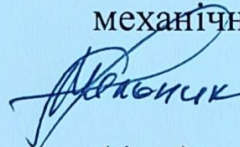


Міністерство освіти і науки України
Державний університет “Житомирська політехніка”
Кафедра механічної інженерії

“На правах рукопису”
УДК 621

“До захисту допущено”

Завідувач кафедри
механічної інженерії



(підпис)

Мельник О.Л.

(прізвище, ініціали)

БАКАЛАВРСЬКА

КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА

зі спеціальності 131 “Прикладна механіка”

(ОПП “Високотехнологічний комп'ютерний інжиніринг”)

на тему: “Конструкторсько-технологічна підготовка виготовлення деталі «Корпус
клапана перепускного»”.

МП 131.00.1/Б 90/с 002 00-ПЗ

Студент групи

ПМ-141

Андрусенко Станіслав Миколайович

шифр групи

(прізвище, ім'я, по батькові)

(підпис)

Керівник

к.т.н., Степчин Я.А.

(науковий ступінь та вчене звання, прізвище, ініціали)

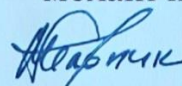
(підпис)

ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «ЖИТОМИРСЬКА ПОЛІТЕХНІКА»

Факультет комп'ютерно-інтегрованих технологій, мехатроніки і робототехніки
Кафедра механічної інженерії
Освітній ступінь: бакалавр
Спеціальність: 131 «Прикладна механіка»

“ЗАТВЕРДЖУЮ”

Завідувач кафедри
механічної інженерії


(підпис)

Мельник О.Л.
(прізвище, ініціали)

ЗАВДАННЯ НА КВАЛІФІКАЦІЙНУ БАКАЛАВРСЬКУ РОБОТУ СТУДЕНТУ Андрусенку Станіславу Миколайовичу

1. Тема роботи: «Конструкторсько-технологічна підготовка виготовлення деталі «Корпус клапана перепускного»».

Керівник роботи: Степчин Ярослав Анатолійович, к.т.н.

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

2. Строк подання студентом роботи на кафедру – 15 травня 2024 року.

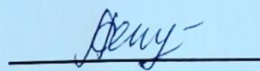
3. Вихідні дані до роботи: робочий кресленик деталі; комплект документації базового технологічного проекту; довідникова література, методичні посібники; типові технологічні процеси.

4. Перелік завдань, які потрібно вирішити: провести аналітичне дослідження технологічних підходів до виготовлення та експлуатаційних характеристик перепускного клапану; розрахувати, аналізувати і визначити всі операції для виготовлення і обробки заготовки; розробити 3D - модель клапана перепускного, заготовки клапана і спеціального пристрою; розрахувати спеціальний вимірювальний пристрій.

5. Орієнтовний перелік графічного матеріалу: робочий кресленик деталі; кресленик заготовки; кресленик спеціального пристрою; кресленик вузла; кресленик деталей збірки; кресленик калібр-скоб.

6. Дата видачі завдання 01 березня 2024 року.

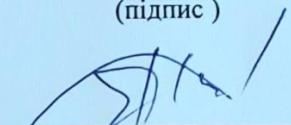
Студент


(підпис)

Андрусенко С.М.

(прізвище та ініціали)

Керівник роботи


(підпис)

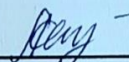
Степчин Я.А.

(прізвище та ініціали)

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН ВИКОНАННЯ РОБОТИ

№ з/п	Назва етапів бакалаврської роботи	Термін виконання	Примітка
1.	Виконання розділу “Загально-технічний”	08.04.24	
2.	Виконання розділу “Технологічний”	25.04.24	
3.	Виконання розділу “Конструкторський”	05.05.24	
4.	Кінцеве оформлення змісту, висновків, графічної частини бакалаврської роботи	06.06.24	
5.	Підготовка доповіді, ілюстративного матеріалу та презентації	07.05.2024	
6.	Подання бакалаврської роботи на кафедру	10.06.2024	
7.	Передзахист кваліфікаційної роботи	12.06.2024	
8.	Захист кваліфікаційної роботи в ЕК	18.06.24	

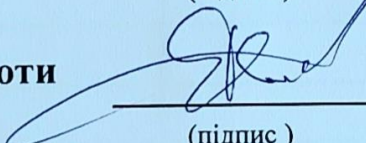
Студент


(підпис)

Андрусенко С.М.

(прізвище та ініціали)

Керівник роботи

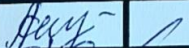
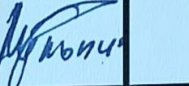

(підпис)

Степчин Я. А.

(прізвище та ініціали)

Формат	Зона	Поз.	Позначення	Найменування	Кількість	Примітка
			<u>Документація</u>			
A4		1	МІ 131.00.1/Б 90/с 002 00-ПЗ	Пояснювальна записка	1	
			<u>Конструкторська документація</u>			
A1		2	МІ 131.00.1/Б 90/с 002 01-СК	Вузол	1	
A3		3	МІ 131.00.1/Б 90/с 002 01	Корпус	1	
A4		4	МІ 131.00.1/Б 90/с 002 00	Заготовка	1	
A1		5	МІ 131.00.1/Б 90/с 002 02-СК	Пристосування	1	
A3		6	МІ 131.00.1/Б 90/с 002 00-КІ	Калібр-пробка	2	
			<u>Технологічна документація</u>			
A4		7	МІ 131.00.1/Б 90/с 002 01	Маршрутна карта	2	
A4		8	МІ 131.00.1/Б 90/с 002 02	Операційна карта	10	
A4		9	МІ 131.00.1/Б 90/с 002 03	Карта ескізів	2	

МІ 131.00.1/Б 90/с 002 00-ВР

					МІ 131.00.1/Б 90/с 002 00-ВР							
Зм	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата								
Виконав		Андрусенко С. М.			Відомість бакалаврської роботи							
Перев.		Степчин Я. А.								Літ.	Аркуш	Аркушів
											1	1
Н.контр.										Державний університет «Житомирська політехніка» ПМ-141		
Затв.		Мельник О.Л.										

АНОТАЦІЯ

Андрусенко Станіслав Миколайович. **Конструкторсько-технологічна підготовка виготовлення деталі «Корпус клапана перепускного»** – Рукопис.

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

Кваліфікаційна робота містить 68 аркушів формату А4 пояснювальної записки, в тому числі 19 рисунків, 9 таблиць та список літератури з 13 джерел.

У бакалаврській кваліфікаційній роботі проведено літературний огляд загальних питань теми роботи. Було визначено призначення деталі «Корпус клапана перепускного» та його експлуатаційні умови. Розроблено технологічний процес виготовлення деталі «Корпус клапана перепускного», підібрано технологічне обладнання та оснащення, визначені режими різання, виконано технічне нормування та розроблено конструкторсько-технологічну документацію, специфікації та карти наладок.

Було розроблено спеціальне верстатне пристосування для фрезерування поверхонь.

Ключові слова: корпус, клапан, виготовлення, аналіз, обробка, розрахунок.

ANNOTATION

Andrusenko S.M. **Design and technological preparation for the manufacture of the "Bypass valve housing" part.** – Manuscript.

The bachelor's qualification work is submitted for the Bachelor's degree, field of knowledge 13 «Mechanical engineering» of specialty 131 «Applied mechanics» (Educational program "High-tech computer engineering"). - Zhytomyr Polytechnic State University, Zhytomyr, 2024.

The qualification paper contains 68 A4 format pages of explanatory note, including 19 illustrations, 9 tables and reference list of 13 sources.

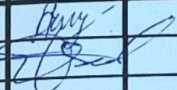
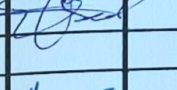
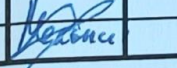
The technological process of manufacturing the part "Bypass valve housing" was developed, technological equipment and equipment were selected, cutting modes were determined, technical standardization was carried out, and design and technological documentation, specifications and adjustment maps were developed.

A special machine tool for surface milling has been developed.

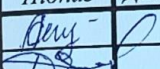
Keywords: body, valve, manufacturing, analysis, processing, calculation.

ЗМІСТ

	с.
ВСТУП.....	8
1. ЗАГАЛЬНО-ТЕХНІЧНИЙ РОЗДІЛ.....	9
1.1 Літературний огляд функціоналу та експлуатаційних умов перепускного клапану.....	9
1.1.1. Функціональне призначення перепускного клапана.....	9
1.1.2. Експлуатаційні умови роботи перепускного клапана.....	11
1.2. Літературний огляд сучасних підходів до виготовлення корпусу клапана.....	12
1.2.1. Сучасні інженерні рішення в напрямку виготовлення корпусу клапана.....	13
1.2.2. Аналітичне дослідження експлуатаційних характеристик корпусу клапана.....	14
1.3. Виконання 3D моделі вузла та 2D документації.....	16
1.3.1. Розробка збірки клапана по технології “зверху вниз”.....	16
Висновки до розділу 1.....	20
2.ТЕХНОЛОГІЧНИЙ РОЗДІЛ.....	22
2.1. Службове призначення та аналіз конструкції деталі.....	22
2.2. Аналіз технологічності конструкції деталі корпус клапана.....	23
2.3. Визначення програми випуску деталей та типу виробництва.....	27
2.4. Вибір конструкції заготовки та способу її виготовлення.....	29

МІ 131.00.1/Б 90/с 002 00-ПЗ							
Зм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата			
Розроб.		Андрюсенко					
Провір.		Степчин Я.					
Реценз.							
Н. Контр.							
Затверд.		Мельник О.Л.					
					Лім.	Лист	Листів
						7	
					ПМ-141		

2.5. Розробка технологічного маршруту виготовлення деталі.....	32
2.6. Визначення загальних та міжопераційних припусків на обробку деталі.....	33
2.7. Вибір технологічного обладнання.....	38
2.8. Розрахунок режимів різання та технічне нормування технологічного процесу.....	44
Висновки до розділу 2.....	57
 3. КОНСТРУКТОРСЬКИЙ РОЗДІЛ.....	 58
3.1. Опис спеціального верстатного пристрою.....	58
3.2. Проектування та розрахунок спеціальних засобів технічного контролю.....	61
Висновки до розділу 3.....	62
ВИСНОВКИ.....	63
ЛІТЕРАТУРА.....	64
ДОДАТКИ.....	66

					МІ 131.00.1/Б 90/с 002 00-ПЗ		
Зм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата	Лім.	Лист	Листів
Розроб.		Андрюсенко				8	
Провір.		Степчин Я.А.			ПМ-141		
Реценз.							
Н. Контр.							
Затверд.		Мельник О.Л.					

ВСТУП

Однією з основних галузей промисловості України є машинобудування. Ця галузь охоплює широкий спектр підприємств, які виробляють машини, різне обладнання, транспортні прилади, засоби та інші металеві вироби.

У багатьох механічних системах, одним з важливих компонентів є перепускний клапан, який допомагає захистити обладнання від пошкоджень і забезпечують безпечну та ефективну роботу систем. У свою чергу, перепускний клапан (ще відомий як переливний клапан) – це пристрій, який призначений для регулювання тиску середовища на заданому рівні шляхом перепуску надлишкової рідини або газу через відгалуження трубопроводу.

Сам цей клапан складається з багатьох компонентів, одним з яких є корпус самого клапана. Для безвідмовної і продуктивної роботи клапана на протязі строку експлуатації, потрібно щоб всі його компоненти були виготовленні якомога точніше і якісніше. Все це може бути досягнуто за допомогою передових технологій обробки, до яких входить робота з машинами з ЧПУ, а також використання високоточного вимірювального і різального інструменту.

Таким чином, розробка оптимального технологічного процесу виготовлення корпусу клапана перепускного є метою бакалаврської роботи.

					МІ 131.00.1/Б 090/с 002 00-ПЗ	Арк.
						9
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

1. ЗАГАЛЬНО-ТЕХНІЧНИЙ РОЗДІЛ

1.1 Літературний огляд функціоналу та експлуатаційних умов перепускного клапану

1.1.1. Функціональне призначення перепускного клапана

Перепускний клапан, також відомий як запобіжний клапан або клапан скидання тиску, – це пристрій, призначений для підтримки тиску рідини або газу на заданому рівні. Він робить це шляхом перепуску надлишкової рідини або газу з одного контуру в інший, коли тиск стає занадто високим.

