні 15		Токарно-гвинторізний верстат 16K20Ф3
055	Токарна з ЧПК 1. Проточити поверхні 16 та 17		Токарно-гвинторізний верстат 16K20Ф3
060	Токарна з ЧПК 1. Точити дві фаски на поверхнях 18 і 19		Токарно-гвинторізний верстат 16K20Ф3
065	Токарна з ЧПК 1. Проточити канавку під o-ring з ліва		Токарно-гвинторізний верстат 16K20Ф3
070	Вертикально-свердлильна ЧПК 1. Центрувати під два отвори $\varnothing 8$ мм. 2. Свердлити 2 отв. $\varnothing 5$ мм на прохід 3. Розсвердлити 2 отв. $\varnothing 5$ на $\varnothing 8$ мм на прохід		Вертикально-свердлильний верстат 2C150ПМФ4

1	2	3	4
075	Круглошліфувальна 1. Шліфування поверхні $\varnothing 58h8$ з права	-	Круглошліфувальний верстат Bernardo URS500N
080	Круглошліфувальна 1. Шліфування поверхні $\varnothing 58h8$ з ліва	-	Круглошліфувальний верстат Bernardo URS500N
085	Контрольна 1. Провести технічний контроль готової деталі		Контрольно-вимірювальний інструмент та обладнання

Технологічний маршрут виготовлення деталі «Поршень гідроциліндра» передбачає обробку на токарних, свердлильних та шліфувальних верстатах із застосуванням точного різального інструменту та дотриманням високих вимог до розмірів і шорсткості. У разі великосерійного виробництва можуть бути застосовані автоматизовані лінії та ЧПК.

2.3. Розрахунок загальних та міжопераційних припусків на обробку поверхонь деталі

Визначення проміжних припусків, допусків на розмір та розмірів вихідної заготовки будемо проводити аналітичним способом. Так як деталь будемо отримувати із круглого прокату, то розрахунок будемо вести за найбільшої ступінню.

$$\varnothing 61,5 \pm 0,1.$$

Вся обробка виконується при встановленні в 3-х кулачковому патроні.

					MI 131.00.1/Б 102/с 025 00-ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		27

Заносимо маршрут обробки в графу 1, табл.2.3. Дані для заповнення граф 2, 3 для заготовки з прокату беремо з довідкових даних [5] а для механічної обробки згідно [6]. Дані графи 8 для заготовки взяті з довідкових джерел, а для механічної обробки згідно [7].

Розрахунок похибок розташування поверхонь:

Сумарні відхилення розташування заготовки з прокату при обробці в центрах визначаємо за формулою [8]:

Таблиця 2.3

Результати розрахунку проміжних припусків

Маршрут обробки	Елементи припуску, мкм				Розрахунковий		Допуск на проміжні розміри, мкм	Прийняті (округлені) розміри заготовки по переходах, мм		Граничний припуск, мкм	
	R_z	h	Δ_Σ	ε_y	Припуск Z_i , мкм	Мінімальний розмір, мм		Max	Min	$Z_{\max}$	$Z_{\min}$
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Заготовка - прокат	150	250	500	0	-	65,55	2000	64,55	48,23		
Точіння:											
чорнове	60	60	30	0	620	61,9	390	62,2	61,91	-	-
чистове	30	30	1,2	0	300	64,6	160	61,76	61,61		
Шліфування:											
попереднє	10	20	0	0	122	45,987	62	61,54	61,499	-	-
остаточне	0,4	5	0	0	12	45,975	16	61,49	61,498		

$$\Delta_\Sigma = \sqrt{\Delta_{\Sigma k}^2 + \Delta_u^2},$$

де $\Delta_{\Sigma k}$ - загальне відхилення вісі від прямолінійності;

Δ_y - зміщення осі заготовки через похибки центрування.

$\Delta_{\Sigma k}$ визначаємо за формулою [7]:

$$\Delta_{\Sigma k} = \Delta_k \cdot l_k,$$

де l_k - віддаль від перетину, для якого визначається кривизна, до найближчого зовнішнього торця; $l_k = 85 \text{ мм}$.

Δ_k - питома кривизна в мкм на 1 мм довжини (у маршруті передбачена правка заготовки на пресі, після якої $\Delta_k = 0,12 \text{ мкм/мм}$ ([8], с.180, табл.4).

Тоді:

$$\Delta_{\Sigma k} = \Delta_k \cdot l_k = 0,12 \cdot 85 \approx 10 \text{ мкм.}$$

Δ_y визначаємо за формулою ([8], с.178):

$$\Delta_y = 0,25 \cdot \sqrt{T^2 + 1},$$

де T – допуск на діаметральний розмір бази заготовки, що використовувалась при центруванні, мм. $T = 1,8 \text{ мм}$ згідно ([10], с.245, табл.47).

Тоді:

$$\Delta_y = 0,25 \cdot \sqrt{T^2 + 1} = 0,25 \cdot \sqrt{1,8^2 + 1} = 0,5 \text{ мм.}$$

Тоді:

$$\Delta_{\Sigma} = \sqrt{\Delta_{\Sigma k}^2 + \Delta_y^2} = \sqrt{31^2 + 500^2} \approx 500 \text{ мкм.}$$

Розмір залишкових просторових відхилень визначають за рівнянням:

$$\Delta_r = K_y \cdot \Delta_{\Sigma},$$

де K_y - коефіцієнт уточнення; ([8], с.190, табл.29).

$K_y = 0,06$ для чорнового обточування;

$K_y = 0,04$ для чистового обточування;

$K_y = 0,03$ для чорнового шліфування;

$K_y = 0,02$ для чистового шліфування.

					MI 131.00.1/Б 102/с 025 00-ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		29

Чорнове обточування:

$$\Delta_r = 0,06 \cdot 500 = 30 \text{ мкм.}$$

Чистове обточування:

$$\Delta_r = 0,04 \cdot 30 = 1,2 \text{ мкм.}$$

Після чорнового та чистового шліфування розмір Δ_r приймаємо рівним 0 мкм.

Розрахункові значення припусків заносимо у графу 4 табл.2.3.

Похибка встановлення на заготовку:

$$\varepsilon_{вст} = \sqrt{\varepsilon_{\delta}^2 + \varepsilon_{зк}^2},$$

де ε_{δ} - похибка базування, мкм;

$\varepsilon_{зк}$ - похибка закріплення заготовки, мкм.

ε_{δ} приймаємо рівною нулю, оскільки в нашому випадку технологічна та вимірювальна бази суміщені.

При базуванні в центрах похибка встановлення в радіальному напрямі

$$\varepsilon_{вст} = 0,25\delta_z,$$

де δ_z – допуск на діаметральний розмір заготовки, мм.

$$\varepsilon_y = 0,25 \cdot 1800 = 450 \text{ мкм}$$

Розрахунок мінімальних припусків на діаметральні розміри для кожного переходу проводиться згідно [7]:

$$2 \cdot Z_{\min} = 2 \cdot (Rz + T + \sqrt{\Delta_{\Sigma} + \varepsilon_y})$$

Чорнове обточування:

$$2 \cdot Z_{\min} = 2 \cdot (150 + 250 + \sqrt{500^2 + 0^2}) = 1800 \text{ мкм.}$$

Чистове обточування:

$$2 \cdot Z_{\min} = 2 \cdot (60 + 60 + \sqrt{30^2 + 0^2}) = 300 \text{ мкм.}$$

Чорнове шліфування:

$$2 \cdot Z_{\min} = 2 \cdot (30 + 30 + \sqrt{1,2^2 + 0}) = 122 \text{ мкм.}$$

Чистове шліфування:

$$2 \cdot Z_{\min} = 2 \cdot (0,4 + 5 + \sqrt{0 + 0}) = 12 \text{ мкм.}$$

					МІ 131.00.1/Б 102/с 025 00-ПЗ	Арк.
						30
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Розрахункові значення припусків по технологічних переходах заносимо до графи 6 табл. 2.3.

Розрахунок найменших розмірів по технологічних переходах починаємо з най меншого розміру деталі згідно робочого креслення і робимо за залежністю:

$$d_{i+1} = d_i + Z_{i \min}$$

Чорнове шліфування:

$$61,495 + 0,012 = 61,498 \text{ мм};$$

Чистове обточування:

$$61,987 + 0,122 = 61,609 \text{ мм};$$

Чорнове обточування:

$$61,609 + 0,300 = 61,909 \text{ мм};$$

Заготовка:

$$61,930 + 0,620 = 62,550 \text{ мм}.$$

Найменші розрахункові розміри заносимо в графу 7 табл.2.3. Найменші граничні розміри (округлені) заносимо в графу 10 табл.2.3.

Розрахунок найбільших граничних розмірів по переходах робимо за залежністю:

$$d_{i \max} = d_{i \min} + Td_i$$

Чорнове шліфування:

$$61,475 + 0,016 = 61,491 \text{ мм};$$

Чистове обточування:

$$61,4987 + 0,062 = 61,54 \text{ мм};$$

Чорнове обточування:

$$61,109 + 0,160 = 61,726 \text{ мм};$$

Заготовка:

$$61,409 + 0,390 = 61,103 \text{ мм}.$$

$$61,5 + 3,5 = 65,0 \text{ мм}.$$

За максимальними розмірами заготовки вибираємо діаметр прокату по ДСТУ 2590:2006. Діаметр прокату 65 мм.

					MI 131.00.1/Б 102/с 025 00-ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		31

2.4. Розробка та обґрунтування технологічних операцій технологічного процесу

Операція 070 Вертикально-свердлильна з ЧПК

Дана операція характеризується тим, що заготовка, перш ніж потрапити на дану операцію пройшла відрізання, потім всі токарні операції та перевірку розмірів. У нас буде вестись обробка одночасно 2 деталей.

Зміст даної операції:

1. Центрувати під два отвори $\varnothing 8$ мм.
2. Свердли 2 отв. $\varnothing 5$ мм на прохід.
3. Розсвердли 2 отв. $\varnothing 5$ на $\varnothing 8$ мм на прохід.

Верстат, який буде використовуватися на даній операції - Вертикально-свердлильний верстат моделі 2С150ПМФ4.

Різальний інструмент – центровальне свердло ДСТУ 1495-98; свердло спіральне $\varnothing 5$, $\varnothing 8$ мм ДСТУ 10902-97.

Пристосування – Спеціальний верстатний пристрій, де буде встановлено одночасно 2 деталі.

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

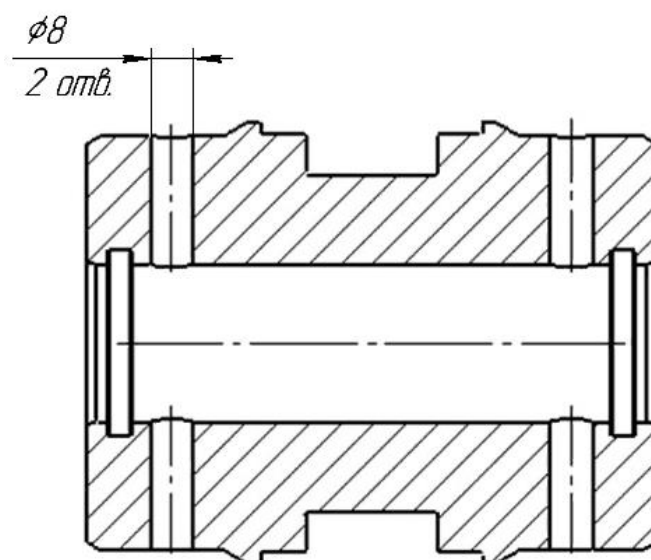


Рис.2.2. Ескіз деталі після виконання операції 070

					MI 131.00.1/Б 102/с 025 00-ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		32

2.5. Вибір технологічного обладнання

Щоб вибрати технологічне обладнання для виготовлення деталі «Поршень гідроциліндра» відповідно до поданої послідовності операцій, слід враховувати тип операцій, оброблювані поверхні, точність, тип заготовки та тип виробництва. Виходячи з цього, вибираємо обладнання, де у нас буде задіяно лише 3 металообробних верстати:

1. Токарно-гвинторізний верстат моделі 16K20Ф3.
2. Вертикально-свердлильний верстат моделі 2С150ПМФ4.
3. Круглошліфувальний верстат моделі Bernardo URS500N.

Нижче представимо технічні характеристики кожного з вибраних верстатів.

Таблиця 2.4

Характеристики токарно-гвинторізного верстата 16K20Ф3

Параметр	Значення
Тип верстата	Токарно-гвинторізний з ЧПК
Діаметр над станиною	400 мм
Діаметр над супортом	220 мм
Максимальна довжина обробки	1000 мм
Висота центрів	220 мм
Максимальний діаметр заготовки у патроні	200 мм
Внутрішній діаметр шпинделя	52 мм
Швидкість обертання шпинделя	10–2000 об/хв
Потужність головного електродвигуна	11 кВт
Кількість координат керування	2 (X, Z)
Система керування	ЧПУ типу Ф3 (Fanuc, Siemens або вітчизняна)
Точність позиціонування	0,01 мм
Габарити	2850 × 1670 × 1650 мм
Маса	~3000 кг



Рис.2.3. Токарно-гвинторізний верстат моделі 16K20Ф3

Таблиця 2.5

Характеристики вертикально-свердлильного верстата 2С150ПМФ4

Параметр	Значення
Тип верстата	Вертикально-свердлильний з ЧПК
Максимальний діаметр свердління в сталі	50 мм
Максимальний діаметр свердління в чавуні	60 мм
Відстань від осі шпинделя до колони	375 мм
Виліт шпинделя	500 мм
Хід шпинделя	250 мм
Конус шпинделя	Морзе №5
Частота обертання шпинделя	31,5–1600 об/хв (ступінчасто)
Подача шпинделя	Автоматична, з регулюванням
Потужність головного приводу	4 кВт
Робочий стіл (розміри)	800 × 630 мм
Габарити	1600 × 1000 × 2500 мм
Маса	~1800 кг



Рис.2.4. Вертикально-свердильний верстат моделі 2C150ПМФ4

Таблиця 2.6

Характеристики круглошліфувального верстата Bernardo URS500N

Параметр	Значення
Тип верстата	Універсальний круглошліфувальний верстат
Максимальна довжина шліфування	500 мм
Максимальний діаметр заготовки	200 мм
Максимальна маса заготовки між центрами	60 кг
Діаметр шліфувального круга	Ø350 мм
Ширина шліфувального круга	40 мм
Отвір круга	Ø127 мм
Швидкість обертання круга	2800 об/хв
Потужність двигуна шліфкруга	3,0 кВт
Хід поперечної подачі (ручної)	185 мм
Хід поздовжньої подачі	500 мм
Швидкість поздовжньої подачі	0,1 – 4 м/хв (регулюється)
Швидкість обертання шпинделя деталі (центри)	30 – 250 об/хв
Конус центру	МК4 (Морзе №4)

1	2
Габарити (Д × Ш × В)	2050 × 1350 × 1700 мм
Маса нетто/брутто	~1350 / 1550 кг



Рис.2.5. Круглошліфувальний верстат Bernardo URS500N

2.6. Вибір засобів технологічного оснащення

Для забезпечення ефективного виконання всіх операцій з таблиці 2.2 (від заготовки до контролю) необхідно підібрати технологічне оснащення, яке включає: інструменти, пристрої, контрольно-вимірювальні засоби та допоміжне оснащення.