Перепускні клапани використовуються в широкому спектрі застосувань, включаючи:

- Системи опалення: для захисту котлів та трубопроводів від пошкодження, спричиненого надмірним тиском (рис. 1.1).
- Водопровідні системи: для запобігання розриву труб та інших пошкоджень, спричинених гідроударом (рис. 1.2).
- Двигуни внутрішнього згоряння: для регулювання тиску масла та запобігання його пошкодженню (рис. 1.3).
- Гідравлічні системи: для запобігання перевантаженню та пошкодженню компонентів системи.

Перепускні клапани зазвичай складаються з корпусу, пружини та запірного елемента. Корпус містить пружину та запірний елемент, який може відкриватися або закриватися залежно від тиску. Пружина утримує запірний елемент у закритому положенні, коли тиск низький. Коли тиск зростає, пружина стискається, а запірний елемент відкривається, дозволяючи рідині або газу перетікати в інший контур.

Існує багато різних типів перепускних клапанів, кожен з яких має свої власні характеристики та призначений для конкретних застосувань. Деякі з найпоширеніших типів перепускних клапанів включають:

- Кульові клапани: мають запірний елемент у формі кулі, який обертається для відкриття або закриття потоку.
- Мембранні клапани: мають запірний елемент у формі мембрани, яка згинається для відкриття або закриття потоку.
- Запірні голчасті клапани: мають запірний елемент у формі голки, який входить у отвір для закриття потоку.

					МІ 131.00.1/Б 090/с 002 00-ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		10



Рисунок 1.1. Перепускні клапани в системі опалення

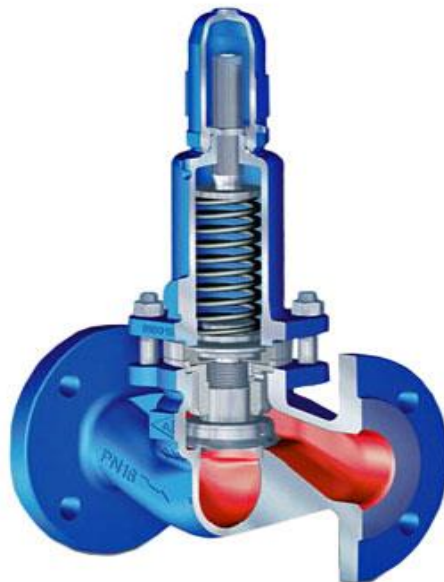


Рисунок 1.2. Перепускний клапан в водопровідній системі



Рисунок 1.3. Перепускний клапан для палива

1.1.2. Експлуатаційні умови роботи перепускного клапана

Щоб забезпечити безперервну роботу і довговічність пристрою, потрібно дотримуватися рекомендованих експлуатаційних умов.

1. Тиск:

- Максимальний робочий тиск: Перепускний клапан повинен бути розрахований на максимальний тиск, який може виникнути в системі. Перевищення цього значення може призвести до пошкодження клапана та витоку.

- Мінімальний робочий тиск: Деякі клапани мають мінімальний робочий тиск, нижче якого вони можуть не працювати належним чином.

2. Температура:

- Діапазон робочих температур: Перепускний клапан повинен бути розрахований на діапазон температур рідини або газу, з якими він буде контактувати. Занадто висока або занадто низька температура може призвести до деформації або пошкодження матеріалів клапана.

3. В'язкість:

- В'язкість рідини: В'язкість рідини може впливати на пропускну здатність клапана. Деякі клапани призначені для роботи з рідинами різної в'язкості.

4. Корозія:

- Матеріал корпусу: Матеріал корпусу клапана повинен бути стійким до корозії в середовищі, де він буде використовуватися.

5. Забруднення:

- Забруднення: Забруднення може засмітити клапан, що призведе до його нещільного закриття або неповного відкриття.

6. Обслуговування:

- Регулярне обслуговування: Перепускний клапан необхідно регулярно очищати, перевіряти та ремонтувати згідно з інструкціями виробника.

7. Додаткові фактори:

					МІ 131.00.1/Б 090/с 002 00-ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		12

- Частота використання: Частота використання клапана може впливати на його термін служби.

- Тип рідини або газу: Деякі клапани не підходять для певних типів рідин або газів.

- Умови навколишнього середовища: Умови навколишнього середовища, такі як вологість, температура та вібрація, можуть впливати на роботу клапана.

Недотримання умов експлуатації може привести до негативних наслідків:

- Пошкодження перепускного клапана та інших компонентів системи.

- Витік рідини або газу, що може призвести до втрати продукту, пожежі, вибуху та інших небезпечних ситуацій.

- Зниження продуктивності системи.

- Збільшення витрат на ремонт і технічне обслуговування.

- Ризики для безпеки людини та навколишнього середовища.

1.2. Літературний огляд сучасних підходів до експлуатації, ремонту, та виготовлення корпусу клапана

1.2.1. Сучасні інженерні рішення в напрямку виготовлення корпусу клапана

Поліпшення корпусу перепускного клапана - це не просто питання міцності і герметичності. Це комплексна серія інновацій, спрямованих на розширення можливостей і підвищення надійності клапанів, економічності та забезпечення безперебійної роботи в самих різних галузях промисловості.

Декілька головних підходів, які варто враховувати при виготовленні:

1. Технології обробки:

- Сучасні методи обробки дозволяють виготовляти високоточні корпуси, мінімізуючи зазори та витоки.

- Фрезерування верстатами з ЧПУ забезпечує точність та повторюваність при виготовленні складних форм.

					МІ 131.00.1/Б 090/с 002 00-ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		13

- 3D-друк відкриває нові можливості для створення інноваційних конструкцій, неможливих для традиційних методів.

- Термообробка підвищує твердість та міцність корпусу, покращуючи його стійкість до деформацій.

2. Інноваційні конструкції:

- Модульні корпуси полегшують монтаж та обслуговування, а також знижують вартість клапанів.

- Двошарові корпуси з різних матеріалів (нержавіюча сталь всередині та чавун зовні) поєднують в собі різні характеристики і оптимізують вартість та експлуатаційні властивості.

- Вбудовані датчики тиску, температури та інших параметрів дозволяють контролювати роботу клапана та виявляти його несправності на ранній стадії.

3. Матеріали:

- Вибір матеріалу корпусу є одним з найважливіших аспектів. Традиційні матеріали, такі як нержавіюча сталь, латунь та бронза, мають високу міцність та стійкість до корозії, але можуть бути важчими та дорогими.

- Композитні матеріали, такі як скловопластик та поліамід, стають все більш популярними через їх легкість, міцність та стійкість до корозії, а також через низьку вартість.

- Спеціальні покриття, такі як тефлонове, нікелеве та хромоване покриття, підвищують зносостійкість, зменшують тертя та захищають корпус від корозії.

4. Тенденції розвитку:

- Інноваційні матеріали, такі як композитні полімери та сплави з пам'яттю форми, продовжують розширювати можливості виготовлення корпусів клапанів.

- 3D-друк відкриває нові горизонти для створення більш доступних, широко поширених, складних і оптимізованих конструкцій.

- Інтегрована система управління та датчики допоможуть перетворювати звичайні перепускні клапани на "інтелектуальні" компоненти, які можуть адаптуватися до мінливих умов експлуатації.

Сучасні інженерні рішення в напрямку виготовлення корпусів перепускних

					МІ 131.00.1/Б 090/с 002 00-ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		14

клапанів постійно розвиваються, тим самим забезпечуючи:

- Збільшення міцності та довговічності клапанів.
- Спрощення монтажу та обслуговування.
- Підвищення стійкості до корозії та агресивних середовищ.
- Зниження ваги та габаритів.
- Покращення контролю та моніторингу роботи.
- Зниження витрат.

Всі ці рішення і методи дозволяють виготовляти корпус клапана більш високоточніше, міцніше, довговічніше і з меншими затратами.

1.2.2. Аналітичне дослідження експлуатаційних характеристик корпусу клапана

Дослідження експлуатаційних характеристик корпусу клапана необхідно проводити для того, щоб гарантувати його довговічність, надійність, безпеку та відповідність найвищим стандартам, так як він є одним із важливих компонентів у системі.

Щоб досягти цього, є декілька основних аспектів, які слід дослідити:

1. Механічні властивості:

- Міцність. Корпус клапана повинен витримувати тиск рідини або газу, що проходить через нього, з запасом.
- Твердість. Корпус повинен бути достатньо твердим, щоб витримувати знос, викликаний рухомими частинами клапана.
- В'язкість. Корпус повинен бути стійким до розтріскування під впливом ударних навантажень.
- Втома. Корпус повинен витримувати багаторазові цикли навантаження без втрат своїх властивостей.

2. Стійкість до корозії:

- Тип рідини або газу. Рідина або газ, що проходить через клапан, можуть містити агресивні речовини, які можуть призвести до корозії корпусу.

					МІ 131.00.1/Б 090/с 002 00-ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		15

- Матеріал корпусу. Вибір корозійностійких матеріалів (нержавіюча сталь, латунь, бронза, композитні матер.) залежить від типу рідини або газу.

- Захисне покриття. Застосування спеціального покриття може додатково захистити корпус від корозії.

3. Термостійкість:

- Робоча температура. Корпус повинен витримувати температуру рідини або газу, що проходить через нього.

- Матеріал корпусу. Вибір термостійких матеріалів залежить від робочої температури.

- Теплоізоляція. У деяких випадках може знадобитися додаткова теплоізоляція корпусу для захисту від перепадів температур.

4. Герметичність:

- Зазори та щілини. Корпус повинен бути герметичним, щоб запобігти витоку рідини або газу.

- Ущільнення. Використання якісних прокладок (гумові, тефлонові) забезпечує герметичне з'єднання між частинами корпусу.

- Тиск. Корпус повинен витримувати тиск не втрачаючи герметичність.

5. Зносостійкість:

- Умови експлуатації. Умови експлуатації клапана (наприклад, наявність абразивних частинок, температура і вібрації) можуть впливати на його зносостійкість.

6. Додаткові фактори:

- Вага та розмір. Корпус повинен бути досить легким і компактним, щоб полегшити монтаж та обслуговування клапана.

- Екологічність. Вибір екологічно чистих матеріалів і технологій виробництва знижує негативний вплив на навколишнє середовище.

- Естетика. У деяких випадках зовнішній вигляд корпусу може мати значення, таке, як для промислових дизайнів.

Дослідивши всі експлуатаційні характеристики корпусу клапана, можна більш ефективно і правильно вибирати середовища і системи, що забезпечить

					МІ 131.00.1/Б 090/с 002 00-ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		16

надійність, продуктивність і безперервну роботу в різних галузях.

1.3. Виконання 3D моделі вузла та 2D документації

1.3.1. Розробка збірки клапана по технології “зверху вниз”

3D-модельовання - це створення цифрових тривимірних моделей, які з максимальною точністю відображають форму, розмір, зовнішній вигляд та інші характеристики об'єкта. Технологія 3D-модельовання дозволяє представити деталь або готовий виріб з усіх боків і внести необхідні зміни на етапі створення (рис. 1.4 – 1.10).