Таблиця 2.7

Заготівельна операція

Засіб	Конкретне оснащення
Пристрій для затиску	3-кулачковий патрон Ø85 мм
Установче оснащення	Центрувальні оправки або планшайба (для складних корпусних заготовок)

Таблиця 2.8

Точіння, торцювання, проточування

Операції	Засіб	Оснащення
Торцювання (опер. 2, 10)	Різець торцевий	з твердосплавною пластиною Т15К6 або аналог
Проточування циліндричних поверхонь (опер. 3, 11)	Прохідний різець	з заданим кутом $\gamma \approx 10^\circ$, $b = 20$ мм
Нарізання канавок (опер. 4, 9, 13)	Канавковий різець	з шириною ріжучої частини 4 мм
Зняття фасок (опер. 8, 12)	Фасковий різець	з кутом 45°

Таблиця 2.9

Свердління, розсвердлювання, розточування

Операції	Засіб	Оснащення
Свердління (опер. 5, 6, 14, 15)	Спіральне свердло	Ø6 мм, Ø8 мм, Ø10 мм, Ø20 мм (ДСТУ 10902-97)
Розточування отвору (опер. 7)	Розточувальний різець	Ø20,02 мм з мікроподачею
Центрування (опер. 14)	Центрувальне свердло	Ø2–3 мм, кут 60°

Таблиця 2.10

Контрольно-вимірювальні інструменти

Контрольована характеристика	Засіб
Зовнішні діаметри (Ø65, Ø80 тощо)	Мікрометр або штангенциркуль 0–100 мм
Внутрішній отвір (Ø22,02)	Нутромір з ціною поділки 0,01 мм
Ширина канавок	Шаблон або глибиномір
Відхилення форми	Індикатор годинникового типу на магнітній підставці
Загальний контроль	Креслення + повірочні калібри або калібри-пробки

Таблиця 2.11

					MI 131.00.1/Б 102/с 025 00-ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		37

Переналадка та допоміжне оснащення

Призначення	Оснащення
Перевстановлення заготовки (опер. 10)	Зворотні кулачки, цанговий патрон або планшайба
Зміна інструменту	Швидкозмінні державки, револьверна головка (на ЧПК)
Подача СОЖ	Насосна система для охолодження та змиву стружки



Рис.2.5. Трьохкулачковий патрон



Рис.2.6. Чотирьохкулачковий патрон

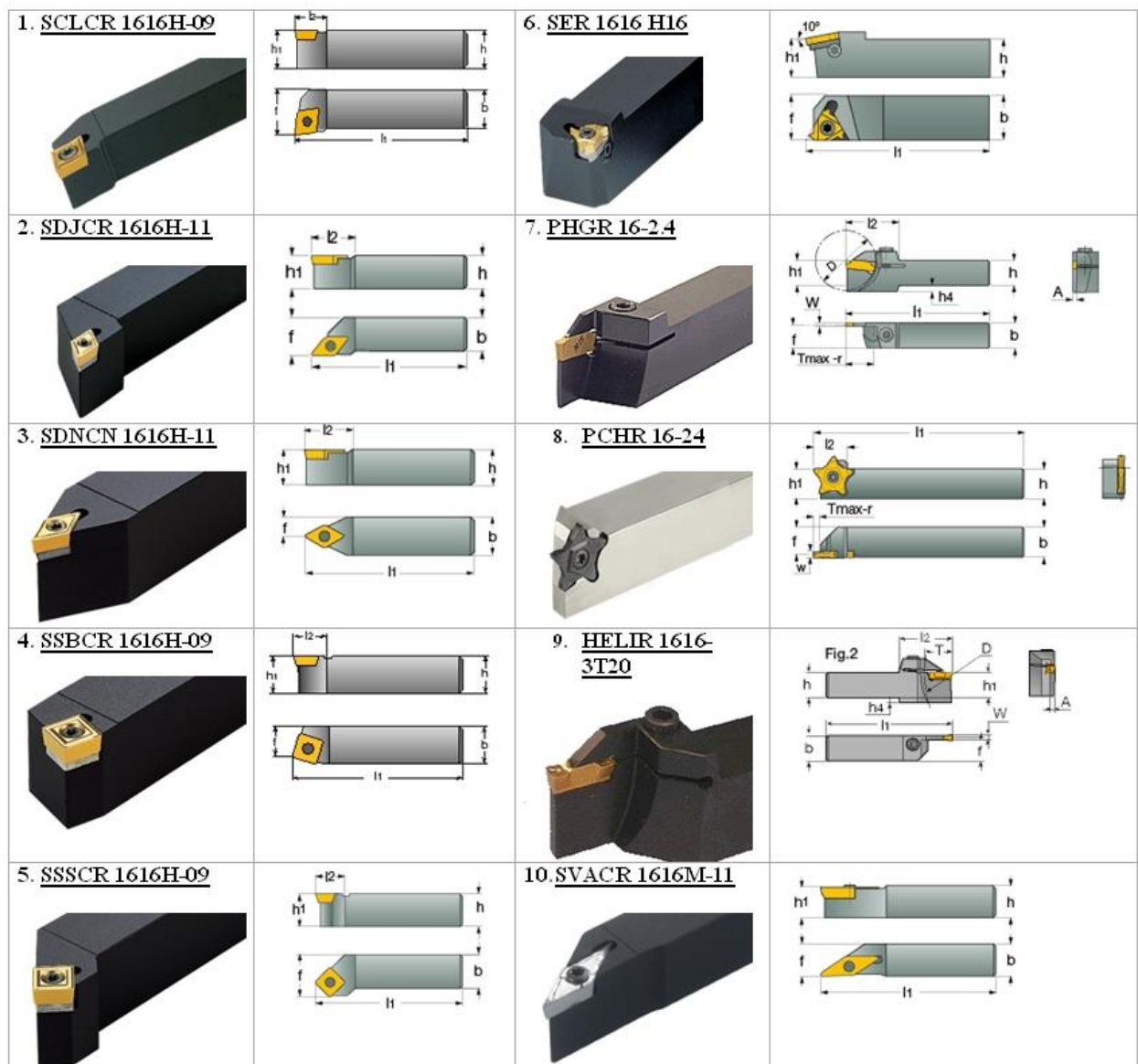


Рис.2.7. Різальний інструмент для обробки поршнів

2.7. Розрахунок режимів різання

Операція 015 Токарна з ЧПК

Розрахуємо аналогічно режими різання на чорнову токарну обробку циліндричної поверхні вала діаметром. Зміст операції:

1. Проточити поверхні 2, 3, 4.

Різальний інструмент – різець прохідний, Т15К6, 2101-0551 ДСТУ 18870-93.

Верстат – токарно-гвинторізний мод.16К20Ф3.

Допустима швидкість різання згідно з [1]:

$$v = \frac{C_v}{T^m \cdot t^x \cdot S_z^y} \cdot K_v = \frac{340}{60^{0,2} \cdot 1,5^{0,15} \cdot 0,5^{0,45}} \cdot 0,94 = 181 \text{ м / хв}$$

де $C_v=340$ – коефіцієнт, що характеризує матеріал заготовки і інструмента;

$t=1,5$ – глибина різання начорно, мм;

$T=60$ – стійкість інструмента, хв;

$S_{об}=0,5$ – подача, мм/об;

m, x, y – показники степені. [1, табл. 39];

$K_v=0,94$ – поправочний коефіцієнт:

Число обертів:

$$n = \frac{1000 \cdot v}{\pi \cdot D} = \frac{1000 \cdot 181}{3,14 \cdot 133} = 433 \text{ об / хв},$$

Приймаємо $n = 400 \text{ об / хв}$.

Тоді:

$$V = \frac{\pi \cdot d \cdot n}{1000} = \frac{3,14 \cdot 62,5 \cdot 400}{1000} = 167 \text{ м / хв};$$

Розрахуємо основний машинний час обробки за формулою:

$$T_o = \frac{L_{р.х}}{S_o \cdot n} = \frac{54}{0,5 \cdot 400} = 0,25 \text{ хв};$$

де $L_{р.х}$ - довжину робочого ходу супорту.

Аналогічно розрахуємо режими різання на підрізання торця:

$$V = 167 \text{ м / хв};$$

$$n = 400 \text{ об / хв}$$

$$T_o = \frac{L_{р.х}}{S_o \cdot n} = \frac{31}{0,5 \cdot 400} = 0,15 \text{ хв};$$

					МІ 131.00.1/Б 102/с 025 00-ПЗ	Арк.
						40
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

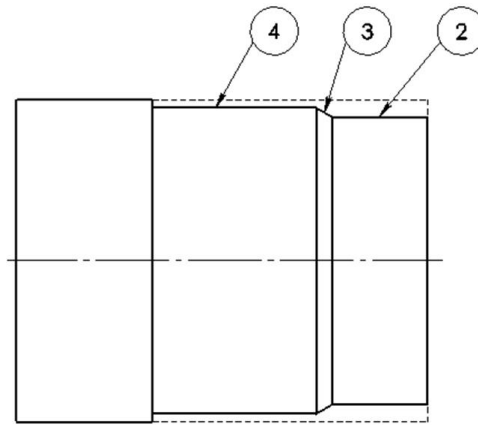


Рис.2.8. Ескіз заготовки після операції 015

Операція 055 Токорна з ЧПК

Розрахуємо режими різання на чистову токарну обробку циліндричних поверхонь вала. Зміст операції:

1. Проточити поверхні 16 та 17.

Різальний інструмент – різець прохідний, Т15К6, 2101-0551 ДСТУ 18870-93; 035-2126-1827 різець ДСТУ 2410-94.

Верстат – токарно-гвинторізний мод.16К20Ф3.

1. Вибираючи данні з маршруту обробки та табличних даних, визначаємо довжину робочого ходу супорту за формулою [3]:

$$L_{p.x} = L + l = 55 + 5 = 60 \text{ мм};$$

де L – довжина різання,

l - підвід, врізання та перебіг інструменту, мм;

Призначаємо величину подачі супорта на оберт шпинделя:

$$S_o = 0,5 \text{ мм/об};$$

Глибина різання:

$$t = 0,5 \text{ мм};$$

					MI 131.00.1/Б 102/с 025 00-ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		41

Визначаємо стійкість інструменту по нормативам:

$$T = 60xв;$$

Розрахуємо швидкість різання за формулою [КАРТА Т-4]:

$$V = V_{ТАБЛ} \cdot K_1 \cdot K_2 \cdot K_3 = 160 \cdot 0,75 \cdot 1,55 \cdot 0,8 = 149м / хв;$$

де $V_{ТАБЛ}$ – табличне значення швидкості;

K_1 – коефіцієнт, який залежить від матеріалу, що оброблюється;

K_2 – коефіцієнт, який залежить від стійкості та марки матеріалу ріжучою частини;

K_3 – коефіцієнт, який залежить від виду обробки;

Розрахуємо рекомендоване число обертів шпинделя станка за формулою :

$$n = \frac{1000 \cdot V}{\pi \cdot d} = \frac{1000 \cdot 149}{3,14 \cdot 132} = 359об / хв;$$

Обираємо найближче значення числа обертів верстату:

$$n = 315об / хв;$$

Уточнюємо швидкість різання по прийнятому значенню числа обертів шпинделя, за формулою:

$$V = \frac{\pi \cdot d \cdot n}{1000} = \frac{3,14 \cdot 61,7 \cdot 315}{1000} = 130м / хв;$$

Розрахуємо основний машиний час обробки за формулою:

$$T_{01} = \frac{L_{р.х}}{S_o \cdot n} = \frac{235}{0,5 \cdot 315} = 1,5хв;$$

2. Точіння канавки (операція 065).

Довжина робочого ходу супорту:

$$L_{р.х} = L + l = 0,5 + 1 = 1,5мм;$$

					MI 131.00.1/Б 102/с 025 00-ПЗ	Арк.
						42
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Призначаємо величину подачі супорта на оберт шпинделя:

$$S_o = 0,1\text{мм/об};$$

Глибина різання:

$$t = 0,5\text{мм};$$

Швидкість різання:

$$V = V_{ТАБЛ} \cdot K_1 \cdot K_2 \cdot K_3 = 77 \cdot 0,75 \cdot 1,25 \cdot 0,9 = 65\text{м/хв};$$

$$n = \frac{1000 \cdot V}{\pi \cdot d} = \frac{1000 \cdot 65}{3,14 \cdot 22,2} = 412\text{об/хв};$$

Приймаємо:

$$n = 400\text{об/хв};$$

Тоді швидкість різання:

$$V = \frac{\pi \cdot d \cdot n}{1000} = \frac{3,14 \cdot 22,2 \cdot 400}{1000} = 63\text{м/хв};$$

$$T_{O2} = \frac{L_{p.x}}{S_o \cdot n} = \frac{1,5}{0,1 \cdot 400} = 0,04\text{хв};$$

3. Зняття фасок

Довжина робочого ходу супорту:

$$L_{p.x} = L + l = 1,5 + 1 = 2,5\text{мм};$$

Призначаємо величину подачі супорта на оберт шпинделя:

$$S_o = 0,15\text{мм/об};$$

Глибина різання:

$$t = 1,5\text{мм};$$

Швидкість різання:

$$V = V_{ТАБЛ} \cdot K_1 \cdot K_2 \cdot K_3 = 27 \cdot 0,6 \cdot 1,15 \cdot 1 = 19\text{м/хв};$$

$$n = \frac{1000 \cdot V}{\pi \cdot d} = \frac{1000 \cdot 19}{3,14 \cdot 38,2} = 120\text{об/хв};$$

					MI 131.00.1/Б 102/с 025 00-ПЗ	Арк.
						43
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Приймаємо:

$$n = 1250 \text{ об/хв};$$

Тоді швидкість різання:

$$V = \frac{\pi \cdot d \cdot n}{1000} = \frac{3,14 \cdot 38,2 \cdot 125}{1000} = 20 \text{ м/хв};$$

$$T_{O3} = \frac{L_{P.X}}{S_o \cdot n} \cdot i = \frac{1,5}{0,15 \cdot 125} \cdot 3 = 0,24 \text{ хв};$$

Тоді основний час на операцію 025 становить:

$$T_O = \sum T_{oi} = T_{01} + T_{02} + T_{03} = 1,5 + 0,04 + 0,24 = 1,78 \text{ хв};$$

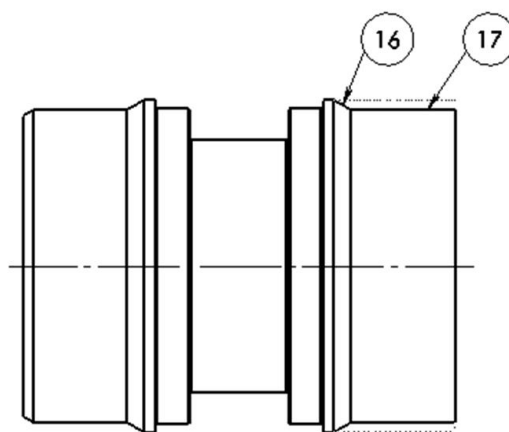


Рис.2.9. Ескіз заготовки після операції 055

Операція 075 Круглошліфувальна

Розрахуємо режими різання на шліфування циліндричних поверхонь вала діаметром $\varnothing 58 \text{ h}8$ з права.

Абразивний інструмент - Круг 1500x80x305 14А 16-П СТ К 35 м/с А 1кл ДСТУ 2424-93.

Верстат - Круглошліфувальний верстат Bernardo URS500N.

Припуск на шліфування - 0,144 мм.

					MI 131.00.1/Б 102/с 025 00-ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		44

Згідно технічній характеристиці шліфувального круга становить швидкість обертання $V_{KP} = 35 м / с$;

Тоді частота обертання круга:

$$n_{KP} = \frac{1000 \cdot 60 \cdot V_{KP}}{\pi \cdot D} = \frac{1000 \cdot 60 \cdot 35}{3,14 \cdot 500} = 1338 об / хв;$$

Швидкість обертання деталі:

$$V = 30...40 м / хв;$$

Приймаємо $V = 39 м / хв$;

Частота обертання деталі

$$n = \frac{1000 \cdot V}{\pi \cdot d} = \frac{1000 \cdot 39}{3,14 \cdot 58,1} = 250 об / хв;$$

Поперечна подача (хвилинна), згідно з [2, КАРТА Ш-1]:

$$S_{XB} = S_{ТАБЛ} \cdot K_1 \cdot K_2 \cdot K_3 = 1,4 \cdot 1 \cdot 0,5 \cdot 1 = 0,7 мм / хв;$$

де K_1 - коефіцієнт, що залежить від оброблюваного матеріалу та швидкості круга;

K_2 - коефіцієнт, що залежить від припуску та точності;

K_3 - коефіцієнт, що залежить від діаметра круга, кількості кругів та поверхні;

Час виходжування:

$$t_{вих} = 0,13 хв;$$

Основний час:

$$T_o = \left(\frac{1,3 \cdot a}{S_{XB}} + t_{вих} \right) \cdot i = \left(\frac{1,3 \cdot 0,144}{0,7} + 0,13 \right) \cdot 3 = 1,14 хв;$$

					MI 131.00.1/Б 102/с 025 00-ПЗ	Арк.
						45
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Операція 080 Круглошліфувальна

Розрахуємо режими різання на шліфування циліндричних поверхонь вала діаметром $\varnothing 58h8$ з ліва.

Абразивний інструмент - Круг 1500x80x305 14А 16-П СТ К 35 м/с А 1кл ДСТУ 2424-93.

Верстат - Круглошліфувальний верстат Bernardo URS500N.

Припуск на шліфування - 0,076 мм.

Згідно технічній характеристиці шліфувального круга становить швидкість обертання $V_{KP} = 35 \text{ м/с}$;

Тоді частота обертання круга:

$$n_{KP} = \frac{1000 \cdot 60 \cdot V_{KP}}{\pi \cdot D} = \frac{1000 \cdot 60 \cdot 35}{3,14 \cdot 500} = 1338 \text{ об/хв};$$

Швидкість обертання деталі:

$$V = 30 \dots 40 \text{ м/хв};$$

Приймаємо $V = 39 \text{ м/хв}$;

Частота обертання деталі:

$$n = \frac{1000 \cdot V}{\pi \cdot d} = \frac{1000 \cdot 39}{3,14 \cdot 58} = 250 \text{ об/хв};$$

Поперечна подача (хвилинна), згідно з [2, КАРТА Ш-1]:

$$S_{XB} = S_{ТАБЛ} \cdot K_1 \cdot K_2 \cdot K_3 = 0,4 \cdot 1 \cdot 0,5 \cdot 1 = 0,2 \text{ мм/хв};$$

де K_1 - коефіцієнт, що залежить від оброблюваного матеріалу та швидкості круга;

K_2 - коефіцієнт, що залежить від припуску та точності;

K_3 - коефіцієнт, що залежить від діаметра круга, кількості кругів та поверхні;

Час виходжування:

$$t_{вих} = 0,13 \text{ хв};$$

					MI 131.00.1/Б 102/с 025 00-ПЗ	Арк.
						46
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Основний час:

$$T_o = \left(\frac{1,3 \cdot a}{S_{XB}} + t_{\text{вих}} \right) \cdot i = \left(\frac{1,3 \cdot 0,076}{0,2} + 0,13 \right) \cdot 2 = 0,62 \cdot 2 = 1,24 \text{ хв};$$

2.8. Технічне нормування технологічного процесу

Токарна операція з ЧПК 015

Верстат – токарно-гвинторізний мод.16K20Ф3.

Основний час:

$$T_o = 1,15 \text{ хв}$$

Допоміжний час:

$$T_{\text{дон}} = T_{\text{уст}} + T_{\text{пер}} + T_{\text{зм}} + T_{\text{к}} = 0,65 + 0,12 \cdot 2 + 0,2 + 0,13 = 1,22 \text{ хв}$$

де $T_{\text{уст}}$ - [6, КАРТА 2];

$T_{\text{пер}}$ - [6, КАРТА 18, лист 1];

$T_{\text{зм}}$ - [6, КАРТА 2];

$T_{\text{к}}$ - [6, КАРТА 86, лист 7];

Оперативний час:

$$T_{\text{оп}} = 1,15 + 1,22 = 2,37 \text{ хв}$$

Норма штучного часу:

$$T_{\text{шт}} = 1,15 + 1,22 + 0,035 \cdot 2,37 + 0,04 \cdot 2,37 = 2,55 \text{ хв}$$

$T_{\text{обс}} = 3,5\%(T_{\text{оп}})$ [6, КАРТА 64];

$T_{\text{відп}} = 4\%(T_{\text{оп}})$ [6, КАРТА 64];

Норма штучно-калькуляційного часу:

$$T_{\text{шт.к}} = 2,55 + \frac{14}{22} = 3,2 \text{ хв}$$

$T_{\text{п.з}} = 14 \text{ хв}$ [6, КАРТА 19];

					MI 131.00.1/Б 102/с 025 00-ПЗ	Арк.
						47
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Токарна операція з ЧПК 065

Верстат – токарно-гвинторізний мод.16K20Ф3.