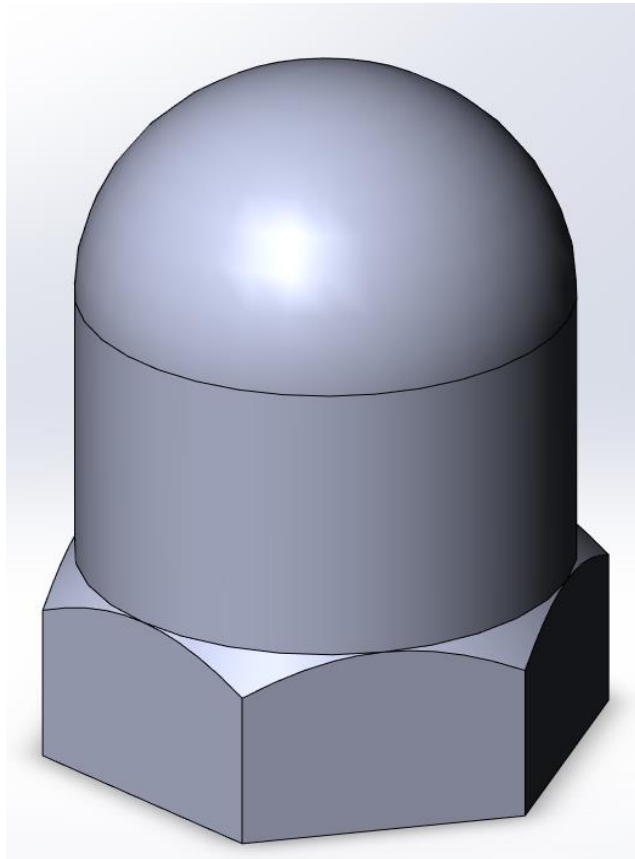


Рисунок 1.4. Ковпак

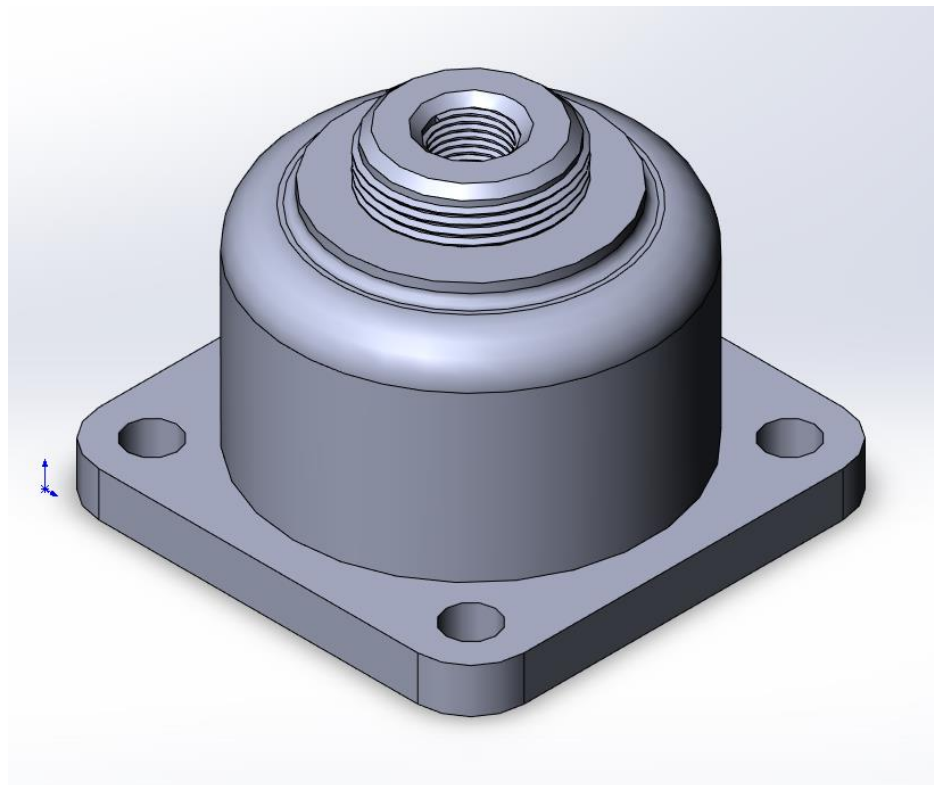


Рисунок 1.5. Кришка

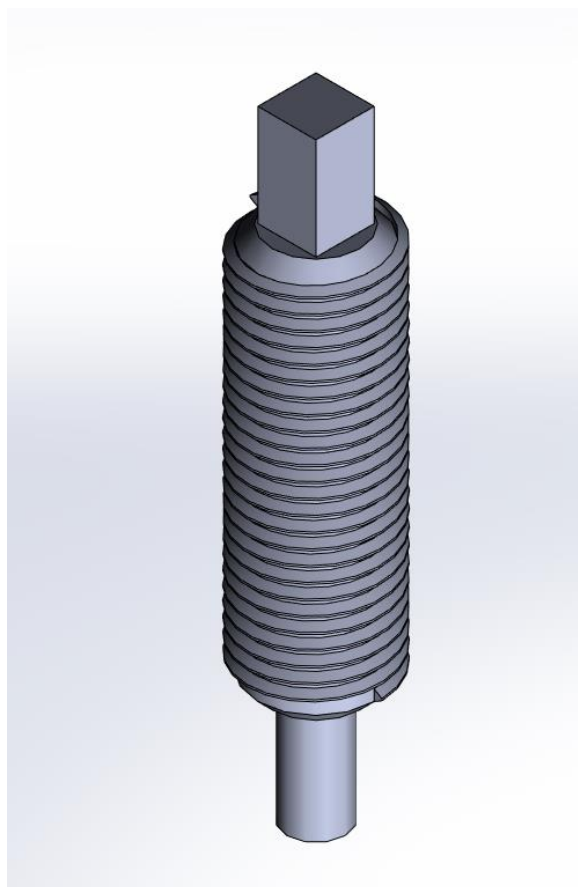


Рисунок 1.6. Гвинт М16

					МІ 131.00.1/Б 090/с 002 00-ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		18

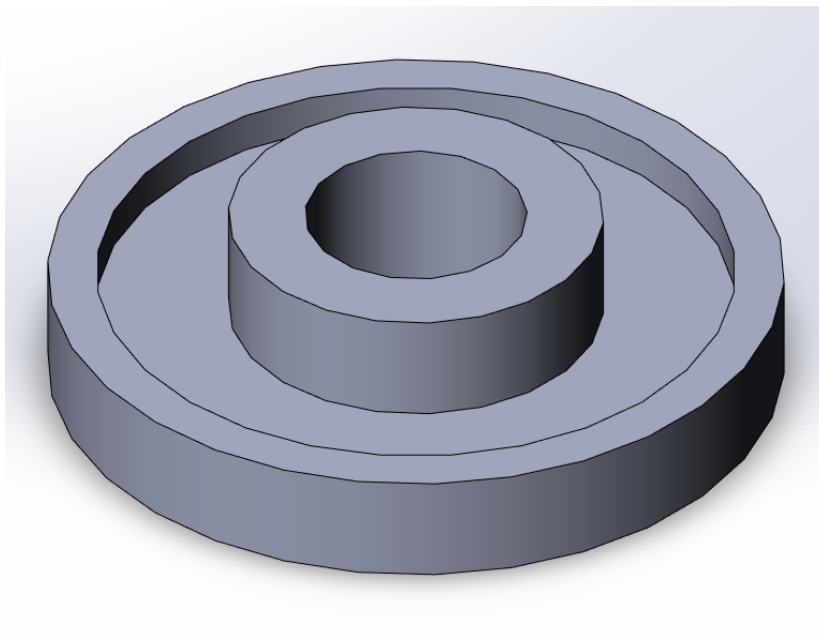


Рисунок 1.7. Тарілка

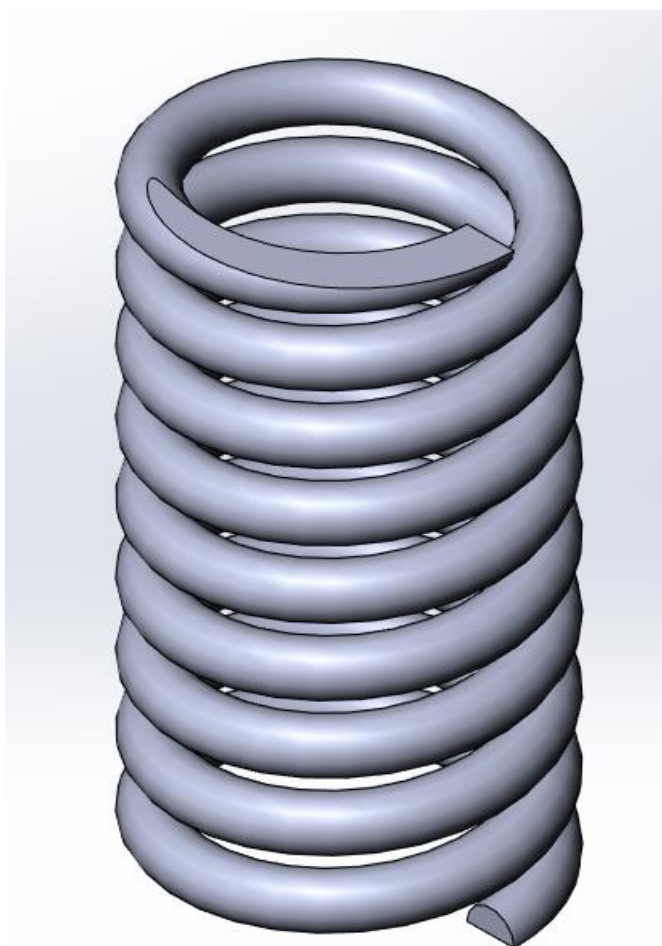


Рисунок 1.8. Пружина

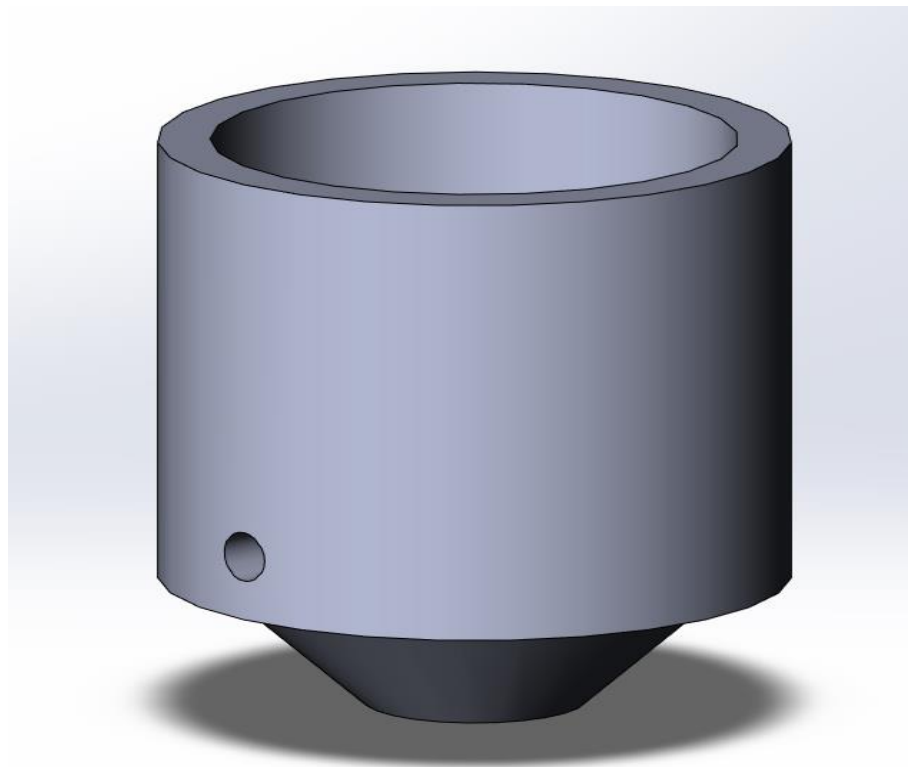


Рисунок 1.9. Клапан

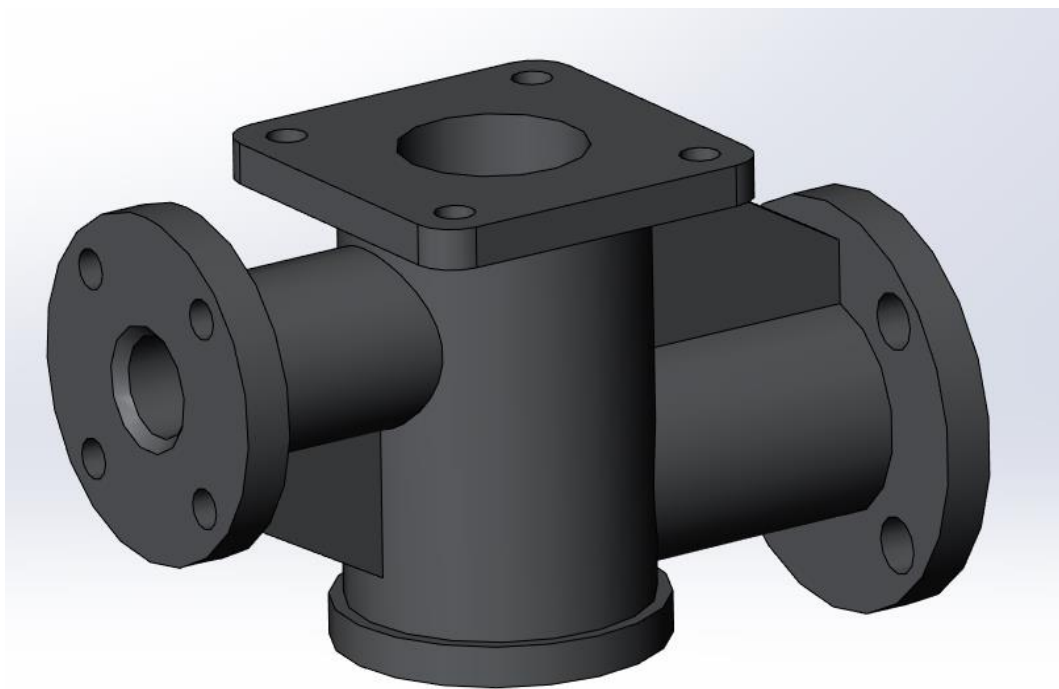


Рисунок 1.10. Корпус клапана

Формат моделей сумісний з сучасними засобами виробництва, зокрема з 3D-друком. Таким чином, після завершення моделювання ви можете створити прототип, а потім розпочати виробництво. 3D-моделювання прискорює процес розробки і робить його більш економічним і зручним.

Для 3D-візуалізації об'єктів використовуються комп'ютерні програми.

Декілька відомих і професійних програм для 3D-моделювання такі як:

- SolidWorks - застосовується для дизайну, деталізації та візуалізації продуктів, систем, машин та оснащення. Всі версії включають моделювання, збірки, малювання, листовий метал, зварювані деталі та freeform surfacing functionality. Він також підтримує Visual Basic та C.

- AutoCAD - дво- і тривимірна система автоматизованого проектування і креслення, що включає в себе повний набір інструментів для комплексного тривимірного моделювання (підтримується твердотільне, поверхневе і полігональне моделювання). AutoCAD дозволяє отримати високоякісну візуалізацію моделей за допомогою рендеринга mental ray. Також в програмі реалізовано управління тривимірним друком (результат моделювання можна відправити на 3D-принтер) і підтримка хмар точок (дозволяє працювати з результатами 3D-сканування). Тим не менш, слід зазначити, що відсутність тривимірної параметризації не дозволяє AutoCAD безпосередньо конкурувати з машинобудівними САПР, такими як Inventor, SolidWorks та іншими.

- Inventor - 3D САПР для створення і вивчення поведінки цифрових прототипів виробів і деталей. Розробник компанія Autodesk. Створений для 3D дизайну механіки, емуляції продукту, створення інструментаріїв.

Висновки до розділу 1

В даному розділі був літературний огляд функціоналу перепускного клапана, який показав, що клапани перепускні є у багатьох механічних системах, як в системах опалення так і в системі з двигунами внутрішнього згорання, хоч вони і перепускають різні гази або рідину, принцип їх роботи однаковий. Аналітичне дослідження експлуатаційних характеристик роботи клапана виявив, що

					МІ 131.00.1/Б 090/с 002 00-ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		21

середовища, в якому працюють клапани, є різними і кожне з них по різному впливає на роботу деталі, що в свою чергу обумовлює з якого матеріалу буде виготовлятися деталь, як правильно монтуватись в систему і як часто проводити заміну або чистку компонентів. Також був огляд сучасних підходів до виготовлення корпусу, який передбачає різноманітний перелік отримання якісної і точнішої деталі.

Також була зроблена 3D - модель всіх компонентів перепускного клапана.

					МІ 131.00.1/Б 090/с 002 00-ПЗ	Арк.
						22
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

2. ТЕХНОЛОГІЧНИЙ РОЗДІЛ

2.1. Службове призначення та аналіз конструкції деталі

Деталь, яка розглядається, це – корпус, який виготовляється для перепускного клапана HERZ 4036.

Дані перепускні клапани встановлюються на трубопроводах і служать для перепуску надлишку рідкого палива в запасний бак. Якщо тиск у зв'язку з надлишком палива підвищується, клапан поз. 4 піднімається і надлишок палива відводиться через отвір корпусу поз. 1 у зливний бак. Роботу клапана регулюють гвинтом поз. 7, змінюючи ступінь стиснення пружини поз. 6. Для запобігання регулюючій системі від можливих пошкоджень на кришку поз. 2 встановлюється ковпак поз. 3. А сама кришка, упершись в тарілку поз. 5, скріплюється з корпусом болтами поз. 8.

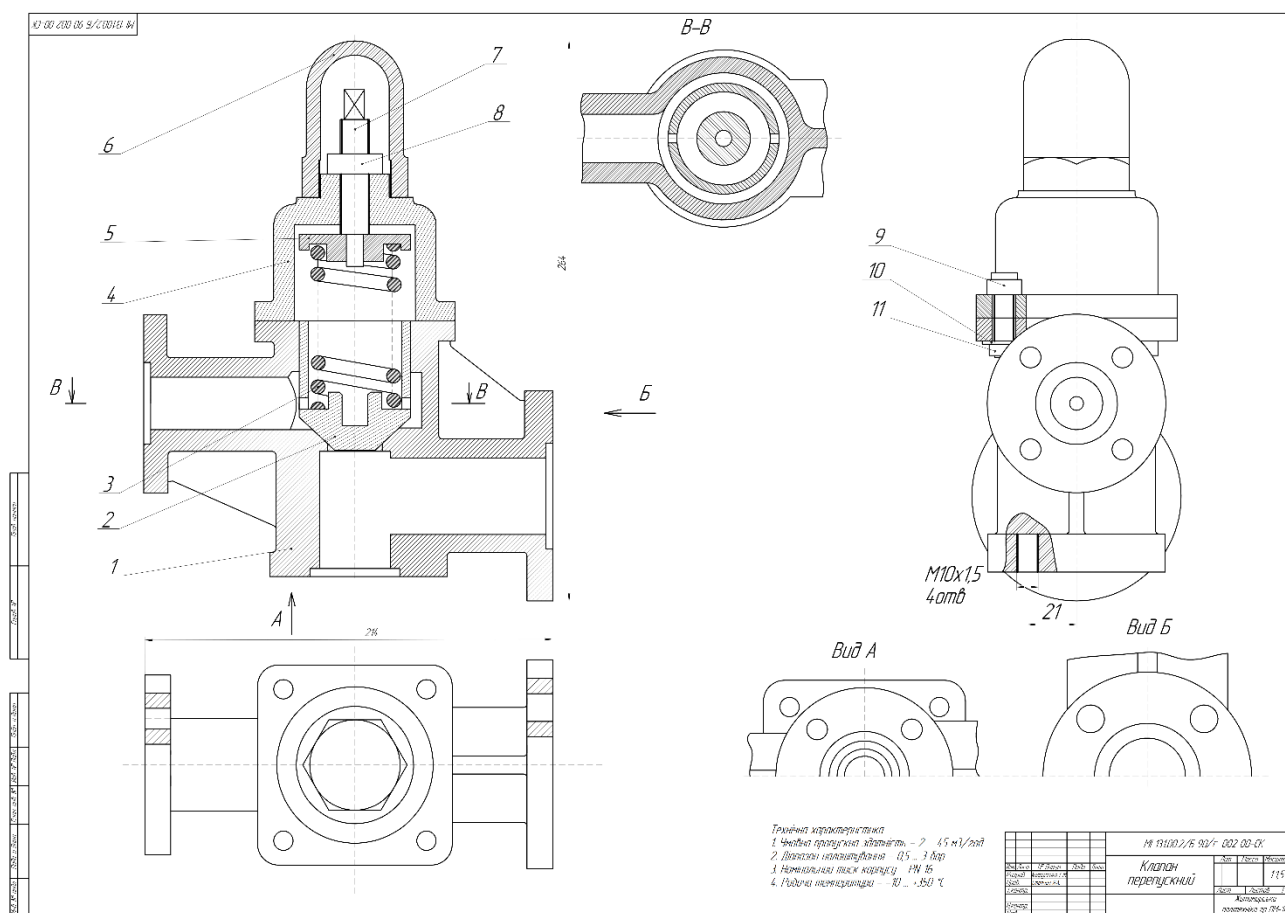


Рис. 2.1. Складальний кресленик перепускного клапана

Сірий чавун – популярний і найбільш дешевий ливарний сплав. Має порівняно з іншими металами високі механічні властивості, відносно низьку температуру плавлення і дуже гарні ливарні властивості: високу рідкоплинність, низькі лінійну та об'ємну усадку (0,9...1,3%), завдяки чому із сірого чавуну можна отримувати якісні виливки без усадкових раковин, тріщин, жолоблення та інших дефектів. Також він має здатність розсіювати вібраційні коливання при змінних навантаженнях, тому станини металорізальних верстатів, деталі дизелів, компресорів, корпуси редукторів тощо. Тому виготовлятися корпус буде з сірого чавуну з пластинчастим графітом СЧ15 (ISO 1083).

Хімічний склад матеріалу, а також його механічні властивості показані у таблицях 2.1 та 2.2.

Таблиця 2.1 Хімічний склад чавуну СЧ15

Вуглець	Кремній	Марганець	Фосфор	Сірка
			Не більше	
3,5 - 3,7	2 - 2,4	0,5 - 0,8	0,2	0,15

Таблиця 2.2 Механічні властивості чавуну СЧ15

НВ не більше	σ_B , МПа	σ_T , МПа	δ , % менше	ψ , % не менше
170 - 210	150	450	25	20

2.2. Аналіз технологічності конструкції деталі корпус клапана

Мета даного аналізу – це виявлення технологічних і конструкторських недоліків конструкції деталі за її вихідними даними, що містяться в кресленнях і технічних вимогах, а також розробка технічних пропозицій щодо поліпшення технологічності деталі, яку ми розглядає.

Аналіз конструкції « Корпус клапана» показав, що застосування сірого чавуну 15 має задовільну оброблюваність, і не спричинить застосуванню оптимальних режимів різання при її обробленні.