Основний час:

$$T_o = 1,78 \text{ хв}$$

Допоміжний час:

$$T_{\text{доп}} = T_{\text{уст}} + T_{\text{пер}} + T_{\text{зм}} + T_{\text{к}} = 0,65 + 0,12 \cdot 3 + 0,2 + 0,13 = 1,34 \text{ хв}$$

де $T_{\text{уст}}$ - [6, КАРТА 2];

$T_{\text{пер}}$ - [6, КАРТА 18, лист 1];

$T_{\text{зм}}$ - [6, КАРТА 2];

$T_{\text{к}}$ - [6, КАРТА 86, лист 7];

Оперативний час:

$$T_{\text{оп}} = 1,78 + 1,34 = 3,12 \text{ хв}$$

Норма штучного часу:

$$T_{\text{шт}} = 1,78 + 1,34 + 0,035 \cdot 3,12 + 0,04 \cdot 3,12 = 3,35 \text{ хв}$$

$T_{\text{обс}} = 3,5\%(T_{\text{оп}})$ [6, КАРТА 64];

$T_{\text{відп}} = 4\%(T_{\text{оп}})$ [6, КАРТА 64];

Норма штучно-калькуляційного часу:

$$T_{\text{шт.к}} = 3,35 + \frac{14}{22} = 4 \text{ хв}$$

$T_{\text{п.з}} = 14 \text{ хв}$ [6, КАРТА 19].

Круглошліфувальна операція 075

Верстат - Круглошліфувальний верстат Bernardo URS500N.

Основний час:

$$T_o = 1,14 \text{ хв}$$

					MI 131.00.1/Б 102/с 025 00-ПЗ	Арк.
						48
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Допоміжний час:

$$T_{\text{доп}} = T_{\text{уст}} + T_{\text{пер}} + T_{\text{зм}} + T_{\text{к}} = 0,38 + 0,39 \cdot 3 + 0 + 0,1 = 1,65 \text{ хв}$$

де $T_{\text{уст}}$ - [6, КАРТА 6];

$T_{\text{пер}}$ - [6, КАРТА 44, лист 3];

$T_{\text{зм}}$ - [6, КАРТА 2];

$T_{\text{к}}$ - [6, КАРТА 86, лист 7];

Оперативний час:

$$T_{\text{оп}} = 1,14 + 1,65 = 2,79 \text{ хв}$$

Норма штучного часу:

$$T_{\text{шт}} = 1,14 + 1,65 + 0,09 \cdot 2,79 + 0,04 \cdot 2,79 = 3,15 \text{ хв}$$

$T_{\text{обс}} = 9\%(T_{\text{оп}})$ [6, КАРТА 45];

$T_{\text{відп}} = 4\%(T_{\text{оп}})$ [6, КАРТА 88];

Норма штучно-калькуляційного часу:

$$T_{\text{шт.к}} = 3,15 + \frac{10}{22} = 3,6 \text{ хв}$$

$T_{\text{п.з}} = 10 \text{ хв}$ [6, КАРТА 45];

Круглошліфувальна операція 080

Верстат - Круглошліфувальний верстат Bernardo URS500N.

Основний час:

$$T_{\text{о}} = 1,24 \text{ хв}$$

Допоміжний час:

$$T_{\text{доп}} = T_{\text{уст}} + T_{\text{пер}} + T_{\text{зм}} + T_{\text{к}} = 0,38 + 0,39 \cdot 2 + 0 + 0,1 = 1,26 \text{ хв}$$

де $T_{\text{уст}}$ - [6, КАРТА 6];

$T_{\text{пер}}$ - [6, КАРТА 44, лист 3];

					MI 131.00.1/Б 102/с 025 00-ПЗ	Арк.
						49
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

$T_{зм}$ - [6, КАРТА 2];

$T_{к}$ - [6, КАРТА 86, лист 7];

Оперативний час:

$$T_{оп} = 1,24 + 1,26 = 2,5хв$$

Норма штучного часу:

$$T_{шт} = 1,24 + 1,26 + 0,09 \cdot 2,5 + 0,04 \cdot 2,5 = 2,82хв$$

$$T_{обс} = 9\%(T_{оп}) [6, КАРТА 45];$$

$$T_{відп} = 4\%(T_{оп}) [6, КАРТА 88];$$

Норма штучно-калькуляційного часу:

$$T_{шт.к} = 2,82 + \frac{10}{22} = 3,27хв$$

$$T_{п.з} = 10хв [6, КАРТА 45].$$

Висновки до 2 розділу

У другому розділі було розроблено технологічний маршрут виготовлення деталі з урахуванням вимог до якості, точності та продуктивності обробки. На основі аналізу призначення деталі обґрунтовано вибір заготовки та способу її виготовлення. Було визначено загальні й міжопераційні припуски, що забезпечують необхідну точність обробки.

Обрано найбільш доцільне технологічне обладнання та оснащення, яке гарантує ефективне виконання усіх операцій. Розраховано режими різання для кожної операції, що сприяє зниженню зношування інструменту та економії виробничих ресурсів.

Проведено технічне нормування, яке дозволяє раціонально планувати тривалість операцій і підвищити ефективність виробництва. Усі рішення приймалися з урахуванням умов серійного виробництва та техніко-економічної доцільності.

					MI 131.00.1/Б 102/с 025 00-ПЗ	Арк.
						50
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

3. КОНСТРУКТОРСЬКИЙ РОЗДІЛ

3.1. Загальні положення про верстатні пристосування для обробки отворів

Верстатні пристосування для обробки отворів - це спеціалізовані допоміжні засоби, призначені для надійного закріплення заготовок і точного спрямування ріжучого інструменту під час свердління, розгортання, зенкерування, нарізання різьби тощо. Вони є важливою складовою частиною технологічного процесу механічної обробки, особливо в умовах серійного та масового виробництва.

Основне призначення:

1. Підвищення точності обробки – забезпечується правильним базуванням і напрямом інструменту.
2. Підвищення продуктивності – за рахунок скорочення допоміжного часу (на встановлення та зняття заготовки).
3. Забезпечення повторюваності розмірів – гарантує однакову якість продукції в партії.
4. Зменшення впливу людського чинника – мінімізує похибки через недосвідченість оператора.

Основні типи пристосувань:

- Свердлильні кондуктори – направляють свердло у задане положення. Поділяються на: накладні, рамні, коробчасті, спеціальні.
- Універсально-збірні пристосування – використовуються при обробці різнотипних деталей.
- Комбіновані пристосування – суміщають функції закріплення і спрямування інструменту.

					MI 131.00.1/Б 102/с 025 00-ПЗ	Арк.
						51
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

- Механізовані пристосування – з пневматичним або гідравлічним приводом для швидкого затискання.

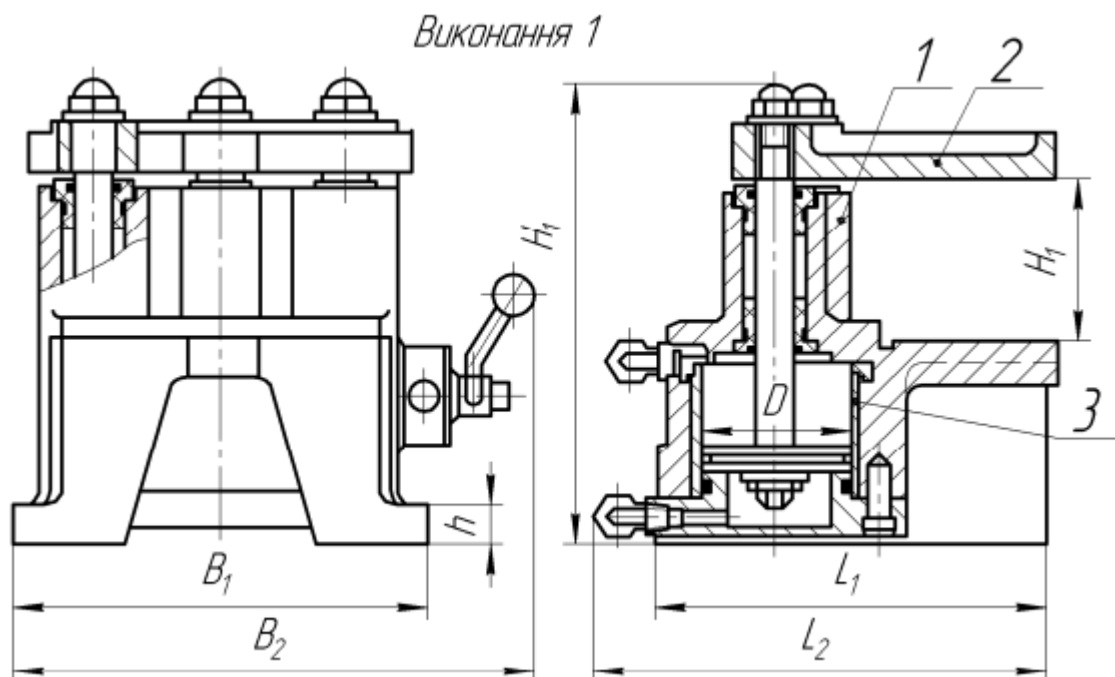
Конструктивні елементи:

- Корпус пристосування – основа, що витримує навантаження.
- Базувальні елементи – штифти, опорні поверхні, які забезпечують точне положення заготовки.
- Затискні механізми – ручні, гвинтові, ексцентрикові, клинові тощо.
- Напрямні втулки (у кондукторах) – гарантують точність розташування отвору.

Класифікація за типом виробництва:

- Одиначне виробництво – переважно універсальні пристосування.
- Серійне виробництво – спеціалізовані або регульовані пристосування.
- Масове виробництво – спеціальні кондуктори і автоматизовані системи.

Конструктивне виконання пристосування для обробки отворів



Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата

MI 131.00.1/Б 102/с 025 00-ПЗ

Арк.

52

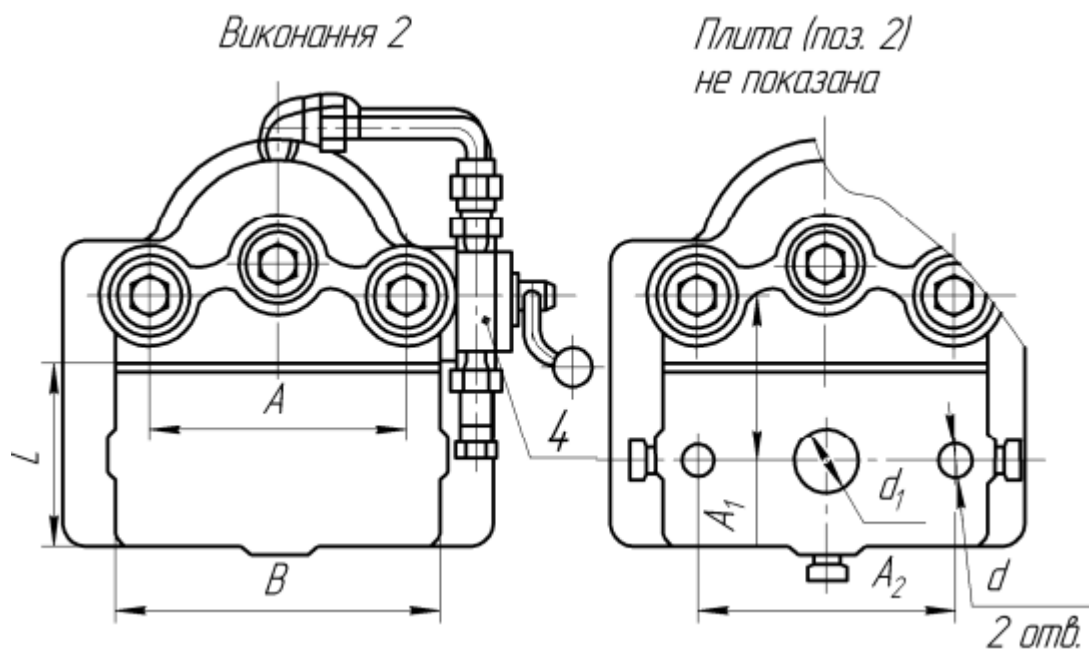


Рис.3.1. Кондуктор скальчастий консольний із пневматичним затискачем:

1 – корпус; 2 – плита; 3 – циліндр пневматичний; 4 – кран керування

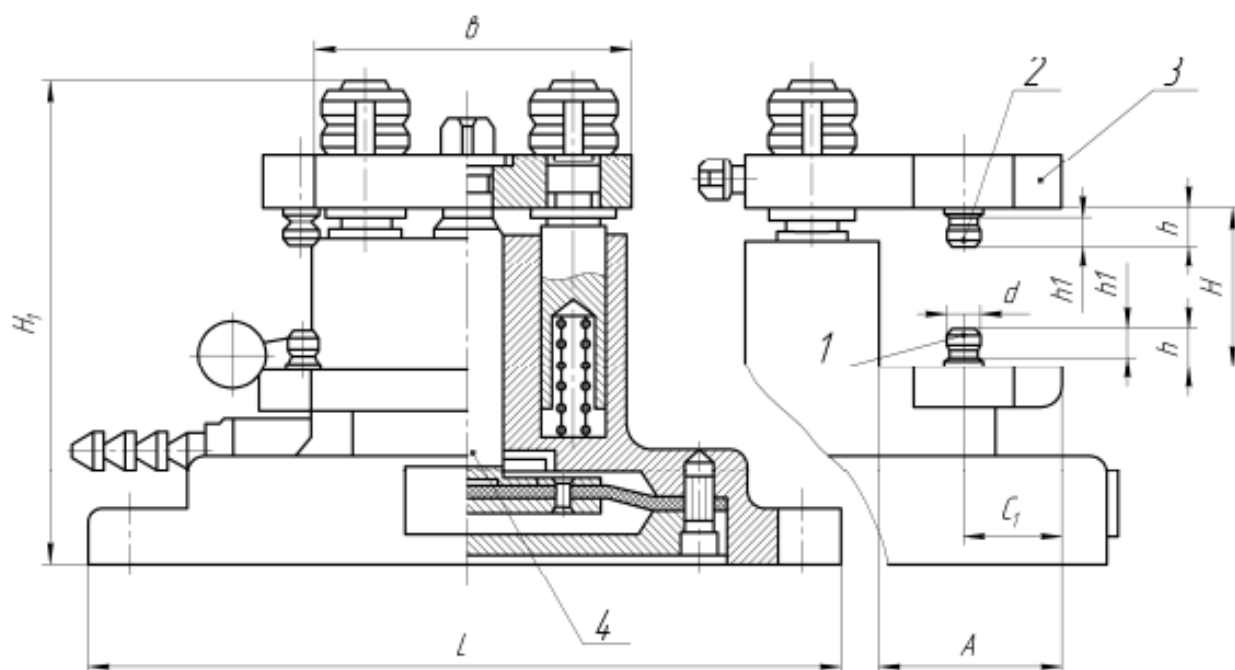


Рис.3.2. Кондуктор скальчастий двоколонний із пневматичним затискачем:

1, 2 – пальці; 3 – кришка; 4 – пневматичний привід

Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата

МІ 131.00.1/Б 102/с 025 00-ПЗ

Арк.

53

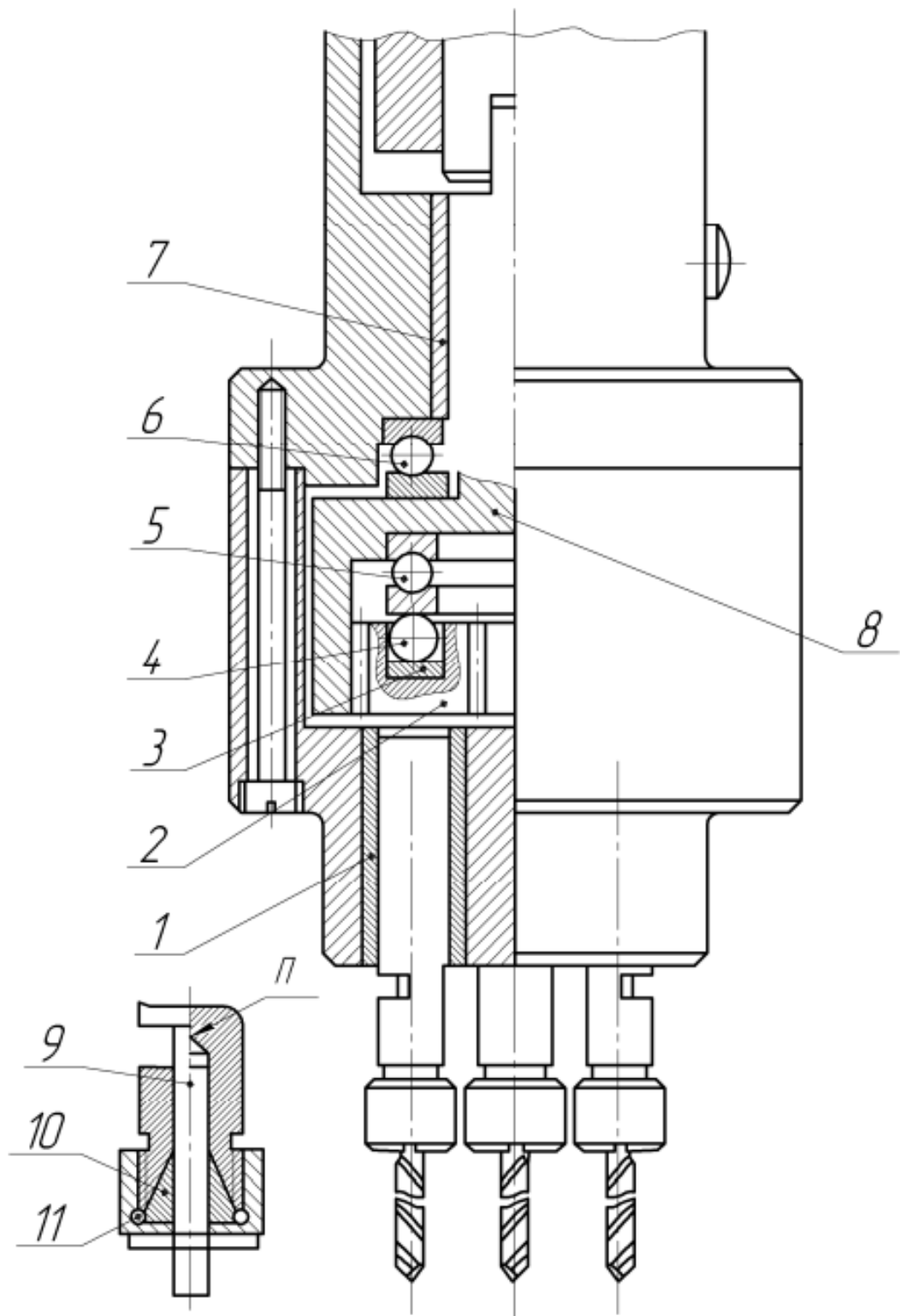


Рис.3.3. Багатошпиндельна головка із зубчастими колесами внутрішнього зачеплення: 1 – втулка; 2 – зубчасте колесо; 3 – опора; 4 – кульки; 5, 6 – упорні підшипники; 7 – підшипник ковзання; 8 – валик; 9 – свердла; 10 – цанга; 11 – гайка

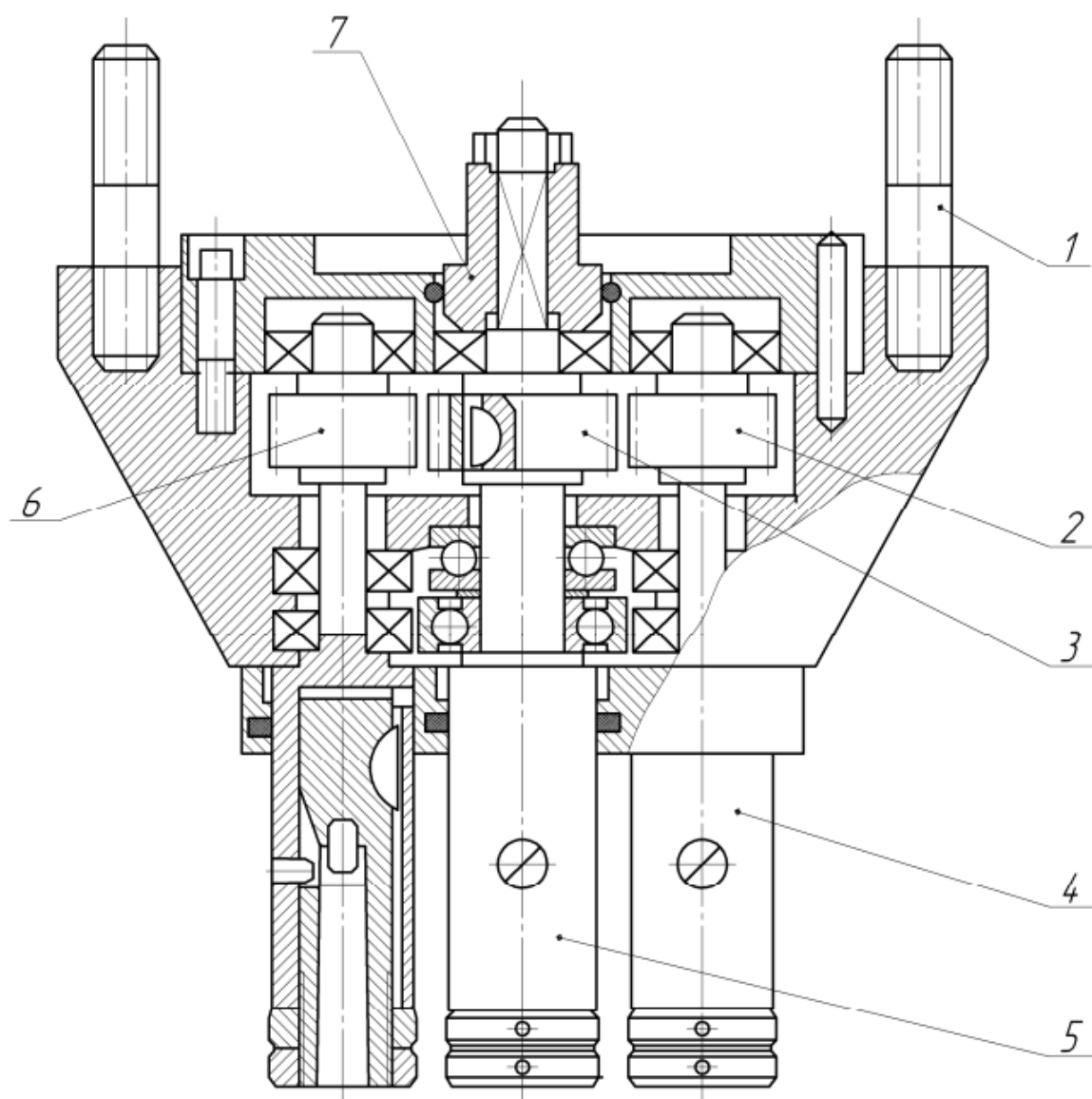


Рис.3.4. Тришпиндельна свердлильна головка з одноярусним розташуванням зубчастих коліс: 1 – шпилька; 2, 3, 6 – зубчасті колеса; 4, 5 – шпинделі; 7 – втулка

Верстатні пристосування для обробки отворів суттєво впливають на якість, продуктивність і стабільність технологічного процесу. Їхній вибір визначається типом виробництва, конструкцією деталі та вимогами до точності. Використання таких пристроїв дозволяє знизити собівартість виробу та збільшити ефективність роботи верстатів.

Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата

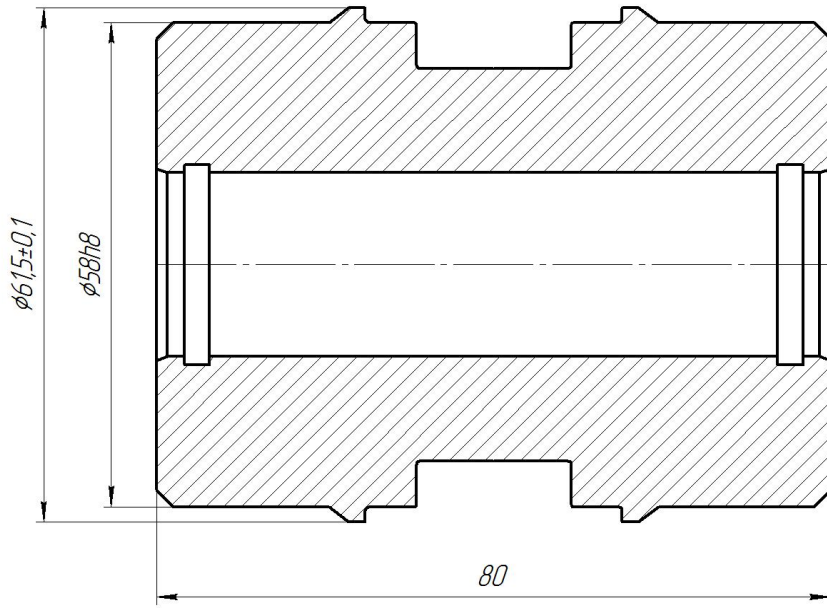
МІ 131.00.1/Б 102/с 025 00-ПЗ

Арк.

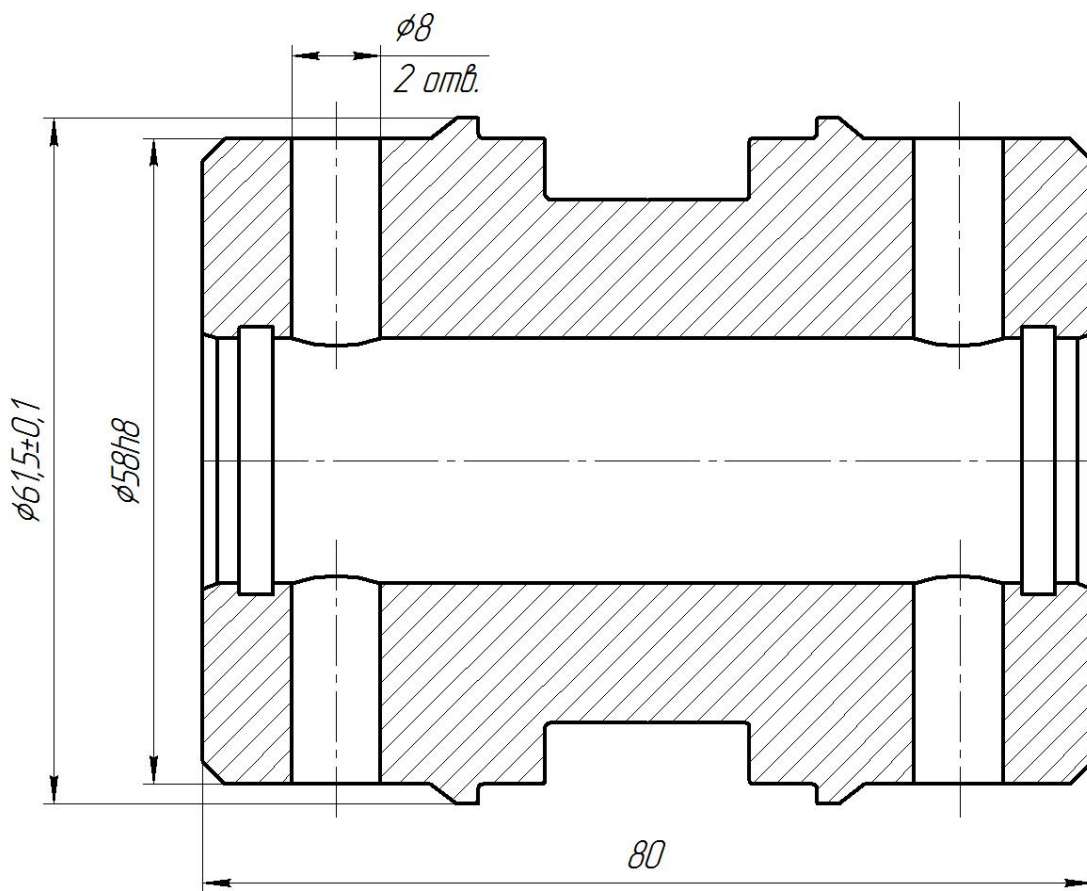
55

3.2. Проектування та розрахунок спеціального верстатного пристрою

3.2.1. Технічне завдання на проектування спеціального пристрою

Завдання на проектування	Розробити конструкцію спеціального верстатного пристрою для свердління 2 отворів $\varnothing 8$ мм на прохід
Вихідні дані	
Назва і матеріал деталі	Поршень гідроциліндра, Сталь 45 ДСТУ 7809:2015
Документація, що використовується при проектуванні	Робоче креслення деталі та заготовки, маршрутний технологічний процес, тип виробництва - серійний
Документація, що підлягає розробці	Складальне креслення пристрою, специфікація, робочі креслення деталей пристрою, пояснювальна записка
	
Тип приводу пристрою	Механізований
К-ть деталей, що одночасно встановлюється в пристрої	2

Ескіз заготовки після виконання даної операції



Назва операції, верстат	Вертикально-свердлильна з ЧПК, Вертикально-свердлильний верстат моделі 2С150ПМФ4
Зміст операції	1. Центрувати під два отвори $\varnothing 8$ мм. 2. Свердлити 2 отв. $\varnothing 5$ мм на прохід. 3. Розсвердлити 2 отв. $\varnothing 5$ на $\varnothing 8$ мм на прохід.
Додаткові вимоги до операції	-
Технологічні бази	-
Різальний інструмент	Центрове свердло ДСТУ 1495-98; свердло спіральне $\varnothing 5$, $\varnothing 8$ мм ДСТУ 10902-97
Допоміжний інструмент	Оправка 6222-0031 ДСТУ 26538-95
Пристосування	Спеціальний верстатний пристрій, де буде встановлено одночасно 2 деталі
Режими різання та час	$t=4,0$ мм; $S_z=0,15$ мм/зуб; $S=450$ мм/хв; $n=2000$ об/хв; $V=125$ м/хв; $P_o=436,6$ Н; $t_o=0,38$ хв; $T_{шт}=1.29$ хв.

Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата

МІ 131.00.1/Б 102/с 025 00-ПЗ

Арк.

57

3.2.2. Розрахунок верстатного пристосування

Спеціальне пристосування розраховується для свердління отворів $\varnothing 8$ мм на прохід в деталі поршень гідроциліндра (креслення деталі) вертикально-свердлильному верстаті моделі 2С150ПМФ4.

При обробці деталь встановлюється в пристосування циліндричними поверхнями $\varnothing 58h8$ на призми 12 (подвійна спрямовуюча база позбавляє заготовку 4 ступенів свободи) та підтискається планкою 1. Упор вала шліцевого в напрямку осі здійснюється за допомогою упорів для регулювання (упорна база позбавляє заготовку одного ступеня свободи). Додатковий упор – різальний інструмент (1 ступінь свободи). Таким чином, пристосування забезпечує неповне базування деталі (5 ступенів свободи).

Затиск деталі відбувається за допомогою пневмоциліндра подвійної дії. Для цього стиснене повітря подається в штокову порожнину, поршень з прикріпленою до нього опорною шайбою та штоком прогинається до низу й через тягу, з'єднану зі штоком різьбою затискає деталь прижимною планкою.

Спроектоване пристосування являється багатомісцевим переналагоджувальним, що відповідає умовам серійного виробництва.

3.2.3. Розробка раціональної схеми базування заготовки на заданій операції

Раціональне базування - це оптимальне розміщення заготовки у пристрої, яке забезпечує:

- технологічну точність обробки,
- мінімальні витрати часу на встановлення,
- жорстке та стабільне положення протягом операції.

Для свердління отворів базування повинно забезпечити фіксацію по трьох координатах і стабільність проти зсуву та обертання [10].

					МІ 131.00.1/Б 102/с 025 00-ПЗ	Арк.
						58
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Теоретичну схему базування розробляють з врахуванням технічних вимог на виготовлення деталі, а також можливості їх реалізації в конструкції пристрою.

Усі опорні точки на схемі базування позначаються умовними знаками та нумерують порядковими номерами починаючи з тієї базової поверхні на якій розташована найбільша кількість опорних точок.

Кількість проєкцій заготовки на схемі базування повинна бути достатньою для чіткого уявлення про розташування опорних точок.

Правильно вибрана схема базування забезпечує необхідне положення деталі при обробці, мінімальну похибку базування, та задану точність обробки.

При достатньо високих вимогах до точності обробки необхідно вибрати таку схему базування, яка забезпечує найменшу похибку установки, а також необхідно дотримуватись принципу постійності баз. Враховуючи геометричні параметри заготовки вибираємо наступну схему базування (рис.3.5).

Раціональним є базування заготовки на торцеву площину та циліндричну поверхню, з притисканням до упору - це забезпечує необхідну жорсткість та точність для свердління отворів Ø8 мм [10].

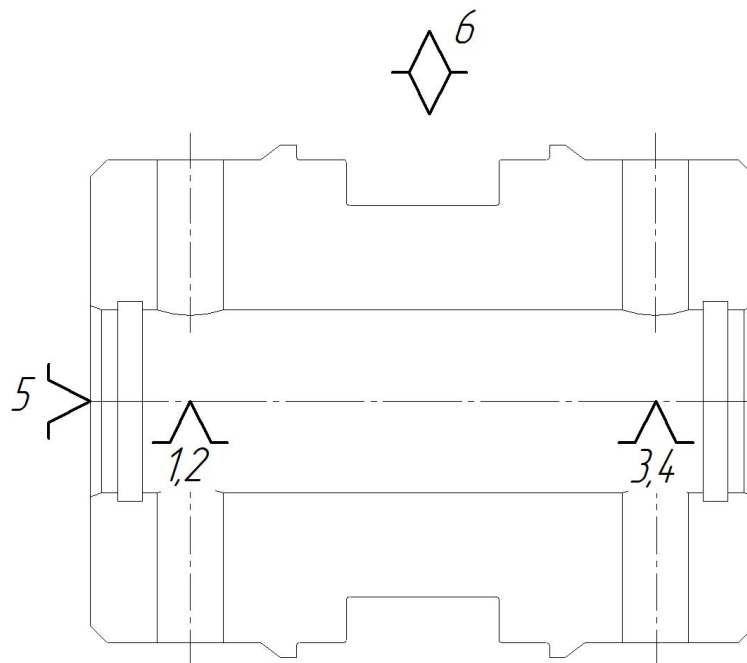


Рис. 3.8. Схема базування заготовки в пристрої

					MI 131.00.1/Б 102/с 025 00-ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		59

Похибка базування:

$$\varepsilon_{\delta} H_1 = 0,5 T_D \cdot \left(\frac{1}{\sin \alpha} - 1 \right) = 0,5 \cdot 0,039 \cdot \left(\frac{1}{\sin 45^0} - 1 \right) = 0,082 \text{ мм} < 0,2 \text{ мм}$$

Прийнята схема базування забезпечить точність виконання заданого розміру, оскільки похибка базування менша величини його допуску.

3.2.4. Розрахунок потрібної сили затиску

При обробці на заготовку діє сила різання $P_o = 330 \text{ Н}$.