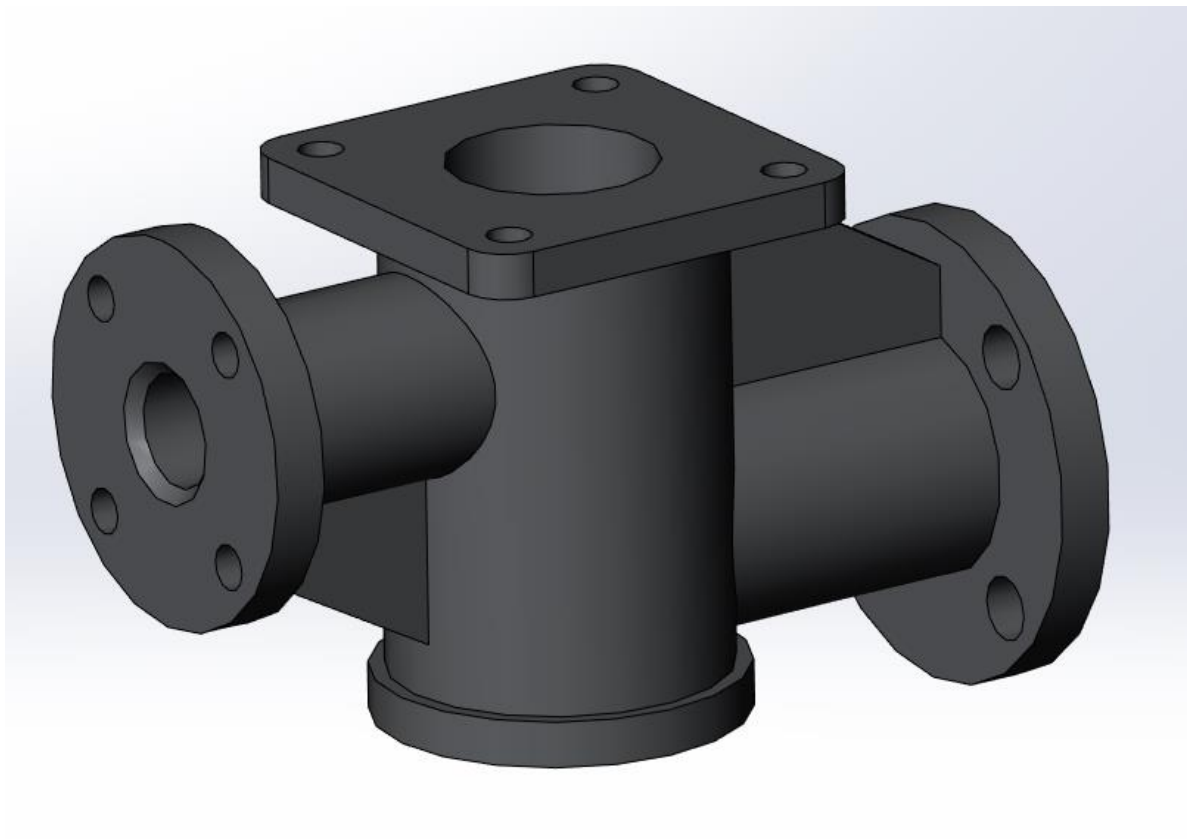


Рисунок 2.2. 3D - модель «Корпусу клапана» в середовищі SolidWorks

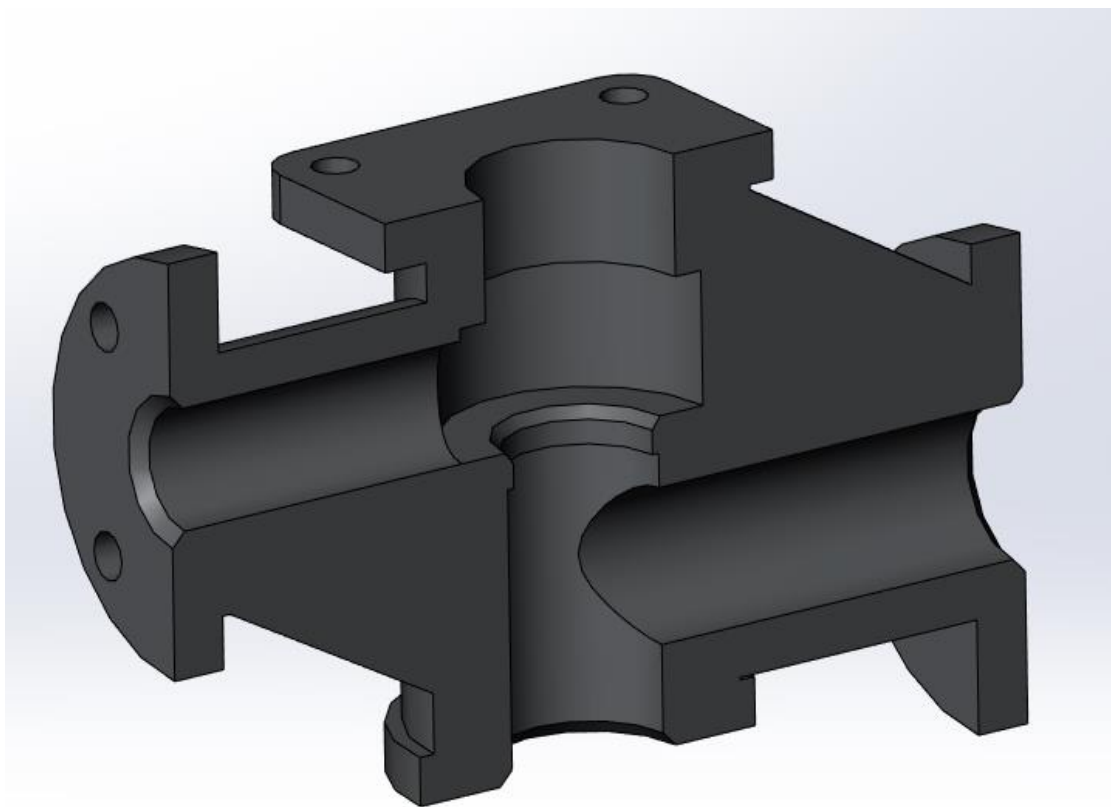


Рисунок 2.3. 3D - модель «Корпусу клапана» в розрізі в середовищі SolidWorks

					МІ 131.00.1/Б 090/с 002 00-ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		25

Рекомендовано визначати основні та додаткові кількісні показники технологічності. Із-за відсутності даних, основні показники неможливо визначити, тому будемо визначати допоміжні.

Розрахуємо складові параметри технологічності.

1. Визначаємо коефіцієнт точності K_{IT} за формулою:

$$K_{IT} = 1 - \frac{1}{K_{IT\text{ ср}}}, \quad (2.1)$$

де $K_{IT\text{ ср}}$ – середній квалітет точності.

$$K_{IT\text{ ср}} = \frac{\sum K_i * n_i}{\sum n_i}, \quad (2.2)$$

де K_i – квалітет і-го номера;

n_i – кількість поверхонь з квалітетом і-го номера;

$\sum n_i$ – загальна кількість поверхонь.

$$K_{IT\text{ ср}} = \frac{7 * 2 + 12 * 13 + 14 * 1}{16} = 11,5$$

$$K_{IT} = 1 - \frac{1}{11,5} = 0,91$$

2. Визначаємо коефіцієнт шорсткості $K_{ш}$ за формулою:

$$K_{ш} = 1 - \frac{1}{Ш_{\text{ср}}}, \quad (2.3)$$

де $Ш_{\text{ср}}$ – середній показник шорсткості.

$$Ш_{\text{ср}} = \frac{\sum Ш_i * n_i}{\sum n_i}, \quad (2.4)$$

де $Ш_i$ – і-та шорсткість;

n_i – кількість поверхонь з і-ою шорсткістю;

$\sum n_i$ – загальна кількість поверхонь.

$$Ш_{\text{ср}} = \frac{10 * 11 + 6.3 * 4 + 1.6 * 1}{16} = 8.78$$

$$K_{ш} = 1 - \frac{1}{8.78} = 0.88$$

3. Визначаємо коефіцієнт використання матеріалу $K_{вм}$ за формулою:

$$K_{вм} = \frac{m_{\text{Д}}}{m_3}, \quad (2.5)$$

де $m_{\text{Д}}$ – маса готової деталі;

					МІ 131.00.1/Б 090/с 002 00-ПЗ	Арк.
						26
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

m – маса матеріалу для виготовлення деталі.

По даним з програми Solid Works, маса нашої деталі складає 5.04кг.

$$K_{BM} = \frac{5,04}{5,3} = 0,95$$

4. Визначаємо комплексний показник технологічності K_K за формулою:

$$K_K = \frac{\sum K_i * K_{ie}}{\sum K_{ie}}, \quad (2.6)$$

де K_i – поточний показник технологічності;

K_{ie} – вага кожного показника технологічності в загальному значенні.

$$K_K = \frac{0,88 * 0,25 + 0,91 * 0,25 + 0,95 * 0,5}{1} = 0,92$$

Вважається, що при $K_K < 1$ деталь є технологічною.

Висновок: за даними розрахунків на технологічність, заготовку «Корпус» можна вважати технологічною. Також технологічною її можна вважати тому, що деталь має багато простих поверхонь і не потребує додаткового спеціального різального інструменту, також більшість отворів піддаються обробленню на прохід і сама конструкція деталі є така, що забезпечує вільне переміщення різального інструменту для оброблення поверхонь.

Всі результати розрахунків додаткових показників технологічності представлені в таблиці 1.3

Таблиця 2.3

№ п/п	Назва поверхні або її позначення	Кількість поверхонь	Кількість уніфікованих елементів	Квалітет точності IT	Параметр шорсткості, Ra, мкм
1	Зовнішня циліндрична поверхня Ø100	1	1	12	6.3
2	Зовнішня циліндрична поверхня Ø85	1	1	12	6.3
3	Зовнішня циліндрична поверхня Ø82	1	1	12	6.3

Продовження табл.2.3

4	Зовнішня циліндрична поверхня Ø75	1	1	12	10
5	Зовнішня циліндрична поверхня Ø58	1	1	12	10
6	Зовнішня циліндрична поверхня Ø54	1	1	12	10
7	Зовнішня циліндрична поверхня Ø50	1	1	12	10
8	Зовнішня циліндрична поверхня Ø44	1	1	12	10
9	Внутрішня циліндрична поверхня Ø58	1	1	12	10
10	Внутрішня циліндрична поверхня Ø46H7	1	1	7	6,3
11	Внутрішня циліндрична поверхня Ø38	1	1	12	10
12	Внутрішня циліндрична поверхня Ø32	2	2	12	6,3
13	Внутрішня циліндрична поверхня Ø30H7	1	1	7	1.6
14	Внутрішня циліндрична поверхня Ø25	1	1	12	10
15	Фаска внутрішня 2x45°	1	1	14	1,6
	Всього	$Q_e = 16$	$Q_e = 16$		
	Середнє значення			$IT_c = 9.93$	$R_a = 9.2$

2.3. Визначення програми випуску деталей та типу виробництва

Тип виробництва - це сукупність ознак, що характеризують технічну, організаційну та економічну структуру виробництва. Ці ознаки визначаються

спеціалізацією виробництва, обсягами та номенклатурою виробів, а також формою руху предметів праці по робочих місцях.

Виходячи з того, що маса деталі 5 кг. а річний випуску $N = 600$ шт. визначається тип виробництва табличним методом, в якому виготовляється деталь, це буде середньосерійний тип виробництва.

Визначимо кількість деталей в партії для одночасного запуску у виробництво за формулою:

$$n = \frac{N * a}{254} \quad (2.7)$$

де N – річна програма, шт.;

a – періодичність запуску в днях (рекомендовано періодичність 3,6,12, 24 дні). Беремо 12 днів.

$$n = \frac{600 * 12}{254} = 28,34 \approx 28 \text{ шт}$$

Цей тип виробництва характеризується тим, що при ньому виготовляється обмежений асортимент продукції, а предмети праці до робочого місця надходять не штуками, як при одиничному виробництві, а періодичними партіями. Як правило, виготовлення значної частини продукції в умовах серійного виробництва стабільно повторюється протягом року або рядом років, що дає змогу організувати цей випуск на технологічно спеціалізованих дільницях.

Перевагами середньосерійного типу виробництва перед іншими, можна вважати високу гнучкість виробництва, яка дозволяє швидко і легко переключатись на випуск іншої продукції і достатня продуктивність праці, що забезпечує високу економічність виробництва.

Також в цього типу є свої недоліки – це витрати на робочу силу, устаткування та технологію виробництва більші, ніж у масового виробництва, але нижчі, ніж у одиничного.

					МІ 131.00.1/Б 090/с 002 00-ПЗ	Арк.
						29
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

2.4. Вибір конструкції заготовки та способу її виготовлення

Вибір заготовки передбачає одержання такої заготовки, форма і розміри якої найбільше відповідають параметрам готової деталі з врахуванням об'єму випуску. Тому при виборі заготовки необхідно врахувати такі параметри, як: характеристику матеріалу, конструктивну форму поверхонь, точність, програму випуску, розміри і масу. Будь-яка заготовка, призначена для подальшого механічного оброблення, виготовляється із припуском на розміри готової деталі. Різниця розмірів заготовки і остаточно обробленої деталі визначає величину припуску.

Виготовлення деталі «Корпус» для всіх типів виробництва доцільно виготовляти литтям.

Виливки з чорних і кольорових металів виготовляють декількома способами. Для заготовок із простих форм і плоскою поверхнею в умовах одиничного й дрібносерійного виробництва застосовують литво у відкриті земляні форми, для великих заготовок – литво в закриті форми.

Переваги виготовлення методом литва, порівняно з іншими методами:

- високі коефіцієнти використання металу й вагової точності;
- практично необмежені габарити й маса виливків;
- можливість використовувати сплави, що не піддаються пластичному деформуванню й важко оброблюваних різанням.

Недоліки виготовлення деталей литтям:

- у процесі лиття можуть виникнути різні дефекти, такі як раковини, тріщини, шлакові включення та ін.
- внаслідок швидкого охолодження металу в формі, його структура може бути нерівномірною. Це може призвести до зниження зносостійкості і міцності виробу.
- якщо форму вже виготовили то внести зміни до конструкції деталі без її перероблення неможливо.

					МІ 131.00.1/Б 090/с 002 00-ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		30

Фактори, які визначають вибір способу лиття - це маса виливка, габаритні розміри, конструктивні особливості, матеріал, річна програма випуску. Тому наш метод отримання заготовки – це лиття в кокіль.

Лиття в кокіль - це виготовлення виливків заливанням розплавленого металу в металеві ливарні форми багаторазового використання (кокілі) з подальшим затвердінням залитого металу, охолодженням виливки та вилученням його з порожнини форми.

Сам кокіль –це металева форма, робочі стінки якої виконані з чавуну, сталі, міді або алюмінію (АЛ 11) з водяним охолодженням. Матеріалом форм зазвичай є чавун.

Процес виготовлення виливки через лиття у кокіль складається з:

- підготовка кокілів (очищення, нагрівання, нанесення на робочі поверхні покриття);
- складання кокілів (установка стрижнів, закриття та закріплення частин кокілей);
- заливання рідким металом;
- видалення виливки із кокіля після їх охолодження;
- обрубкування, очищення, термооброблення виливки.

Переваги способу:

- кокіль можна використовувати багаторазово;
- висока точність виготовленої виливки;
- збільшується механічна міцність виливків;
- збільшується вихід придатного литва.