Максимальний крутний момент, який прагне повернути заготовку, визначається за формулою:

$$M_{kp} = \frac{P_o \cdot D_{св.}}{2 \cdot 1000} ,$$

де $D_{св.} = 8 \text{ мм}$ – діаметр свердла;

$$M_{kp} = \frac{330 \cdot 8}{2 \cdot 1000} = 1,32 \text{ Нм.}$$

Визначаємо необхідне зусилля затиску деталі в пристосуванні за формулою:

$$W = \frac{2k_z \cdot M_{kp}}{(f_1 + f_2) \cdot D_{\delta} \cdot \sin \alpha}$$

де k_z – коефіцієнт запасу сил закріплення;

$f_1 = 0,16$ – коефіцієнт контакту з заготовкою;

$f_2 = 0,16$ – коефіцієнт тертя контакту з затиском;

D_{δ} – діаметр встановлювальної поверхні;

$\alpha = 90^0$ – кут призми;

$$k_z = k_0 \cdot k_1 \cdot k_2 \cdot k_3 \cdot k_4 \cdot k_5 \cdot k_6 ,$$

					MI 131.00.1/Б 102/с 025 00-ПЗ	Арк.
						60
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

де $k_0 = 1,5$ - гарантований коефіцієнт запасу;
 $k_1 = 1,1$ – коефіцієнт, що залежить від стану базових поверхонь;
 $k_2 = 1,45$ - коефіцієнт, що враховує затуплення інструментів;
 $k_3 = 1,1$ - коефіцієнт, що враховує ударне навантаження на інструмент;
 $k_4 = 1,25$ - коефіцієнт, що характеризує стабільність сил привода;
 $k_5 = 1,1$ - коефіцієнт, що враховує зручність керування механізмами;
 $k_6 = 1,25$ - коефіцієнт, що враховує визначеність розташування опорних точок [10].

$$k_z = 1,5 \cdot 1,1 \cdot 1,45 \cdot 1,1 \cdot 1,25 \cdot 1,1 \cdot 1,25 = 4,52.$$

Таким чином, отримуємо:

$$W = \frac{2 \cdot 4,52 \cdot 1,32}{(0,16 + 0,16) \cdot 0,06 \cdot \sin 90^\circ} = 1060 \text{ Н}$$

При одночасній обробці двох деталей сумарна затискаюча сила буде складати:

$$W_c = 2 \cdot W;$$

$$W_c = 2 \cdot 1060 = 2120 \text{ Н}$$

По отриманому значенню сили затиску розраховуємо значенню Q враховуючи роботу прихвата. Формула за якою обчислюється:

$$Q = \frac{W_z \cdot l_2}{l_1 \cdot \eta_2}$$

де l_1 – відстань від дії сили пневмоциліндра до осі опори;

l_2 – відстань від дії сили затиску до осі опори;

$l_1 = l_2 = 120 \text{ мм};$

η_2 - ККД від дію прихвату приймаємо - 0,9.

Тоді:

$$Q = \frac{1060 \cdot 120}{120 \cdot 0,9} = 1178 \text{ Н}$$

Знайдемо діаметр штока пневмоциліндра аналітично и виберемо за нормативами. Діаметр визначаємо за формулою в режимі штовхання [10]:

					MI 131.00.1/Б 102/с 025 00-ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		61

$$D = \sqrt{\frac{4 \cdot W}{\pi \cdot P \cdot \eta_1}}$$

де η_1 - ККД пневмоциліндра; $\eta_1 = 0,85$;

P – тиск силового повітря, $P = 0,4$ МПа.

$$D = \sqrt{\frac{4 \cdot 1178}{\pi \cdot 0,4 \cdot 10^6 \cdot 0,85}} = 0,056 \text{ м} = 56 \text{ мм}$$

Приймаємо $D_d = 63$ мм по ДСТУ 19899-94.

Тоді, дійсна сила затиску для даного випадку:

$$W_{Z_d} = \frac{P}{4} \cdot D_d^2 \cdot \eta_1 \cdot \pi \cdot \frac{l_1}{l_2} \cdot \eta_2$$

$$W_{Z_d} = \frac{0,4 \cdot 10^6}{4} \cdot 0,063^2 \cdot 0,85 \cdot \pi \cdot \frac{120}{120} \cdot 0,9 = 1250 \text{ Н}$$

3.2.5. Виконання розрахунків на міцність найбільш навантажених деталей пристрою

В даному випадку слабкою ланкою є важіль прихвату, тобто місце кріплення важеля до осі тяги.

Умова міцності:

$$\sigma_p \leq [\sigma_p]$$

де $[\sigma_p]$ - допустиме дотичне напруження матеріалу при зрізі;

σ_p - дотичне напруження розтягу в небезпечному перерізі, його величина визначається за формулою:

$$\sigma_p = \frac{N}{A}$$

де N - поперечна сила що діє на деталь;

A - площа небезпечного перерізу.

					MI 131.00.1/Б 102/с 025 00-ПЗ	Арк.
						62
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Площу А можемо знайти за формулою:

$$A = a_1 \cdot b_2 - a_2 \cdot b_2 - 2 \cdot a_3 \cdot b_3,$$

де D - діаметр тяги;

a_1 і b_1 - сторони прямокутника (важіль);

a_2 і b_2 - сторони прямокутника (вісь);

a_3 і b_3 - сторони прямокутника (паз для тяги).

Підставляємо значення у формулу:

$$A = 15 \cdot 20 - 10 \cdot 20 - 2 \cdot 2,5 \cdot 10 = 50 \text{ мм}^2$$

Поперечна сила N дорівнює силі, що розвиває пневмоциліндр, тобто Q і дорівнює 1060 Н. Тоді σ_p буде дорівнювати:

$$\sigma_p = \frac{1060}{50} = 21,2 \text{ МПа}$$

$$[\sigma_p] = \frac{\sigma_T}{n};$$

де σ_T - границя текучості;

n – запас міцності;

σ_T для Сталь 40Х дорівнює 360 МПа. Запас міцності рекомендується брати в межах 1,4...1,6. Приймаємо - 1,5 [10].

$$[\sigma_p] = \frac{360}{1,5} = 240 \text{ МПа}$$

Висновок: важіль пристосування витримає розтяг.

3.2.6. Опис роботи пристрою

Розроблений пристрій призначений для одночасного свердління двох співвісних отворів діаметром 8 мм у деталі типу «Поршень гідроциліндра». Він забезпечує фіксацію, точне базування, притиск і стабільне положення заготовки протягом операції обробки.

					MI 131.00.1/Б 102/с 025 00-ПЗ	Арк.
						63
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

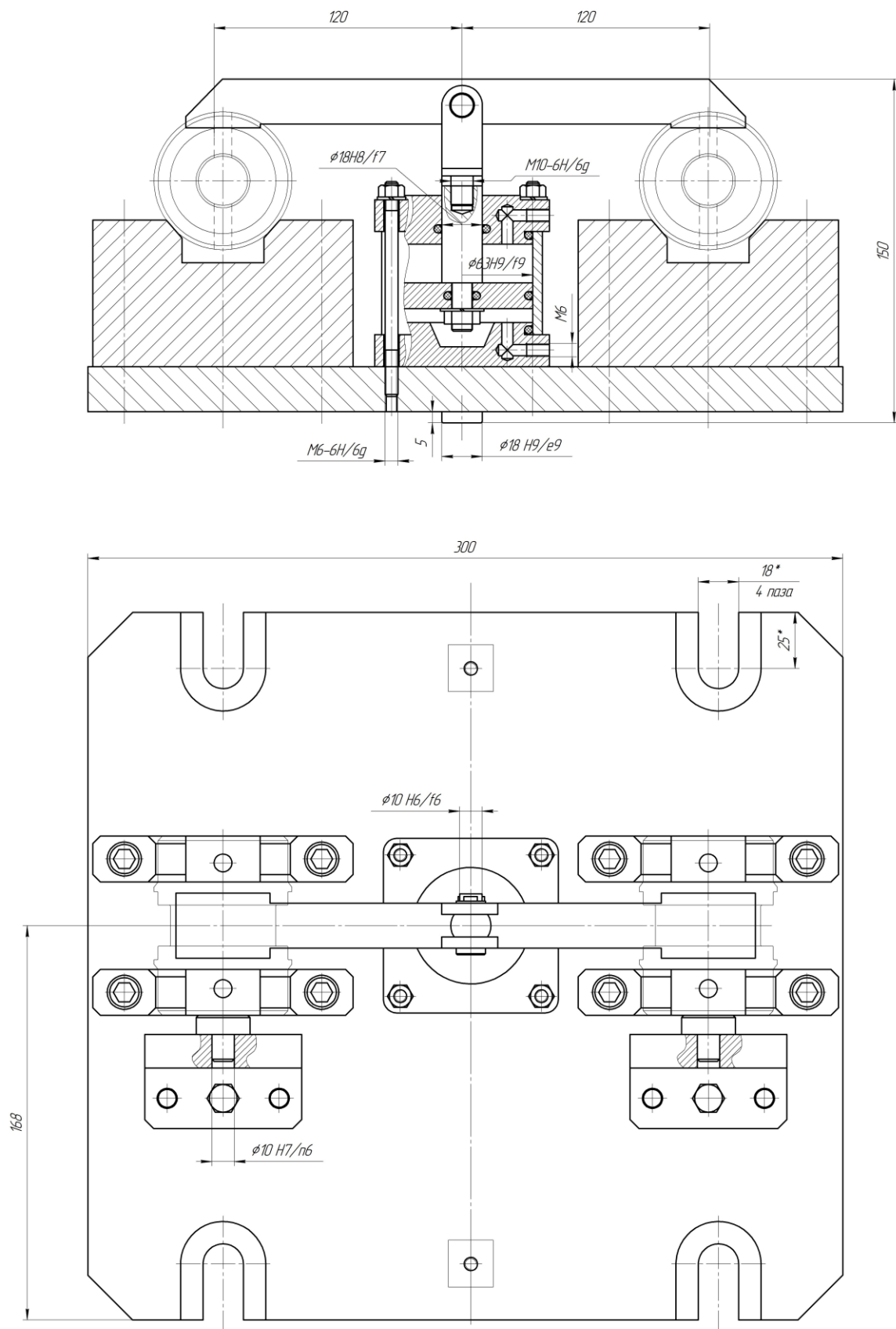


Рис. 3.9. Конструкція розробленого пристосування

Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата

MI 131.00.1/Б 102/с 025 00-ПЗ

Арк.

64

Послідовність роботи пристрою

1. Встановлення заготовки:
 - Поршень гідроциліндра встановлюється в позиціонуючі гнізда пристрою.
 - Конструкція базування (згідно з вирізом у нижній плиті та елементами центрування) забезпечує точне положення осі отворів відносно осі свердлильних шпинделів.
2. Притискання заготовки:
 - Притиск відбувається за допомогою пневмоциліндра, розташованого вертикально по центру пристрою.
 - Після подачі стисненого повітря шток пневмоциліндра опускає планку з притискними елементами, які фіксують заготовку на місці.
3. Базування та напрям:
 - Напрямні втулки (детально зображено на вигляді Б-Б) виконують роль направлення для свердел, що проходять крізь отвори діаметром 8 мм.
 - Це гарантує точне свердління без відхилення осі.
4. Операція свердління:
 - Після фіксації заготовки і притискання починається свердління обох отворів діаметром 8 мм з двох сторін одночасно.
 - Інструмент проходить через втулки, забезпечуючи правильну геометрію та взаємне розташування отворів.
5. Завершення операції:
 - Після завершення свердління пневмоциліндр піднімає притискну планку.
 - Заготовка виймається, і пристрій готовий до наступного циклу.

Подавач забезпечує швидку, точну й повторювану обробку отворів Ø8 мм у поршнях гідроциліндрів, що підвищує продуктивність та якість операції свердління у серійному або масовому виробництві. Пристрій має просту, але ефективну конструкцію з використанням пневматичного приводу для автоматизації притиску, що зменшує втому оператора і прискорює цикл.

					MI 131.00.1/Б 102/с 025 00-ПЗ	Арк.
						65
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

3.3. Проектування та розрахунок спеціального різального інструменту

Розрахунок збірного токарного різця, оснащеного багатогранными пластинами із твердого сплаву Т5К10 для проточування деталі «Поршень» з круглого прокату із сталі 45 ($\sigma_b=750$ МПа) для використання на верстаті мод.16К20Ф3.

Дано: форма пластини – тригранна; максимальна глибина різання – 2,5 мм; діаметр деталі – 65 мм.

3.3.1. Загальні відомості

Різці з механічним кріпленням багатограних пластинок призначено для зовнішнього обточування деталей на токарних станках. Різець складається із державки із запресованим в неї штифтом, який служить для закріплення прокладки. На штифт вільно надівається багатогранна твердосплавна пластинка. Пластинка закріплюється шляхом заклинювання їх між штифтом і задньою опорною стінкою державки при допомозі клина і гвинта. Задній отримується за рахунок відповідної установки пластинки на державці різця. Різці відрізняються від інших різців такого ж призначення більшою універсальністю, надійністю в роботі, технологічністю виготовлення і можливістю добре завивати і дробити стальну стружку в діапазоні подач 0,3-0,8 мм/об.

Багатогранні пластинки для різців підлягають обробці (доводці) тільки по передній поверхні для зняття заусенців і видалення дрібних викришувань, виникаючі при спіканні, а також для підвищення міцності ріжучих кромки.

Пластинки, які зносилися в процесі експлуатації не переточуються. Після зносу одної ріжучої кромки пластинку повертають і в роботу вступає інша ріжуча кромка [8].

					MI 131.00.1/Б 102/с 025 00-ПЗ	Арк.
						66
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

3.3.2. Розрахунок режимів різання при точінні

Визначаємо режими різання для обробки деталі Ø65 мм, пластиною із твердого сплаву Т5К10:

– швидкість різання:

$$V = \frac{C_v}{T^m t^x S^y} K_v$$

$$C_v=340; x=0,15, y=0,45; m=0.20;$$

$$K_v=K_{mv} \cdot K_{pv} \cdot K_{iv}=0,48 \cdot 0,9 \cdot 0,65=0,28$$

$$V=C_v/T^m t^x S^y \cdot K_v=340/45^{0.2} \cdot 8,5^{0.15} \cdot 0,25^{0.45} \cdot 0,28=62 \text{ м/хв.}$$

– частота обертання:

$$n = \frac{1000V}{\pi D} = \frac{1000 \cdot 62}{3,14 \cdot 65} = 794 \text{ об/хв.}$$

Корегуємо дане значення з обертами верстата (мод.16К20Ф3):

$$n_b = 800 \text{ об/хв.}$$

Знаходимо дійсну швидкість:

$$V^d=\pi Dn/1000=3.14 \cdot 65 \cdot 800/1000=62,4 \text{ м/хв.}$$

– сили різання

$$P_{z,y,x}=10C_p t^x S^y V^n K_p$$

$$K_p=K_{mp} \cdot K_{fp} \cdot K_{\gamma p} \cdot K_{\lambda p} \cdot K_{rp}=1 \cdot 0,94 \cdot 1 \cdot 1 \cdot 1=0,94$$

$$P_z=10 \cdot 300 \cdot 8,5^1 \cdot 0,25^{0.75} \cdot 62,4^{-0.15} \cdot 0,94=14121 \text{ Н}$$

$$K_p=1 \cdot 0,77 \cdot 1 \cdot 1 \cdot 1=0,77$$

$$P_y=10 \cdot 243 \cdot 8,5^{0.9} \cdot 0,25^{0.6} \cdot 62,4^{-0.3} \cdot 0,77=6734 \text{ Н}$$

$$K_p=1 \cdot 1,11 \cdot 1 \cdot 1 \cdot 1=1,1$$

$$P_x=10 \cdot 339 \cdot 8,5^1 \cdot 0,25^{0.5} \cdot 62,4^{-0.4} \cdot 1,1=8110 \text{ Н}$$

– потужність різання:

$$N_e = P_z \cdot V / 1020 \cdot 60.$$

$$N_e = 14121 \cdot 62.4 / 1020 \cdot 60 = 9.25 \text{ кВт.}$$

Перевірка режиму різання за потужністю головного привода верстата [8]:

$$N \leq N_{\partial\partial} = 9.65 \leq 11$$

Габаритні розміри збірного токарного різця з тригранною пластиною із твердого сплаву (Т5К10) для обробки сталі 45.

Токарні різці з тригранними пластинками можуть знімати припуск до 10 мм; їх доцільно застосовувати на потужних токарних верстатах.

При глибині різання, більшою 2 - 4 мм, слід застосовувати токарні різці з тригранними пластинками.

Розміри поперечного січення корпуса різця вибирають в залежності від сили різання, матеріала корпуса, виліта різця та інших факторів.

Ширину b або діаметр d поперечного січення корпуса різця можна визначити по формулі:

$$b = \sqrt[3]{6P_z l / 2.56\sigma_b} = \sqrt[3]{6 \cdot 14121 \cdot 25 / 2.56 \cdot 750} = 18.990 \text{ мм}$$

$$h = 1.2b = 1.2 \cdot 18.990 = 22.788 \text{ мм}$$

За ДСТУ 1887:2006 вибираємо стандартне значення:

$$- L = 120 \text{ мм; } h = 20 \text{ мм; } b = 20 \text{ мм.}$$

– Жорсткість різця:

$$P_{z ж} = 3fEJ/l^3 = 3 \cdot 0.1 \cdot 20000 \cdot 13333 / 25^3 = 5119 \text{ Н.}$$

$$J = bh^3/12 = 20 \cdot 20^3 / 12 = 13333 \text{ мм}^4.$$

					MI 131.00.1/Б 102/с 025 00-ПЗ	Арк.
						68
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Вибираємо тригранну пластину із твердого сплаву Т5К10 №01114 з розмірами:

- $l = 16,5$ мм; – $s = 3,18$ мм;
- $d = 9,525$ мм; – $r = 1,5 \dots 2$ мм;
- $d_1 = 3,81$ мм; – $c = 7-9$ мм.

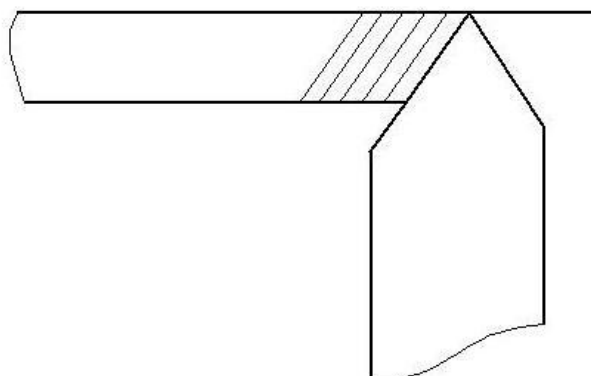


Рис.3.10. Схема різання при токарній обробці

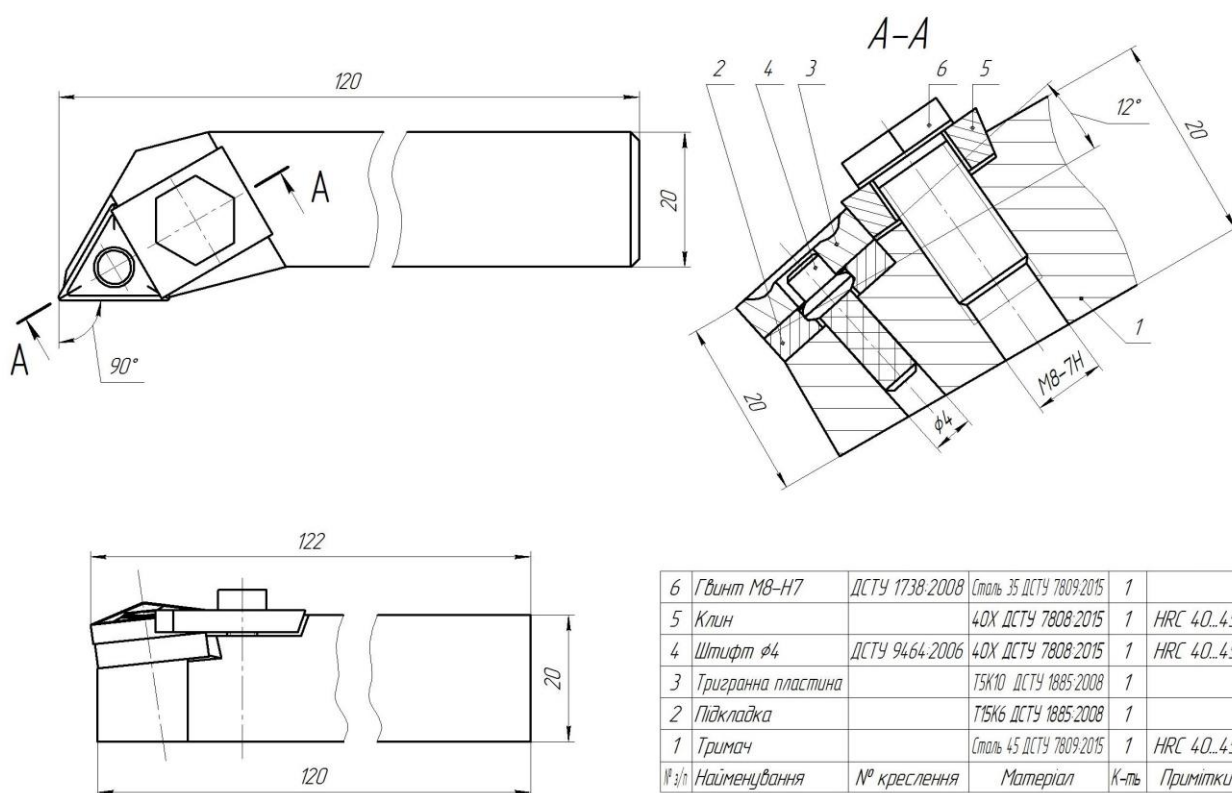


Рис.3.11. Токарний різець з тригранною пластиною

Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата

МІ 131.00.1/Б 102/с 025 00-ПЗ

Арк.

69

3.4. Проектування та розрахунки спеціальних засобів технічного контролю

Даний пристрій (рис.3.12) призначений для контролю співвісності отворів у деталі типу «Поршень гідроциліндра». Його основне завдання - виявити відхилення від співвісності отворів, які повинні мати високий рівень точності (наприклад, у посадках Н7), що критично для герметичності, роботи поршня в циліндрі, а також надійності з'єднань.

На кресленні зазначено: «Неспіввісність центрів не більше - 0,02 мм»
Це означає, що контроль має бути дуже точним, тому використовується індикатор годинникового типу.

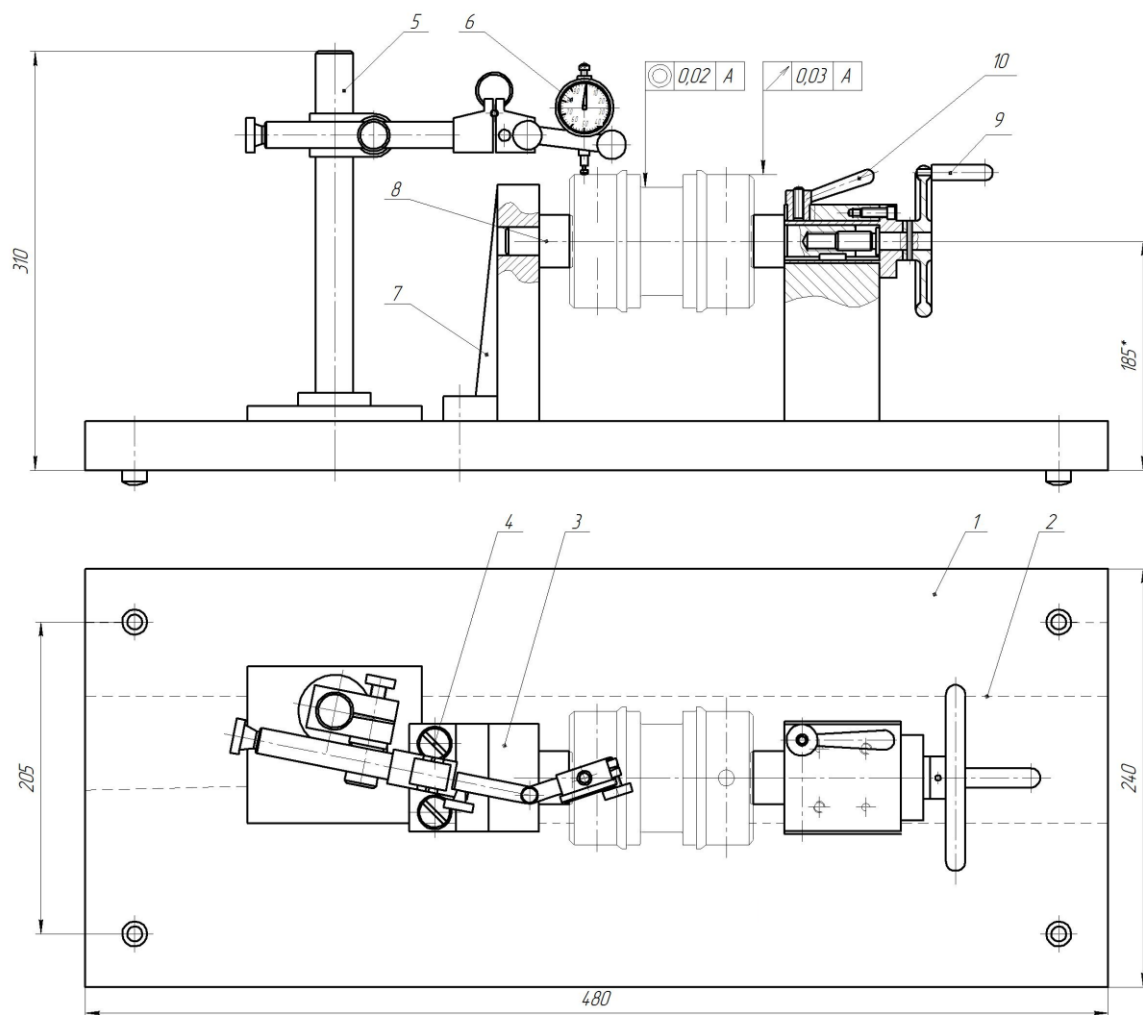


Рис.3.12. Контрольний пристрій

Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата

МІ 131.00.1/Б 102/с 025 00-ПЗ

Арк.

70

Принцип роботи пристрою

1. Установлення деталі:

- Деталь (поршень) встановлюється в призматичну опору або фіксується за допомогою прямої втулки (позиція 9) з ручним затиском (позиція 10).
- Інша сторона фіксується за допомогою центруючої оправки або конічного штифта (позиція 4), який входить у базовий отвір.

2. Контроль співвісності:

- Індикатор (позиція 6) встановлений на штангу (позиція 5), яка змонтована на стійку (позиція 8).
- Головка індикатора торкається внутрішньої поверхні отвору поршня.
- Обертаючи деталь навколо осі, спостерігають за показами індикатора.
- Якщо стрілка індикатора зміщується - це свідчить про ексцентриситет або відхилення співвісності отворів.
- Покази не повинні перевищувати 0,02 мм (допуск неспіввісності).

В таблиці 3.1 представлено основні елементи пристрою (згідно креслення).

Таблиця 3.1

Основні елементи пристрою (згідно креслення)

№	Назва	Призначення
1	Плита основна	Основа для всіх елементів
2	Кріпильні отвори	Фіксація на верстаті або столі
3	Центрувальна оправка	Орієнтація деталі по отвору
4	Палець або шпилька базова	Забезпечує початкову фіксацію
5	Штанга тримача індикатора	Несе індикатор
6	Індикатор годинникового типу	Контроль відхилень
7	Стойка індикатора	Опора для штанги
8	Кріплення стійки	Фіксація положення
9	Притискний механізм	Фіксація деталі з другої сторони
10	Ручка затиску	Забезпечує надійну фіксацію

Основні особливості контрольного пристрою:

- Жорстка база виключає деформації при вимірюванні.
- Індикатор забезпечує точність до сотих часток міліметра.
- Регульованість вузлів дозволяє пристосовуватись до різних модифікацій поршнів.

Висновок. Цей спеціальний контрольний пристрій використовується на контрольно-вимірювальних операціях після механічної обробки отворів у поршні. Його головне завдання - забезпечити контроль співвісності отворів із максимально допустимим відхиленням не більше 0,02 мм, що критично для правильної роботи гідроциліндра.

Висновки до 3 розділу

У третьому розділі було здійснено комплексне конструкторське опрацювання технологічного оснащення, необхідного для забезпечення ефективної обробки отворів у деталі типу «Поршень гідроциліндра». Розглядалося як проектування допоміжних пристосувань, так і підбір інструментального оснащення та контрольних пристроїв, що в сукупності сприяє підвищенню точності, продуктивності й надійності технологічного процесу.

Було спроектовано та розраховано спеціальне верстатне пристосування для базування та закріплення деталі під час виконання обробки. Здійснено вибір конструктивної схеми, визначено тип базування, а також проведено розрахунки елементів пристрою на міцність та точність, що забезпечує стабільну обробку з дотриманням необхідних допусків.

Було спроектовано та розраховано спеціальний різальний інструмент (токальний різець з тригранною пластиною) з урахуванням вимог до точності, геометрії отворів і властивостей оброблюваного матеріалу. Було визначено раціональні геометричні параметри інструмента, обґрунтовано вибір матеріа-

					MI 131.00.1/Б 102/с 025 00-ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		72

лу та покриття, що сприяє подовженню його експлуатаційного ресурсу та підвищенню якості обробленої поверхні.

Також було представлено проектування засобів технічного контролю - зокрема, спеціального контрольного пристрою для перевірки співвісності отворів. Проведені розрахунки та аналіз забезпечують високу точність вимірювань (до 0,01 мм), що є критично важливим для гарантування відповідності геометричних параметрів деталі технічним вимогам.

					MI 131.00.1/Б 102/с 025 00-ПЗ	Арк.
						73
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

4. СПЕЦІАЛЬНИЙ РОЗДІЛ

4.1. Гідроциліндри для широкої сфери використання в народному господарстві держави

Гідроциліндри - це силові гідравлічні механізми, що перетворюють енергію тиску рідини у механічну поступальну силу та переміщення. Вони відіграють ключову роль у численних галузях народного господарства України, забезпечуючи ефективну роботу машин, обладнання й технічних систем.



Рис.4.1. Промислові гідроциліндри

Сфери використання гідроциліндрів у господарстві України

1. **Сільське господарство**
 - Підйом і опускання навісного обладнання на тракторах.
 - Управління плугами, сівалками, культиваторами.
 - Гідравліка зернозбиральних комбайнів, причепів, розкидувачів добрив.
2. **Будівництво**
 - Гідросистеми екскаваторів, бульдозерів, автокранів.
 - Підйомні платформи, бетонозмішувачі, землерийні машини.
3. **Промисловість**
 - Преси, формувальні машини, гідравлічні підйомники.

- Обладнання для обробки металів та лиття.
- 4. **Лісове господарство**
 - Маніпулятори, грейфери, дровоколи.
 - Автокрани для транспортування деревини.
- 5. **Комунальне господарство**
 - Смітєвози, піскорозкидачі , дорожні машини.
 - Снігоприбиральна техніка з гідравлічним управлінням лопатами.
- 6. **Транспортна галузь**
 - Платформи вантажного транспорту, гідроборти.
 - Авто-сервісне обладнання (підйомники).

Переваги використання гідроциліндрів

- Висока сила при компактних розмірах.
- Надійність та довговічність.
- Можливість автоматизації процесів.
- Енергоефективність.
- Точність регулювання руху.

Українські виробники гідроциліндрів

- ПАТ «Гідросила» (Кропивницький) - один з найбільших у Східній Європі виробників гідравліки (рис.4.2).
- Харківський завод гідравлічних машин (ХЗГМ).
- ТОВ «Гідро-Макс» (Дніпро).
- Заводи спецтехніки (через власні гідроцехи) - наприклад, «Богдан», «Ельворті», «Автокраз».

Гідроциліндри є критично важливими елементами техніки, що забезпечує сучасне механізоване виробництво в багатьох галузях народного господарства України. Їхнє впровадження сприяє підвищенню продуктивності,

					MI 131.00.1/Б 102/с 025 00-ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		75

безпеки та автоматизації виробничих процесів, що є актуальним завданням у контексті технічного переоснащення країни [3].



Рис.4.2. ПАТ «Гідросила» (Кропивницький)

Гідроциліндри поршневі



Гідроциліндри поршневі серії "МС"

Поршневі гідроциліндри двосторонньої дії. Зварна конструкція гідроциліндрів серії "МС" дозволяє їм працювати в гідросистемах з номінальним тиском до 280 бар. Гідроциліндри серії "МС" є кращим рішенням для більшості сфер застосування завдяки їх компактній і надійній конструкції.

[Детальніше >](#)



Гідроциліндри поршневі серії "С"

Поршневі гідроциліндри двосторонньої дії. Гідроциліндри серії "С" можуть працювати в гідросистемах з номінальним тиском до 160 бар. Анкарная конструкція має відмінну ремонтпридатність в польових умовах. Циліндри серії "С" є хорошим рішенням для сільськогосподарських машин, а також іншої техніки де немає високих тисків і імпульсних навантажень.

[Детальніше >](#)

Гідроциліндри плунжерні



Гідроциліндри плунжерні серії "МСП"

Плунжерні гідроциліндри односторонньої дії. Зварна конструкція гідроциліндрів серії "МСП" дозволяє їм працювати в гідросистемах з номінальним тиском до 250 бар. Гідроциліндри серії "МСП" підійдуть для більшості сфер застосування завдяки їх компактній і надійній конструкції.

[Детальніше >](#)

Гідроциліндри спеціального застосування



Гідроциліндри кермові

Поршневі гідроциліндри двосторонньої дії. Працюють в гідросистемах з номінальним тиском до 200 бар. Застосовуються в гідросистемах рульового управління тракторів МТЗ.

[Детальніше >](#)

Рис.4.3. Асортимент гідроциліндрів українського виробника

ПАТ «Гідросила»

Вітчизняні виробники гідроциліндрів, зокрема такі підприємства як ПАТ «Гідросила», ХЗГМ, ТОВ «Гідро-Макс», довели свою спроможність забезпечувати потреби як внутрішнього ринку, так і експорту. Вони активно впроваджують інноваційні технології, модернізують виробничі потужності та орієнтуються на міжнародні стандарти якості. Їхня діяльність є не лише важливою

					МІ 131.00.1/Б 102/с 025 00-ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		77

складовою економіки України, а й потужним чинником розвитку машинобудування, аграрного сектору та технічної незалежності держави.

Підтримка національних виробників - це інвестиція в технічний прогрес, економічну стабільність і зміцнення позицій України на світовому ринку промислових технологій.

Таблиця 4.1

Основні характеристики гідроциліндрів для сільськогосподарської техніки [3]

Параметр	Опис
Діаметр поршня	Від 40 мм до 200 мм залежно від потреб
Діаметр штока	Від 20 мм до 100 мм
Хід штока	Від 300 мм до 2000 мм
Робочий тиск	Номінальний: 12–25 МПа (120–250 бар)
Матеріали	Закалена сталь, нержавіюча сталь, алюміній
Ущільнення	Високоякісні сальники та манжети
Тип кріплення	Шарнірні, болтові, спеціальні кріплення
Маса	Від 20 кг до 150 кг залежно від розміру та типу

4.2. Технологія складання гідроциліндрів

Складання гідроциліндра - це відповідальний технологічний процес, метою якого є забезпечення герметичності, надійності, довговічності та точнос-

ті роботи гідравлічного механізму. Від якості складання залежить ресурс гідроциліндра, стійкість до навантажень і витривалість в умовах експлуатації.