Недоліками лиття в кокіль:

- трудомісткість виготовлення кокілів;
- висока вартість;
- відсутність податливості, у складних виливках із сталевих легованих сталей і тугоплавких металів.

					МІ 131.00.1/Б 090/с 002 00-ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		31

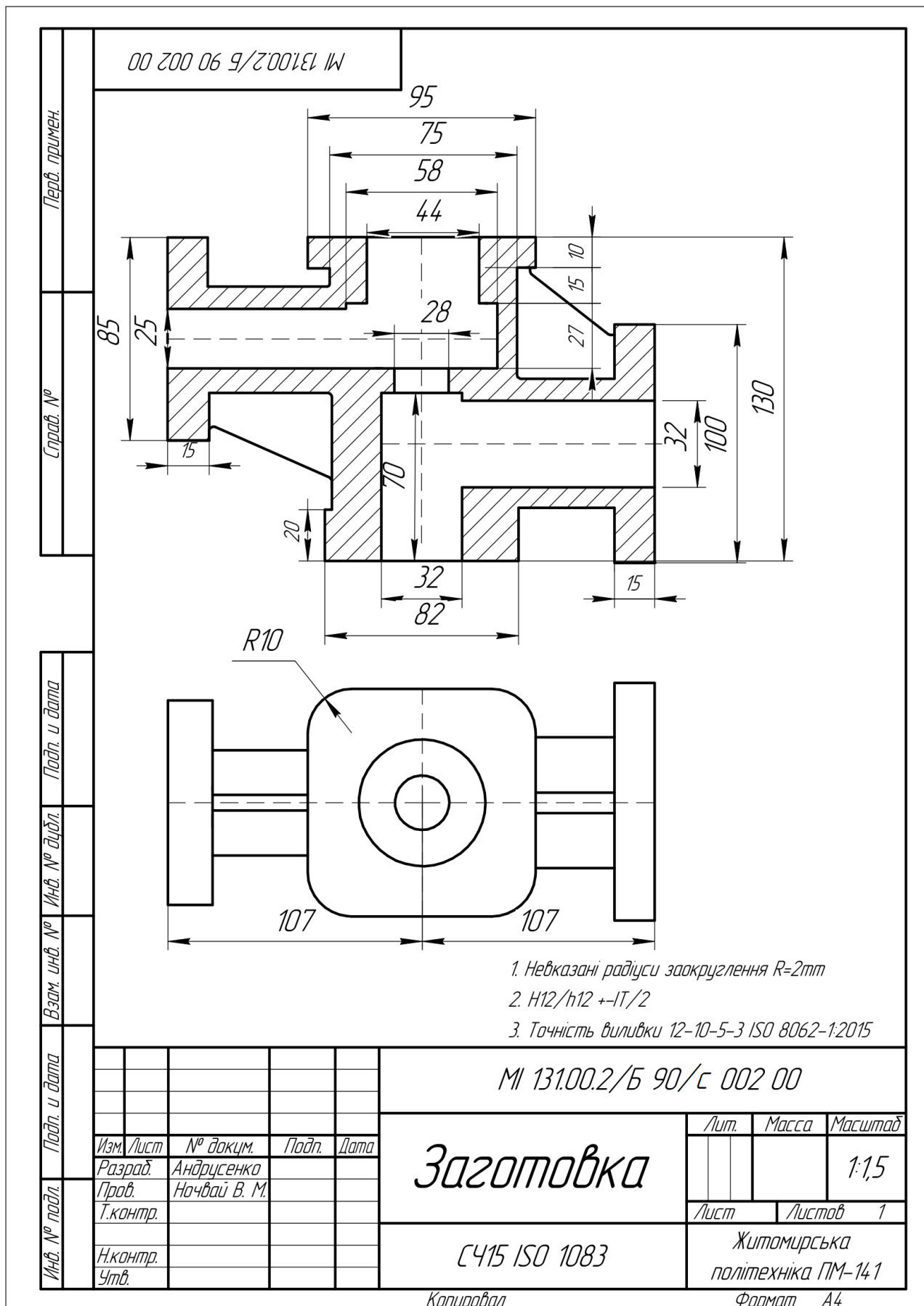


Рис. 2.4. Креслення заготовки

2.5. Розробка технологічного маршруту виготовлення деталі

Таблиця 2.4

№ операції	Назва та зміст операції	Обладнання
005	Заготівельна	Лиття в кокіль
010	Токарна Точити Ø46Н7х25мм Точити 30Н7х8мм Точити фаску Ø2х45°	16К20Ф3
015	Токарна Точити торець 10 мм Точити фаску Ø3х45°	16К20Ф3
020	Фрезерна Фрезерувати горизонтальну поверхню 2мм Фрезерувати торець Ø28х3мм	ФС65МФ3
025	Фрезерна Фрезерувати горизонтальну поверхню 2мм Фрезерувати торець Ø35х3мм	ФС65МФ3
030	Свердлильна Свердлити отвори Ø14х12 мм	WDM ZK4120
035	Свердлильна Свердлити отвори Ø10х12 мм	WDM ZK4120
040	Свердлильна Свердлити отвори Ø10х12 мм	WDM ZK4120
045	Свердлильна Свердлити отвори Ø10,5х16 мм Нарізати різьбу М12х1,5	WDM ZK4120
050	Контрольна Технічний контроль	Стіл ВТК

2.6. Визначення загальних та міжопераційних припусків на обробку деталі

Розрахування граничних отворів та припусків на обробку для отвору $\varnothing 30H7(30^{+0,021}) \times 8\text{мм}$.

Маємо таку послідовність операцій і переходів:

- Чорнове точіння;
- Напівчистове точіння;
- Чистове точіння.

Формула мінімального припуску для кожного переходу:

$$2Z_{\min} = R_{i-1} + T_{i-1} + \sqrt{\Delta_{\Sigma i-1}^2 + \varepsilon_{y,i}^2} \quad (2.8)$$

де R_{i-1} — висота нерівностей профілю;

T_{i-1} — глибина дефектного шару;

$\Delta_{\Sigma i-1}$ — сумарне просторове відхилення;

$\varepsilon_{y,i}$ — величина похибки установки.

Вибираємо елементи припусків і залишкові просторові похибки з таблиць і довідникових даних.

Величина висоти нерівностей профілю заготовки: $R_{\text{заг}} = 200 \text{ мкм}$

Величина висоти нерівностей профілю при чорновому точінні: $R_{\text{чор.точ}} = 50 \text{ мкм}$

Величина висоти нерівностей профілю при напівчистовому точінні: $R_{\text{чис.точ}} = 25 \text{ мкм}$

Величина глибини дефектного шару заготовки: $T_{\text{заг}} = 300 \text{ мкм}$

Величина глибини дефектного шару при чорновому точінні: $T_{\text{чор.точ}} = 50 \text{ мкм}$

Величина глибини дефектного шару при напівчистовому точінні: $T_{\text{чис.точ}} = 25 \text{ мкм}$

Сумарне просторове відхилення заготовки:

					МІ 131.00.1/Б 090/с 002 00-ПЗ	Арк.
						34
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

$$\Delta_{\Sigma \text{заг}} = \sqrt{\Delta_{\text{кор}}^2 + \Delta_{\text{см}}^2} \quad (2.9)$$

де $\Delta_{\text{кор}}$ – короблення заготовки;

$\Delta_{\text{см}}$ – зсув стрижня = 0,2мм = 200мкм

$$\Delta_{\text{кор}} = \sqrt{(\Delta_{\text{к}} * D)^2 + (\Delta_{\text{к}} * L)^2} = \sqrt{(0.7 * 30)^2 + (0.7 * 8)^2} = 21,73 \text{ мкм} \quad (2.10)$$

де $\Delta_{\text{к}}$ – питома величина короблення.

$$\Delta_{\Sigma \text{заг}} = \sqrt{21,73^2 + 200^2} = 201,2 \text{ мкм}$$

Сумарне просторове відхилення після чорнового точіння:

$$\Delta_{\Sigma \text{чорн}} = K_y * \Delta_{\Sigma \text{заг}} = 0,06 * 201 = 12 \text{ мкм}$$

де K_y – коефіцієнт уточнення.

Сумарне просторове відхилення після напівчистового точіння:

$$\Delta_{\Sigma \text{чист}} = K_y * \Delta_{\Sigma \text{заг}} = 0,04 * 201 = 8 \text{ мкм}$$

Величина похибки установки:

-точіння чорнове – 20мкм;

-точіння напівчистове – 15мкм;

-точіння чистове – 10мкм.

Рахуємо мінімальний припуск для кожного переходу:

- точіння чорнове:

$$2Z_{\text{min}} = 2(200 + 300 + \sqrt{201^2 + 20^2}) = 1403 \text{ мкм}$$

- точіння напівчистове:

$$2Z_{\text{min}} = 2(50 + 50 + \sqrt{12^2 + 15^2}) = 238 \text{ мкм}$$

- точіння чистове:

$$2Z_{\text{min}} = 25 + 25 + \sqrt{8^2 + 10^2} = 126 \text{ мкм}$$

Рахуємо розрахунковий (найбільший) розмір для кожного переходу:

- точіння чистове: 30,021 мм

- точіння напівчистове:

$$30,021 - 0,13 = 29,89 \text{ мм}$$

					МІ 131.00.1/Б 090/с 002 00-ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		35

- точіння чорнове:

$$29,89 - 0,24 = 29,65 \text{ мм}$$

- розрахунковий розмір заготовки:

$$29,65 - 1,4 = 28,25 \text{ мм}$$

Рахуємо максимальний припуск для кожного переходу:

- точіння чистове:

$$30 - 29,81 = 0,19 \text{ мм}$$

- точіння напівчистове:

$$29,81 - 29,52 = 0,29 \text{ мм}$$

- точіння чорнове:

$$29,51 - 28 = 1,51 \text{ мм}$$

Таблиця 2.5 Розрахунок припусків і проміжних розмірів для поверхні
Ø30H7

Елементи припуску, мкм					Допуск мм	Граничні розміри		Граничний припуск	
Технологічні операції та переходи	Rzi-1	Ti-1	pi-1	Ei		max	min	max	min
Заготовка	200	300	201	-	0,25	28,25	28	-	-
Точіння чорнове	50	50	12	20	0,13	29,65	29,52	1,52	1,4
Точіння чистове	25	25	8	15	0,084	29,89	29,81	0,29	0,24
Точіння тонке	1,6	0	0	10	0,021	30,021	30	0,19	0,13

Розрахування граничних отворів та припусків на обробку для отвору
Ø46H7(46^{+0,025}) x25мм.

Маємо таку послідовність операцій і переходів:

- Чорнове точіння;
- Напівчистове точіння
- Чистове точіння.

Формула мінімального припуску для кожного переходу:

					МІ 131.00.1/Б 090/с 002 00-ПЗ				Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата					36

$$2Z_{\min} = R_{i-1} + T_{i-1} + \sqrt{\Delta_{\Sigma i-1}^2 + \varepsilon_{y.i}^2}$$

де R_{i-1} – висота нерівностей профілю;

T_{i-1} – глибина дефектного шару;

$\Delta_{\Sigma i-1}$ – сумарне просторове відхилення;

$\varepsilon_{y.i}$ – величина похибки установки.

Вибираємо елементи припусків і залишкові просторові похибки з таблиць і довідникових даних.

Величина висоти нерівностей профілю заготовки: $R_{\text{заг}} = 200$ мкм

Величина висоти нерівностей профілю при чорновому точінні: $R_{\text{чор.точ}} = 50$ мкм

Величина висоти нерівностей профілю при напівчистовому точінні: $R_{\text{чис.точ}} = 25$ мкм

Величина глибини дефектного шару заготовки: $T_{\text{заг}} = 300$ мкм

Величина глибини дефектного шару при чорновому точінні: $T_{\text{чор.точ}} = 50$ мкм

Величина глибини дефектного шару при напівчистовому точінні: $T_{\text{чис.точ}} = 25$ мкм

Сумарне просторове відхилення

$$\Delta_{\Sigma \text{заг}} = \sqrt{\Delta_{\text{кор}}^2 + \Delta_{\text{см}}^2}$$

де $\Delta_{\text{кор}}$ – короблення заготовки;

$\Delta_{\text{см}}$ – зсув стрижня = 0,2мм = 200мкм

$$\Delta_{\text{кор}} = \sqrt{(\Delta_k * D)^2 + (\Delta_k * L)^2} = \sqrt{(0.7 * 40)^2 + (0.7 * 25)^2} = 36,65 \text{ мкм}$$

де Δ_k – питома величина короблення.

$$\Delta_{\Sigma \text{заг}} = \sqrt{36,65^2 + 200^2} = 203 \text{ мкм}$$

Сумарне просторове відхилення після чорнового точіння:

$$\Delta_{\Sigma \text{чорн}} = K_y * \Delta_{\Sigma \text{заг}} = 0,06 * 203 = 12 \text{ мкм}$$

де K_y – коефіцієнт уточнення.