Основні етапи технології складання

1. Підготовка комплектуючих:
 - Механічне очищення всіх деталей (штоків, поршнів, корпусів, ущільнень).
 - Контроль на відповідність кресленням (зазори, розміри, шорсткість).
 - Перевірка герметизуючих елементів (О-кільця, манжети, ущільнювачі) на відсутність пошкоджень.
2. Установлення поршня на шток:
 - Поршень кріпиться до штока (зазвичай за допомогою різьби, гайки або шпонки).
 - Встановлення ущільнень поршня (компактів, манжетів), що забезпечують герметичність у циліндрі.
3. Монтаж направляючих втулок і ущільнень:
 - Установлення направляючої втулки в головку циліндра.
 - Введення ущільнюючих елементів штока: грязьознімник, манжети, О-кільця.
4. Збирання корпусу:
 - Шток з поршнем вставляється в циліндричну гільзу.
 - Герметизація торців за допомогою ущільнень або гумових кілець.
 - Прикручування кришки корпусу або фіксація стопорними кільцями.
5. Закручування головки (при наявності різьбового або болтового з'єднання):
 - Головка ущільнюється та кріпиться до гільзи циліндра.
6. Контроль збирання:

					MI 131.00.1/Б 102/с 025 00-ПЗ	Арк.
						79
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

- Візуальний огляд з'єднань, перевірка рухомих частин.
- Перевірка зусилля переміщення штока.
- 7. Гідравлічні випробування:
 - Перевірка на герметичність та міцність під тиском.
 - Випробування на витоки при робочому тиску (гідростенд).

Важливі вимоги до процесу складання

- Чистота: найменші частинки можуть порушити герметичність або призвести до заклинювання.
- Точність: дотримання посадок і зазорів згідно з кресленнями.
- Сумісність матеріалів: ущільнення мають бути стійкими до робочої рідини (наприклад, оливи, емульсії).
- Випробування — обов'язковий етап, що гарантує працездатність гідроциліндра перед відправкою на експлуатацію.

Приклад застосування

На українських підприємствах (наприклад, ПАТ «Гідросила»), збирання відбувається на спеціалізованих лініях, де окремі операції (монтаж ущільнень, різьбове з'єднання, випробування) механізовані або автоматизовані, що дозволяє досягти високої точності та повторюваності процесу.

Технологія збирання гідроциліндрів - це комплексний процес, який вимагає точності, високої кваліфікації персоналу та дотримання технічних умов. Якісне складання - запорука надійної та безперебійної роботи гідравлічних систем у техніці, що використовується в сільському господарстві, будівництві, промисловості та інших ключових галузях України.

					MI 131.00.1/Б 102/с 025 00-ПЗ	Арк.
						80
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

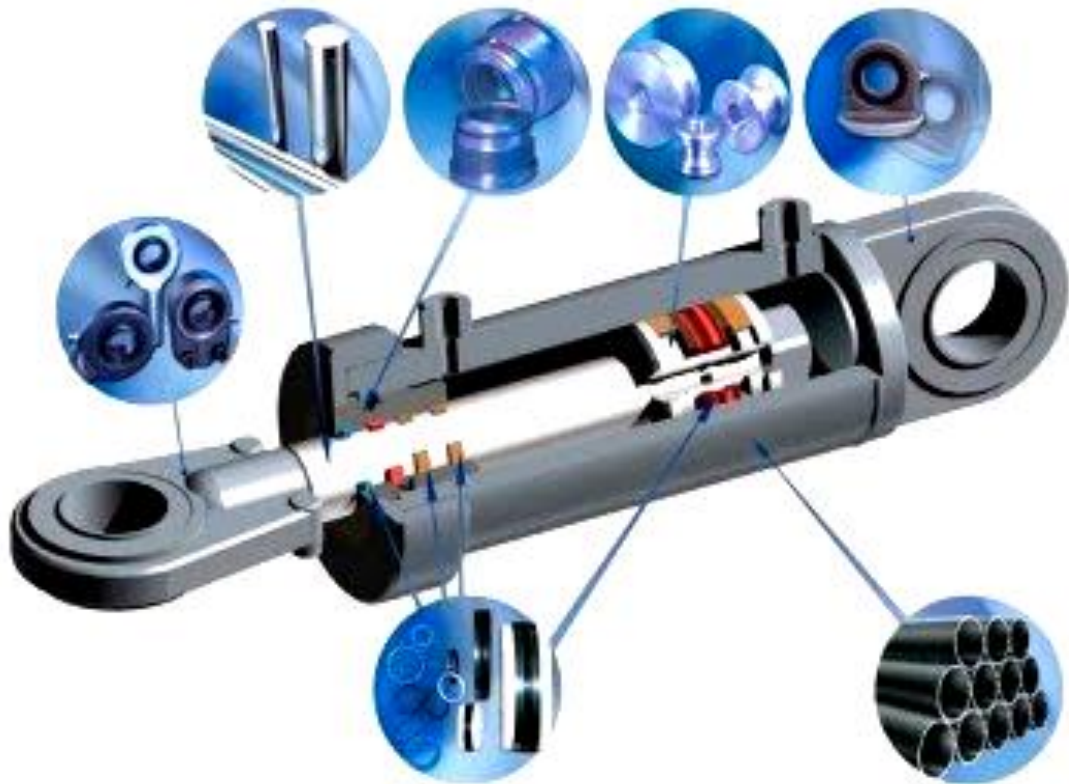


Рис.4.4. Основні елементи та складання гідроциліндра

Висновки до 4 розділу

У четвертому розділі було розглянуто практичні аспекти застосування та технології збирання гідроциліндрів, які є ключовими елементами у складі гідроприводів і широко використовуються в народному господарстві України.

Було проаналізовано значення гідроциліндрів як універсальних виконавчих механізмів, що забезпечують поступальний рух у різних видах техніки та обладнання. Було визначено, що гідроциліндри знаходять широке застосування в сільському господарстві, будівництві, дорожньо-транспортній техніці, промислових верстатах та спецтехніці. Їх надійність, потужність і простота обслуговування роблять їх незамінними для механізації важких операцій.

Особливу увагу приділено типорозмірам, конструкційним особливостям і вимогам до якості виготовлення гідроциліндрів.

Також було розглянуто технологію складання гідроциліндрів. Описано основні стадії процесу, включаючи підготовку компонентів, базування, встановлення ущільнювальних елементів, з'єднання поршня з штоком, складання корпусу та контроль герметичності. Визначено, що дотримання технологічної послідовності й точності на кожному етапі є запорукою безвідмовної роботи гідроциліндра. Також розглянуто заходи контролю якості на етапі складання, зокрема перевірку герметичності, ходу штока та осьового биття.

					MI 131.00.1/Б 102/с 025 00-ПЗ	Арк.
						82
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

ЗАГАЛЬНІ ВИСНОВКИ

У результаті виконаної кваліфікаційної роботи на тему: «Технічна підготовка серійного виробництва гідроциліндрів для широкої сфери використання в народному господарстві держави» було всебічно досліджено та обґрунтовано технологічні, конструкторські та виробничі аспекти виготовлення деталі типу «Поршень гідроциліндра» у контексті серійного виробництва.

У першому розділі здійснено аналіз конструкції поршня, підтверджено його технологічність та доцільність виробництва у промислових умовах. Встановлено, що конструкція забезпечує високі показники герметичності та надійності, а обробка може здійснюватися на універсальному обладнанні.

У другому розділі було розроблено раціональний технологічний маршрут виготовлення деталі, включаючи вибір заготовки, розрахунок припусків, добір устаткування, оснащення та режимів різання. Всі етапи спрямовані на підвищення точності, зниження витрат і забезпечення якості в умовах серійного виробництва.

У третьому розділі виконано проектування спеціального технологічного оснащення: пристосувань, різального інструменту та контрольного пристрою. Це дозволяє значно підвищити точність та стабільність обробки, оптимізувати виробничий процес і забезпечити контроль критичних геометричних параметрів.

У четвертому розділі було висвітлено практичні аспекти застосування гідроциліндрів у народному господарстві України та описано технологію їх складання. Встановлено, що дотримання технологічної послідовності складання й ретельний контроль герметичності забезпечують безвідмовну роботу виробу в експлуатації.

Загалом, результати роботи підтверджують ефективність розробленого техпроцесу, відповідність конструкції вимогам серійного виробництва та практичну значущість гідроциліндрів для різних галузей економіки України.

					MI 131.00.1/Б 102/с 025 00-ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		83

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Боженко Л.І. Технологія машинобудування. Проектування та виробництво заготовок: Підручник. – Львів.: Світ, 1996. – 368 с.
2. Кирилович В.А., Яновський В.А. Технологія автоматизованого виробництва. Випуск 3. Курсове проектування. Навчально-методичний посібник. – Житомир.: ЖІТІ, 2002. – 148 с.
3. Кирилович В.А., Мельничук П.П., Яновський В.А. Основи технологій обробки поверхонь деталей машин: Підручник – Житомир.: ЖДТУ, 2017. – 266 с.
4. Мельничук П.П., Боровик А.І., Лінчевський П.А. Технологія машинобудування: Підручник. – Житомир.: ЖДТУ, 2005. – 924 с.
5. Северилов В.С., Полонський Л.Г., Клименко С.А. Теоретичні основи технології механічної обробки: Навчальний посібник. – Житомир.: ЖІТІ, 2002. – 246 с.
6. Скочко Є.В. Технологія інструментального виробництва: Навчальний посібник. – Житомир.: ЖІТІ, 1999. – 226 с.
7. Яновський В.А., Полонський Л.Г., Мельничук П.П., Ковальов В.В. Дипломне проектування з технології машинобудування; Навчальний посібник. – Житомир.: ЖІТІ, 2001. – 146 с.
8. Яновський В.А., Сніцар В.Г. Технологічна оснастка. Практичні заняття. Навчально-методичний посібник. – Житомир: ЖДТУ, 2005. – 120 с.

Інтернет-джерела

1. Гідротехцентр. Запит на виготовлення гідроциліндра [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <https://hydrotechcentr.com.ua/zapit-na-vigotovlennya-gidrocilindra>

					MI 131.00.1/Б 102/с 025 00-ПЗ	Арк.
						84
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

2. Гідравліка. Гідроциліндри двосторонньої дії [Електронний ресурс] – Режим доступу: <https://hydraulica.kiev.ua/uk/p/169657928-gidrocilindry-dvoynogo-deystviya-hydrocylinder/>

3. Гідроциліндри для сільськогосподарської техніки [Електронний ресурс] – Режим доступу: <https://rivnepost.rv.ua/news/hidrotilindri-dlya-silskohospodarskoi-tekhniki>

4. Етапи збирання та складання гідравлічного циліндра [Електронний ресурс]- Режим доступу: <https://ua.glit-hydro.com/info/hydraulic-cylinder-disassembly-and-assembly-st-61233741.html>

5. Стенд для збирання та розбирання гідроциліндрів [Електронний ресурс]- Режим доступу: <https://zeppelin.ua/service/hydraulic-cylinders-stand/>

6. Захисні заходи та необхідні умови розбирання гідравлічних циліндрів [Електронний ресурс]- Режим доступу: <https://ua.glit-hydro.com/info/protection-measures-and-disassembly-essentials-78220539.html>

7. Методи та вимоги складання гідроциліндрів [Електронний ресурс]- Режим доступу: <https://ua.wxglit-hydraulic.com/info/methods-and-requirements-for-assembling-hydrau-78220517.html>

					МІ 131.00.1/Б 102/с 025 00-ПЗ	Арк.
						85
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Дубл.									
Зам.									
Підп.					Змін.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата
							н		
Міністерство освіти і науки України ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «ЖИТОМИРСЬКА ПОЛІТЕХНІКА» КОМПЛЕКТ ТЕХНОЛОГІЧНОЇ ДОКУМЕНТАЦІЇ обробки деталі «Поршень гідроциліндра» Розробив: _____ Фещук А.А. Перевірив: _____ Мельничук П.П. Житомир – 2025 рік									
ТЛ									

																Аркуш	Аркушів			
																	1			
Розроб.	Фещук А.А.								Державний університет «Житомирська політехніка»											
Перевірів	Мельничук П.П.																			
Т.контр.									Поршень гідроциліндра											
Н. контр.																				
M01	Сталь 45 ДСТУ 7809:2015																			
M02	Код		ОВ	МД	ОН	Н.ви	КВМ	Код загот.	Профіль і розміри			КД	МЗ							
	41112X		К2	1,25			0,83	41211X					1	1,81						
A	Це	Уч.	РМ	Опер	Код,назва операції					Позначення документа										
B	Код,назва обладнання								СМ	Про	Р	УП	КР	КОВ	ОН	ОП	Кит	Тп.з	Тшт.	
A	xx	xx	xx	010	4262 Токарна з ЧПК					Інструкція з охорони праці № 005										
B	381024				16K20Ф3					2	1529	311	1P	1	1	1	50	1	12	2,91
A	xx	xx	xx	015	4262 Токарна з ЧПК					Інструкція з охорони праці №										
B	381024				16K20Ф3					2	1529	311	1P	1	1	1	50	1	17,5	16,34
A	xx	xx	xx	020	4262 Токарна з ЧПК					Інструкція з охорони праці №										
B	381024				16K20Ф3					2	1529	311	1P	1	1	1	50	1	17,5	25,7
A	xx	xx	xx	025	4262 Токарна з ЧПК					Інструкція з охорони праці №										
B	381024				16K20Ф3					2	1529	311	1P	1	1	1	50	1	17	10,6
МК																				

																Аркуш	Аркушів	
																	2	
Розроб.	Фещук А.А.							Державний університет «Житомирська політехніка»										
Перевірів	Мельничук П.П.																	
Т.контр.								Поршень гідроциліндра										
Н. контр.																		
M01	Сталь 45 ДСТУ 7809:2015																	
M02	Код	ОВ	МД	ОН	Н.ви	КВМ	Код загот.	Профіль і розміри		КД	МЗ							
	41112X Кг 1,25					0,83	41211X			1	1,81							
A	Це	Уч.	РМ	Опер	Код,назва операції			Позначення документа										
B	Код,назва обладнання						СМ	Проф	Р	УП	КР	КОВ	ОН	ОП	Кит.	Тп.з	Тшт.	
A	xx	xx	xx	030	4262 Токарна з ЧПК			Інструкція з охорони праці №										
B	381024				16K20Ф3			2	1529	311	1P	1	1	1	50	1	14	12,11
A	xx	xx	xx	035	4262 Токарна з ЧПК			Інструкція з охорони праці №										
B	381024				16K20Ф3			2	1529	311	1P	1	1	1	50	1	15,5	12,34
A	xx	xx	xx	040	4262 Токарна з ЧПК			Інструкція з охорони праці №										
B	381024				16K20Ф3			2	1529	311	1P	1	1	1	50	1	14,6	12,7
	xx	xx	xx	045	4262 Токарна з ЧПК			Інструкція з охорони праці №										
	381024				16K20Ф3			2	1832	311	1P	1	1	1	50	1	12,8	12,7
A																		
B																		
МК																		

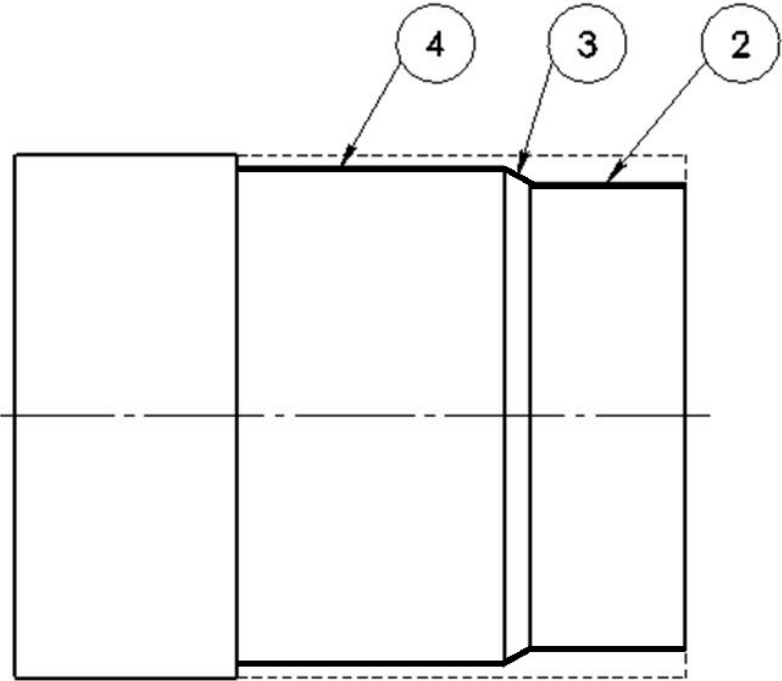
														Аркуш	Аркушів				
															3				
Розроб.	Фещук А.А.							Державний університет «Житомирська політехніка»											
Перевірів	Мельничук П.П.																		
Т.контр.								Поршень гідроциліндра											
Н контр																			
M01	Сталь 45 ДСТУ 7809:2015																		
M02	Код		ОВ	МД	ОН	Н.ви	КВ	Код загот.	Профіль і розміри		КД	МЗ							
	41112X		К2	1,25			0,83	41211X			1	1,81							
A	Це	Уч.	РМ	Опе	Код,назва операції				Позначення документа										
B	Код,назва обладнання				СМ	Про	Р	УП	КР	КОВ	ОН	ОП	Ки	Тп.	Тшт				
A	xx	xx	xx	050	4262 Токарна з ЧПК				Інструкція з охорони праці №										
B	381024				16K20Ф3				2	1529	311	1P	1	1	1	50	1	16	12,91
A	xx	xx	xx	055	4262 Токарна з ЧПК				Інструкція з охорони праці №										
B	381024				16K20Ф3				2	1529	311	1P	1	1	1	50	1	12,7	16,34
A	xx	xx	xx	060	4262 Токарна з ЧПК				Інструкція з охорони праці №										
B	381024				16K20Ф3				2	1529	311	1P	1	1	1	50	1	14,5	15,7
	xx	xx	xx	065	4262 Токарна з ЧПК				Інструкція з охорони праці №										
	381024				16K20Ф3				2	1529	311	1P	1	1	1	50	1	15,2	15,2
A																			
B																			
МК																			

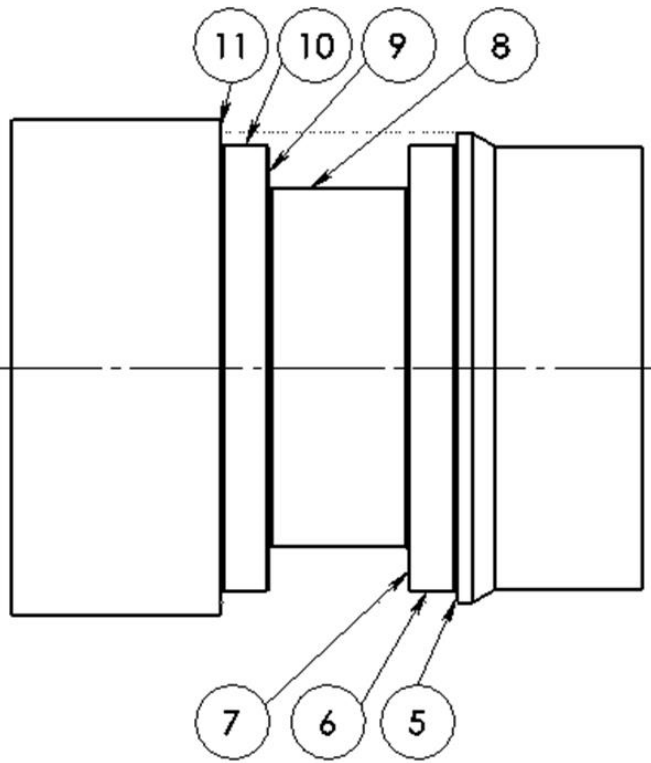
																		Аркуш		Аркушів			
																				4			
Розроб.		Фещук А.А.									Державний університет «Житомирська політехніка»												
Перевірів		Мельничук П.П.																					
Т.контр.																							
Н. контр.																							
М01		Сталь 45 ДСТУ 7809:2015																					
М02		Код		ОВ	МД	ОН	Н.ви	КВ	Код загот.		Профіль і розміри			КД	МЗ								
		41112X		К2	1,25			0,83	41211X					1	1,81								
А		Це	Уч.	РМ	Опе	Код,назва операції				Позначення документа													
Б		Код,назва обладнання								СМ	Про	Р	УП	КР	КОВ	ОН	ОП	Кш	Тп.	Тшт			
А		хх	хх	хх	070	4262 Токарна з ЧПК				Інструкція з охорони праці №													
Б		381024				16К20Ф3				2	1529	311	ІР	1	1	1	50	1	17	12,9			
А		хх	хх	хх	075	4430 Вертикально-свердлильна				Інструкція з охорони праці №													
Б		361060				2С150ПМФ4				2	1832	312	ІР	1	1	1	50	1	17,5	16,34			
А		хх	хх	хх	080	4568 Круглошліфувальна				Інструкція з охорони праці №													
Б		351582				Bernardo URS500N				2	1632	318	ІР	1	1	1	50	1	15,8	15,7			
		хх	хх	хх	085	4568 Круглошліфувальна				Інструкція з охорони праці №													
		351582				Bernardo URS500N				2	1632	318	ІР	1	1	1	50	1	12,2	14,8			
А																							
Б																							
		хх	хх	хх	090	4825 Контрольна																	
МК																							

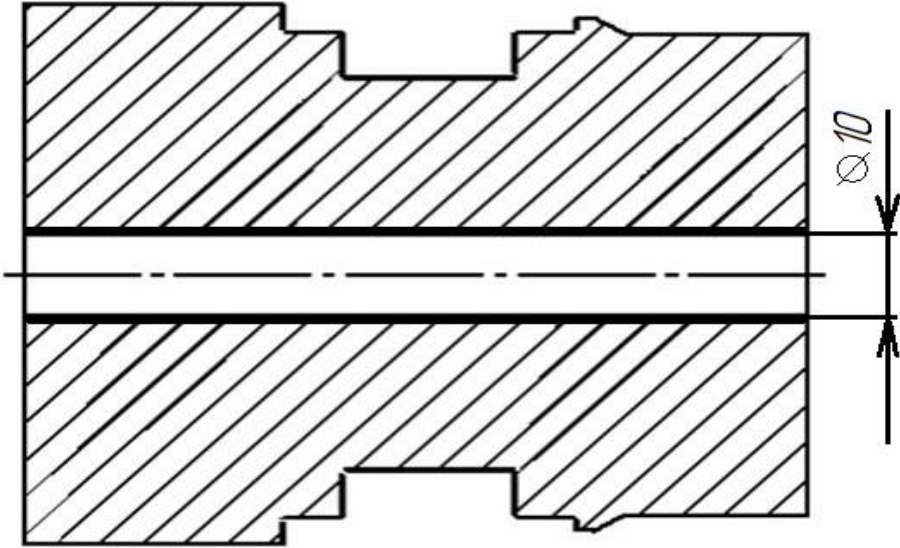
							Ар-	Аркү-	
								1	
Розробив	Фещук А.А.				Державний університет «Житомирська політехні- ка»				
Перевірів	Мельничук П.П.								
				Поршень гідроциліндра			н		010
Н. контр									



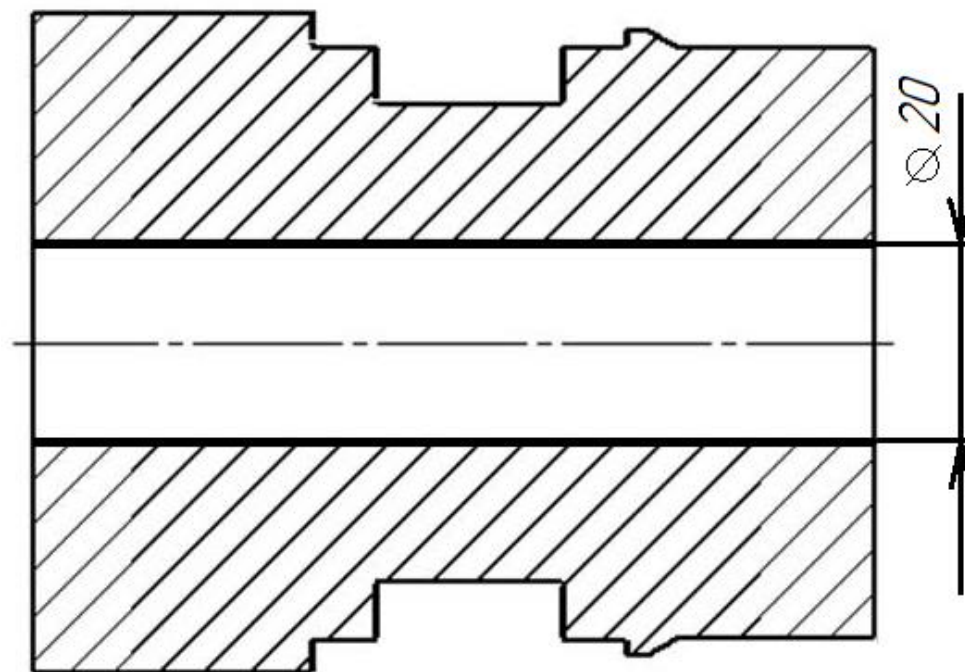
КЕ	
----	--

							<i>Аркуш</i>		<i>Аркушів</i>	
									<i>1</i>	
<i>Розробив</i>	Фещук А.А.				Державний університет «Житомирська політехні- ка»					
<i>Перевірів</i>	Мельничук П.П.									
				<i>Поршень гідроциліндра</i>				<i>н</i>		
<i>Н. контр</i>										<i>015</i>
										
<i>KE</i>										

							Аркуш		Ар-		
									1		
Розробив	Фецук А.А.				Державний університет «Житомирська політехніка»						
Перевірів	Мельничук П.П.										
				Поршень гідроциліндра				н			0
Н. контр											2
											
КЕ											

							Аркуш		Аркушів		
									1		
Розробив	Фещук А.А.				Державний університет «Житомирська політехні- ка»						
Перевірів	Мельничук П.П.										
				Поршень гідроциліндра				н			025
											
KE											

							Аркуш	Аркушів	
								1	
Розробив	Фещук А.А.			Державний університет «Житомирська політехніка»					
Перевірів	Мельничук П.П.								
Н. контр				Поршень гідроциліндра		н			030

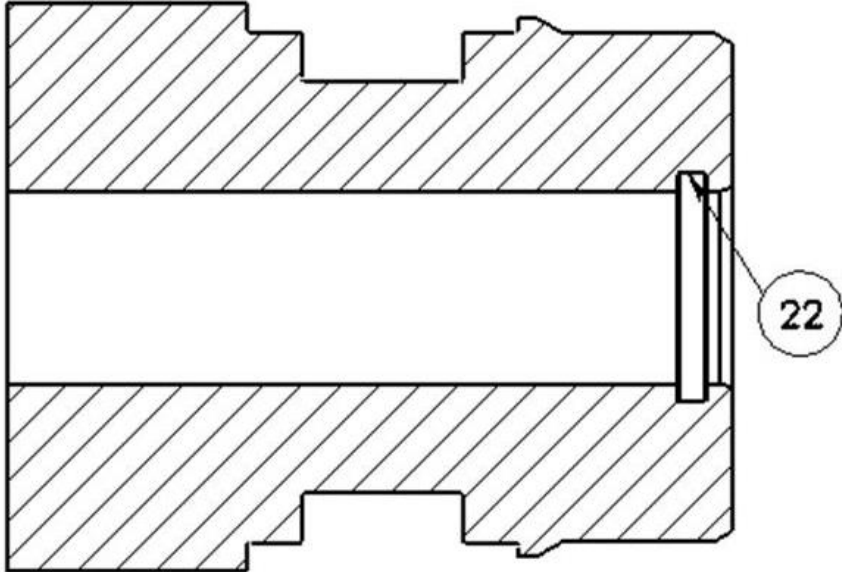


								Аркуш	Аркушів
									1
Розробив	Фещук А.А.				Державний університет «Житомирська політехніка»				
Перевірів	Мельничук П.П.								
				Поршень гідроциліндра				н	
Н. контр									035

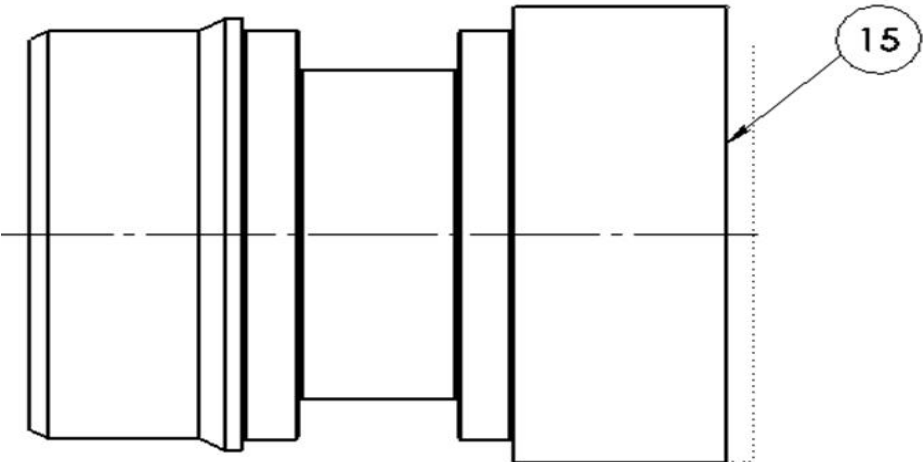
KE

							Ар-		Ар-	
									1	
Розробив	Фещук А.А.				Державний університет					
Перевірів	Мельничук П.П.				«Житомирська політехні-					
					ка»					
				Поршень гідроциліндра				н		
Н. контр										040

КЕ		
----	--	--

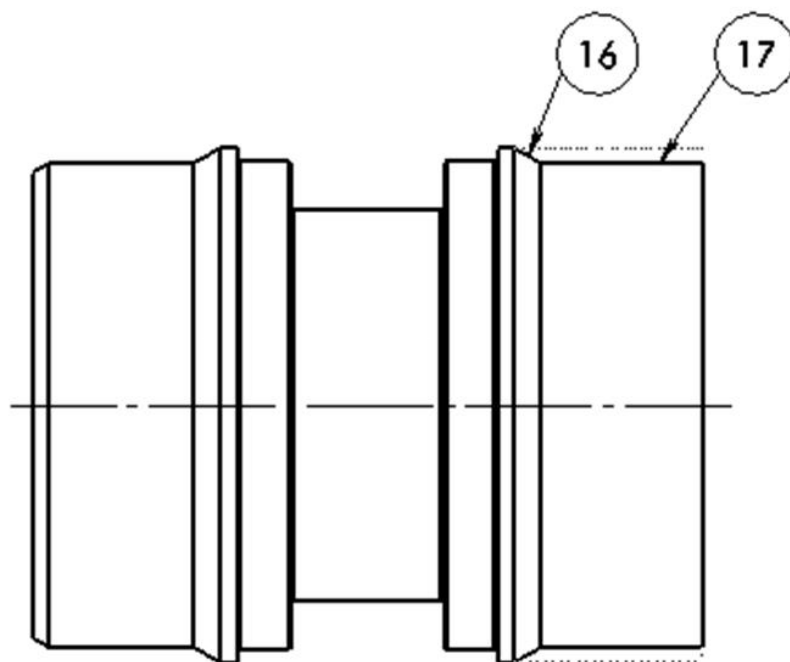
							Аркуш		Арку-	
									1	
Розробив	Фещук А.А.			Державний університет «Житомирська політехніка»						
Перевірів	Мельничук П.П.									
				Поршень гідроциліндра				н		045
Н. контр										
										
KE										

								<i>Аркуш</i>		<i>Арку-</i>			
										<i>1</i>			
<i>Розробив</i>	<i>Фещук А.А.</i>				<i>Державний університет «Житомирська політехніка»</i>								
<i>Перевірів</i>	<i>Мельничук П.П.</i>												
				<i>Поршень гідроциліндра</i>						<i>н</i>			<i>050</i>
<i>Н. контр</i>													



<i>KE</i>	
-----------	--

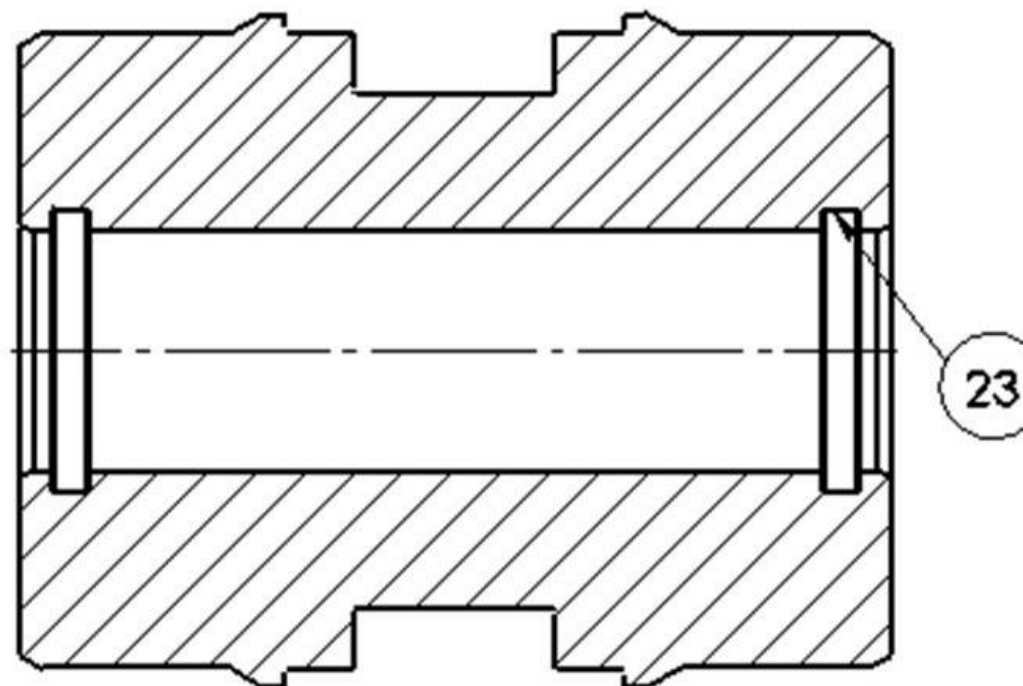
							<i>Аркуш</i>		<i>Арку-</i>	
									<i>1</i>	
<i>Розробив</i>	<i>Фещук А.А.</i>				<i>Державний університет «Житомирська політехніка»</i>					
<i>Перевірів</i>	<i>Мельничук П.П.</i>									
				<i>Поршень гідроциліндра</i>			<i>н</i>			<i>055</i>
<i>Н. контр</i>										



								<i>Аркуш</i>		<i>Арку-</i>			
										<i>1</i>			
<i>Розробив</i>	<i>Фещук А.А.</i>				<i>Державний університет «Житомирська політехніка»</i>								
<i>Перевірів</i>	<i>Мельничук П.П.</i>												
				<i>Поршень гідроциліндра</i>						<i>н</i>			<i>060</i>
<i>Н. контр</i>													

<i>KE</i>	
-----------	--

							Аркуш	Арку-
								1
Розробив	Фещук А.А.			Державний університет «Житомирська політехніка»				
Перевірів	Мельничук П.П.							
				Поршень гідроциліндра			н	
Н. контр								065



							Аркуш	Арку-
								1
Розробив	Фещук А.А.			Державний університет «Житомирська політехніка»				
Перевірів	Мельничук П.П.							
				Поршень гідроциліндра			н	
Н. контр								070