Сумарне просторове відхилення після напівчистового точіння:

					МІ 131.00.1/Б 090/с 002 00-ПЗ	Арк.
						37
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

$$\Delta_{\Sigma\text{чист}} = K_y * \Delta_{\Sigma\text{заг}} = 0,04 * 203 = 8 \text{ мкм}$$

Величина похибки установки:

-точіння чорнове – 20мкм;

-точіння напівчистове – 15мкм;

-точіння чистове – 10мкм.

Рахуємо мінімальний припуск для кожного переходу:

- точіння чорнове:

$$2Z_{\min} = 2(200 + 300 + \sqrt{203^2 + 20^2}) = 1408 \text{ мкм}$$

- точіння напівчистове:

$$2Z_{\min} = 2(50 + 50 + \sqrt{12^2 + 15^2}) = 238 \text{ мкм}$$

- точіння чистове:

$$2Z_{\min} = 25 + 25 + \sqrt{8^2 + 10^2} = 126 \text{ мкм}$$

Рахуємо розрахунковий (найбільший) розмір для кожного переходу:

- точіння чистове: 46,025 мм

- точіння напівчистове:

$$46,025 - 0,13 = 45,895 \text{ мм}$$

- точіння чорнове:

$$45,895 - 0,24 = 45,655 \text{ мм}$$

- розрахунковий розмір заготовки:

$$45,655 - 1,4 = 44,255 \text{ мм}$$

Рахуємо максимальний припуск для кожного переходу:

- точіння чистове:

$$46 - 45,795 = 0,21 \text{ мм}$$

- точіння напівчистове:

$$45,795 - 45,495 = 0,3 \text{ мм}$$

- точіння чорнове:

$$45,495 - 44 = 1,495 \text{ мм}$$

					МІ 131.00.1/Б 090/с 002 00-ПЗ	Арк.
						38
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Таблиця 2.6 Розрахунок припусків і проміжних розмірів для поверхні
Ø46H7

Елементи припуску, мкм					Допуск мм	Граничні розміри		Граничний припуск	
Технологічні операції та переходи	Rzi-1	Ti-1	pi-1	Ei		max	min	max	min
Заготовка	200	300	201	-	0,25	44,25	44	-	-
Точіння чорнове	50	50	12	20	0,16	45,655	45,49 5	1.5	1.41
Точіння чистове	25	25	8	15	0,1	45,895	45,79 5	0.3	0.24
Точіння тонке	1,6	0	0	10	0,025	46,025	46	0.20	0.13

2.7 Вибір технологічного обладнання

Вибір технологічного обладнання є важливим завданням при проектуванні та організації виробництва. Від правильного вибору обладнання залежить ефективність виробництва і якість продукції.

В нашому випадку ми використовуємо верстати з числовим програмним керуванням (ЧПК). Що дає змогу автоматизувати весь процес обробки розробленою програмою і забезпечує гнучкість виробничого процесу і можливість використовувати програму багаторазово. Підвищення точності обробки досягається високою точністю виготовлення та жорсткістю верстата, що вища ніж у звичайних верстатів такого ж призначення.

Для токарних операцій вибрано токарний верстат по металу с ЧПУ 16K20Ф3 (рис. 2.5).

Загальні відомості:

Верстат токарно-гвинторізний 16K20Ф3 є універсальним токарно-гвинторізним верстатом з супортом, що кочує. Оснащується різними системами ЧПУ. Модифікації верстата в залежності від комплектації пристроєм ЧПУ мають різні індекси (наприклад, 16K20Ф3С32).

					МІ 131.00.1/Б 090/с 002 00-ПЗ	Арк.
						39
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Контурна система ЧПУ забезпечує рух формоутворення, зміна циклу обробки значень подач і частот обертання шпинделя, індексацію поворотного різцетримача, нарізання різьблення за програмою.

Число одночасно керованих координат - 2, всього керованих координат - 2. Дискретність завдання поперечних переміщень подачі (осі X) - 0,005 мм, поздовжніх переміщень (осі Z) - 0,01 мм.

Верстат призначений для токарної обробки зовнішніх і внутрішніх поверхонь, а також для нарізування різьби на деталях із різних матеріалів.

Основні характеристики:

- Найбільший діаметр оброблюваної заготовки над станиною, мм: 450
- Найбільший діаметр оброблюваної заготовки над супортом, мм: 320
- Найбільша довжина оброблюваної заготовки, мм: 1000
- Найбільший діаметр отвору, що розточується, мм: 52
- Найбільший діаметр різьби, що нарізується, мм: 68
- Максимальна швидкість обертання шпинделя, об/хв: 2000
- Максимальна подача суппорта, мм/хв: 200
- Максимальна потужність електродвигуна, кВт: 11

					МІ 131.00.1/Б 090/с 002 00-ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		40



Рис. 2.5. Токарний верстат по металу с ЧПУ 16K20Ф3

Для фрезерування вибрано фрезерний верстат по металу з ЧПУ ФС65МФ3 (рис.2.6).

Фрезерний верстат ФС65МФ3 є універсальним фрезерним верстатом з вертикальним розташуванням шпинделя. Верстат призначений для фрезерування плоских, фасонних, контурних, зубчастих поверхонь та інших поверхонь на деталях із різних матеріалів. Від свого звичайного аналога, має числове програмне управління (ЧПУ) та пристрій автоматичної зміни інструменту (АСІ). На верстаті можна проводити фрезерування одночасно за трьома координатами.

Основні характеристики

- Найбільший діаметр оброблюваної заготовки, мм: 650
- Найбільша довжина оброблюваної заготовки, мм: 2000
- Найбільший діаметр отвору, що фрезерується, мм: 32
- Найбільший діаметр різьби, що фрезерується, мм: 68

					МІ 131.00.1/Б 090/с 002 00-ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		41

- Максимальна швидкість обертання шпинделя, об/хв: 3000
- Максимальна подача стола, мм/хв: 100
- Максимальна потужність електродвигуна, кВт: 11



Рис. 2.6. Фрезерний верстат по металу з ЧПУ ФС65МФ4

Для свердління отвору вибрано свердлильний верстат з ЧПУ WDM ZK4120 (рис.2.7).

Верстат горизонтально-свердлильний з ЧПУ WDM ZK4120 є універсальним верстатом, призначеним для виконання широкого спектру свердлувальних операцій, включаючи свердління, розсвердлювання, зенкування, зенкерування, нарізання різьби та інші.

					МІ 131.00.1/Б 090/с 002 00-ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		42



Рис.2.7 Свердильний верстат з ЧПУ WDM ZK4120

Особливою особливістю верстата WDM ZK4120 є його цифрове управління. Контролер верстата дозволяє задавати всі параметри обробки в цифровому вигляді, що забезпечує високу точність і повторюваність обробки. Крім того, цифрове управління спрощує програмування верстата і дозволяє використовувати його для виконання складних свердлувальних операцій.

Верстат має горизонтальне розташування шпинделя, що дозволяє використовувати більш потужні шпинделі і забезпечує більш високу точність свердлення.

За своїми характеристиками верстат WDM ZK4120 є хорошим вибором для підприємств середньосирийного виробництва, які потребують високоточної і продуктивної машини, що дозволяє скоротити час виготовлення деталей.

Основні характеристики верстата WDM ZK4120:

- Найбільший діаметр свердла, мм: 41
- Максимальна глибина отвору, мм: 1200
- Швидкість обертання шпинделя, об/хв: від 100 до 3000

					МІ 131.00.1/Б 090/с 002 00-ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		43

- Подача шпинделя, мм/хв: від 0,01 до 2
- Точність позиціонування, мм: 0,005
- Максимальна потужність електродвигуна, кВт: 15
- Максимальна подача, мм/хв: 200

Вибір засобів технологічного оснащення

Вибір технологічного оснащення – це вибір оснащення, який необхідний для виконання конкретної операції, який включає в себе затискні пристрої, різальний і допоміжний інструмент та засоби контролю.

Результати вибору оснащення представлені в таблиці 1.7

Таблиця 2.7

№ опер.	Назва опер.	Модель верстата	Засоби технологічного оснащення			
			Пристрій	Допоміжний інструмент	Різальний інструмент	Вимірювальний інструмент
010	Токарна	16K20ФЗ	Три-кулачковий патрон	Оправка ISO 23170-2011	Прохідний відігнутий різець ISO 5197	Штанген-циркуль ШЦ-1-125-0,1 ISO 3552:2021, кутове мірило ISO 11120
015	Токарна	16K20ФЗ	Три-кулачковий патрон	Оправка ISO 23170-2011	Розточний різець ISO 1832, прохідний відігнутий різець ISO 5197	Калібр-пробка ISO 286-1:2020, кутове мірило ISO 11120
020	Фрезерна	ФС65МФЗ	Спеціальний пристрій	Оправка ISO 8140	Торцева фреза ISO 1843-1:1990, кінцева фреза ISO 19252-1:2013	Штанген-циркуль ШЦ-1-125-0,1 ISO 3552:2021, кутове мірило ISO 11120

Продовження таблиці 2.7

025	Фрезерна	ФС65МФЗ	Спеціальний пристрій	Оправка ISO 8140	Торцева фреза ISO 1843-1:1990, конічна фреза ISO 19252-1:2013	Штангенциркуль ШЦ-1-125-0,1 ISO 3552:2021, кутове мірило ISO 11120
030	Свердлильна	WDZ ZK4120	Планшайба	Оправка DIN 2285	Спиральне свердло DIN 345	Нутромір ISO 19988:2000
035	Свердлильна	WDZ ZK4120	Планшайба	Оправка DIN 2285	Спиральне свердло DIN 345	Нутромір ISO 19988:2000
040	Свердлильна	WDZ ZK4120	Планшайба	Оправка DIN 2285	Спиральне свердло DIN 345	Нутромір ISO 19988:2000
045	Свердлильна	WDZ ZK4120	Планшайба	Оправка DIN 2285	Спиральне свердло DIN 345, Спиральне свердло ISO 2352	Нутромір ISO 19988:2000

2.8 Розрахунок режимів різання та технічне нормування технологічного процесу

Розрахунок режимів різання при точінні 46Н7х25мм.

Визначення глибини різання t

Для однократного оброблення поверхні:

$$t = \frac{D_3 - D_d}{2} \quad (2.11)$$

де D_3 і D_d – діаметри заготовки і деталі, мм.

- для чистового точіння:

$$t = \frac{46 - 45,795}{2} = 0,1 \text{ мм}$$

- для напівчистового точіння:

$$t = \frac{45,795 - 45,495}{2} = 0,15 \text{ мм}$$

					МІ 131.00.1/Б 090/с 002 00-ПЗ		Арк.
							45
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата			

- для чорнового точіння:

$$t = \frac{45,495-44}{2} = 0,75 \text{ мм}$$

Вибір подачі

- для чистового точіння: 0,75 мм/об;
- для напівчистового точіння: 0,2 мм/об;
- для чорнового точіння: 0,1 мм/об.

Приймаємо з ряду подач найближчу величину: $S_v = S_{cp} = 0,35 \text{ мм/об}$

Період стійкості різця:

$$T = 60 \text{ хв}$$

Визначаємо розрахункову швидкість різання:

$$v_p = \frac{C_v}{T^m * t^x S_z^y} * K_v \quad (2.12)$$

де C_v , q , m , x , y , u , p – коефіцієнт і показники ступеня;

z – число зубів;

$K_v = K_{mv} * K_{nv} * K_{uv}$ – коефіцієнт, що враховує якість матеріалу, який оброблюється, стан поверхні заготовки і матеріал інструмента.

$$K_{mv} = \left(\frac{190}{150}\right)^{1,7} = 1,49 \quad (2.13)$$

$$K_v = 1,49 * 1 * 1 = 1,49 \quad (2.14)$$

- для чорнового точіння:

$$v_p = \frac{324}{60^{0,28} * 0,75^{0,4} 0,35^{0,2}} * 1,49 = 215 \text{ м/хв}$$

- для напівчистового точіння:

$$v_p = \frac{324}{60^{0,28} * 0,15^{0,2} 0,35^{0,4}} * 1,49 = 344 \text{ м/хв}$$

- для чистового точіння:

$$v_p = \frac{324}{60^{0,28} * 0,1^{0,2} 0,35^{0,4}} * 1,49 = 368 \text{ м/хв}$$

Визначаємо кількість обертів шпинделя верстата:

$$n_p = \frac{1000 * v_p}{\pi * D} \text{ об/хв} \quad (2.15)$$

					МІ 131.00.1/Б 090/с 002 00-ПЗ	Арк.
						46
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

- для чорнового точіння:

$$n_p = \frac{1000 \cdot v_p}{\pi \cdot D} = \frac{1000 \cdot 215}{3.14 \cdot 45,495} = 1505 \text{ об/хв}$$

- для напівчистового точіння:

$$n_p = \frac{1000 \cdot v_p}{\pi \cdot D} = \frac{1000 \cdot 344}{3.14 \cdot 45,795} = 2393 \text{ об/хв}$$

- для чистового точіння:

$$n_p = \frac{1000 \cdot v_p}{\pi \cdot D} = \frac{1000 \cdot 368}{3.14 \cdot 46} = 2548 \text{ об/хв}$$

Коректувати частоту обертання шпинделя за кінематичними даними верстата:

$$n \leq n_p \quad (2.16)$$

$$1250 \leq 1505$$

$$2000 \leq 2393$$

$$2000 \geq 548$$

Перераховуємо дійсну швидкість фрезерування:

- для чорнового точіння:

$$v = \frac{\pi \cdot D \cdot n}{1000} = \frac{3,14 \cdot 45,495 \cdot 1250}{1000} = 178,5 \text{ м/хв} \quad (2.17)$$

- для напівчистового точіння:

$$v = \frac{\pi \cdot D \cdot n}{1000} = \frac{3,14 \cdot 45,795 \cdot 2000}{1000} = 287,6 \text{ м/хв}$$

- для чистового точіння:

$$v = \frac{\pi \cdot D \cdot n}{1000} = \frac{3,14 \cdot 46 \cdot 2000}{1000} = 288,9 \text{ м/хв}$$

Визначаємо головні складові сили різання P_z , P_x , P_y , H :

$$P_z = 10 \cdot C_{P_z} \cdot t^{x_{P_z}} \cdot S_0^{y_{P_z}} \cdot v^{n_{mz}} \cdot K_{P_z} \quad (2.18)$$

$$P_y = 10 \cdot C_{P_y} \cdot t^{x_{P_y}} \cdot S_0^{y_{P_y}} \cdot v^{n_{my}} \cdot K_{P_y}$$

$$P_x = 10 \cdot C_{P_x} \cdot t^{x_{P_x}} \cdot S_0^{y_{P_x}} \cdot v^{n_{mx}} \cdot K_{P_x}$$

де C_{P_i} , x_{P_i} , y_{P_i} , n_{mi} – відповідно значення коефіцієнтів і показників степеня, які враховують вид оброблюваного та інструментального матеріалів і вид обробки;

$K_{P_i} = K_{MP_i} * K_{\phi P_i} * K_{\gamma P_i} * K_{\lambda P_i} * K_{rP_i}$ – коефіцієнт, що враховує вплив механічних властивостей оброблюваного матеріалу і геометрії різальної частини різця на сили різання.

$$K_{MP} = \left(\frac{150}{190}\right)^{0.4} = 0.91$$

$$K_{P_i} = K_{MP_i} * K_{\phi P_i} * K_{\gamma P_i} * K_{\lambda P_i} * K_{rP_i} = 0.91 * 0.94 * 1 = 0.86$$

- для чорнового точіння:

$$P_z = 10 * 123 * 0,75^1 * 0,35^{0,85} * 178,5^0 * 0,86 = 325,27 \text{ Н}$$

- для напівчистового точіння:

$$P_z = 10 * 123 * 0,15^1 * 0,35^{0,85} * 287,6^0 * 0,86 = 65,1 \text{ Н}$$

- для чистового точіння:

$$P_z = 10 * 123 * 0,1^1 * 0,35^{0,85} * 288,9^0 * 0,86 = 43,4 \text{ Н}$$

Розраховуємо ефективну потужність різання:

$$N = \frac{P_z * v}{1020 * 60} \quad (2.19)$$

- для чорнового точіння:

$$N = \frac{325,27 * 178,5}{1020 * 60} = 0,95 \text{ кВт}$$

- для напівчистового точіння:

$$N = \frac{65,1 * 287,6}{1020 * 60} = 0,31 \text{ кВт}$$

- для чистового точіння:

$$N = \frac{43,4 * 288,9}{1020 * 60} = 0,2 \text{ кВт}$$

Для забезпечення виконання вибраного режиму точіння на заданому верстаті необхідне виконання умови:

$$N_{дв} \cdot \eta > N \quad (2.20)$$

$$8,25 > 0,95$$

					МІ 131.00.1/Б 090/с 002 00-ПЗ	Арк.
						48
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

$$8,25 > 0,31$$

$$8,25 > 0,2$$

Визначимо основний час на перехід:

$$t_0 = \frac{L}{n \cdot S_B} \quad (2.21)$$

$$L = l + l_{BP} + l_{пер} \quad (2.22)$$

де l – довжина оброблюваної поверхні заготовки, мм;

$l_{вр}$ – величина врізання різця в заготовку, мм;

$l_{пер}$ – величина перебігу різця (при обробленні «в упор» $l_{пер} = 0$).

$$l_{BP} = t \cdot \operatorname{ctg} \varphi \quad (2.23)$$

де φ – головний кут в плані різця.

- для чорнового точіння:

$$l_{BP} = 0.75 \cdot \operatorname{ctg} 60^\circ$$

$$L = 25 + 0,43 = 25,43 \text{ мм}$$

$$t_0 = \frac{25,43}{1250 \cdot 0,35} = 0,058 \text{ хв}$$

- для напівчистового точіння:

$$l_{BP} = 0.15 \cdot \operatorname{ctg} 60^\circ$$

$$L = 25 + 0,087 = 25,087 \text{ мм}$$

$$t_0 = \frac{25,087}{2000 \cdot 0,35} = 0,036 \text{ хв}$$

- для чистового точіння:

$$l_{BP} = 0.15 \cdot \operatorname{ctg} 60^\circ$$

$$L = 25 + 0,058 = 25,058 \text{ мм}$$

$$t_0 = \frac{25,058}{2000 \cdot 0,35} = 0,036 \text{ хв}$$

Розрахунок режимів різання при фрезеруванні 100h12x2мм.

					МІ 131.00.1/Б 090/с 002 00-ПЗ	Арк.
						49
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Вибір діаметру фрези:

Приймаємо діаметр торцевої фрези для обробки діаметру заготовки 100 мм згідно (ISO 1832)

$$D = 125 \text{ мм}$$

Вибір подачі:

$$S_z = 0.4 \text{ мм/зуб}$$

Період стійкості фрези:

$$T = 120 \text{ хв}$$

Визначаємо розрахункову швидкість різання:

$$v_p = \frac{C_v \cdot D^q}{T^m \cdot t^x \cdot S_z^y \cdot B^u \cdot Z^p} \cdot K_v$$

де C_v , q , m , x , y , u , p – коефіцієнт і показники ступеня;

z – число зубів;

$K_v = K_{mv} \cdot K_{nv} \cdot K_{uv}$ – коефіцієнт, що враховує якість матеріалу, який оброблюється, стан поверхні заготовки і матеріал інструмента.

$$K_v = 1,25 \cdot 1 \cdot 1 = 1,25$$

$$v_p = \frac{41 \cdot 100^{0,25}}{120^{0,2} \cdot 2^{0,1} \cdot 0,4^{0,4} \cdot 125^{0,15} \cdot 12^0} \cdot 1,25 = 38,53 \text{ м/хв}$$

Визначаємо кількість обертів шпинделя верстата:

$$n_p = \frac{1000 \cdot v_p}{\pi \cdot D} = \frac{1000 \cdot 38,53}{3,14 \cdot 100} = 123 \text{ об/хв}$$

Коректувати частоту обертання шпинделя за кінематичними даними верстата:

$$100 \leq 123$$

Перераховуємо дійсну швидкість фрезерування:

$$v = \frac{\pi \cdot D \cdot n}{1000} = \frac{3,14 \cdot 100 \cdot 100}{1000} = 31,4 \text{ м/хв}$$

Визначаємо розрахункову хвилинну подачу:

					МІ 131.00.1/Б 090/с 002 00-ПЗ	Арк.
						50
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

$$S_{\text{хвп}} = S_z * Z * n = 0.4 * 12 * 100 = 480 \text{ мм/хв} \quad (2.24)$$

Коректуємо хвилинну подачу за даними верстата:

$$S_{\text{хв}} \leq S_{\text{хвп}} \quad (2.25)$$

$$400 \leq 480$$

Перераховуємо дійсне значення подачі на зуб фрези:

$$S_z = \frac{S_{\text{хв}}}{Z * n} = 0.3 \text{ мм/зуб} \quad (2.26)$$

Визначаємо головну складову сили різання:

$$P_z = \frac{10 C_{pz} * t^x * S_z^y * B^u * Z}{D^q * n^w} * K_{\text{мр}}$$

$$P_z = \frac{10 * 50 * 2^{0,95} * 0,3^{0,8} * 125^{1,1} * 12}{100^{1,1} * 100^0} * 1 = 1687 \text{ Н}$$

Визначаємо крутний момент на шпинделі верстата:

$$M_{\text{кр}} = \frac{P_z * D}{200} = \frac{1687 * 100}{200} = 843,5 \text{ Н*м} \quad (2.27)$$

Розраховуємо ефективну потужність різання:

$$N_e = \frac{P_z * v}{60 * 1000} = \frac{1687 * 31,4}{60 * 1000} = 0,88 \text{ кВт}$$

$$N_{\text{дв}} * \eta = 11 * 0,85 = 9,35 \text{ кВт} > 0,88 \text{ Нe}$$

Визначимо основний час на перехід:

$$t_0 = \frac{L * i}{S_{\text{хв}}}$$

де L – довжина оброблення;

$S_{\text{хв}}$ – хвилина подача фрези;

i – кількість проходів.

$$t = \frac{L \cdot i}{S_{\text{XB}}} = \frac{100 \cdot 1}{400} = 0,25 \text{ хв}$$

Заносимо обраховані дані в таблицю 1.8

Режими різання на технологічні операції

Таблиця 2.8

Зміст, номер операції або переходу	t, мм	L	i	м, хв	S, мм/об	п, об/ хв	V, м/хв	Sm, мм/хв	To, хв	N, кВт
010 Токарна										
Перехід 1 Точити начорно Ø44 до Ø45,495.	0,75	25	1	60	0,75	1250	178,5	-	0,058	0,95
Перехід 2 Точити напівчист о Ø45,495 до Ø45,795.	0,15	25	1	60	0,2	2000	287,6	-	0,036	0,31
Перехід 3 Точити чисто Ø45,795 до Ø46.	0,1	25	1	60	0,1	2000	288,9	-	0,036	0,2
Перехід 4 Точити начорно Ø28 до Ø29,52	0,76	8	1	60	0,75	1250	117	-	0,034	0,78
Перехід 5 Точити напівчист о Ø29,52 до Ø29,81	0,145	8	1	60	0,2	2000	188,6	-	0,021	0,18

Продовження таблиці 2.8

Перехід 6 Точити чисто Ø29,81 до Ø30	0,095	8	1	60	0,1	2000	192,3	-	0,02 1	0,1
Перехід 7 Точити фаску 2x45°	2	34	1	60	0,4	80	11	-	0,3	0,08
015 Токарна										
Перехід 1 Точити торець 10мм	10	82	1	60	0,4	293	68	-	0,14	0,1
Перехід 2 Точити фаску 3x45°	3	38	1	60	0,4	119	12	-	0,32	0,09
020 Фрезерна										
Перехід 1 Фрезерува ти горизонтал ьну поверхню 2мм	2	100	1	120	0,4	3000	119,3	400	0,25	0,88
Перехід 2 Фрезерува ти торець Ø28x3мм	3	31	1	120	0,35	2200	87,9	200	0,18	0,61
025 Фрезерна										
Перехід 1 Фрезерува ти горизонтал ьну поверхню 2мм	2	85	1	120	0,4	3000	122,6	400	0,24	0,72

Продовження таблиці 2.8

Перехід 2 Фрезерува ти торець Ø35х3мм	3	35		120	0,35	2200	87,9	200	0,19	0,58
030 Свердлильна										
Перехід 1 Свердлити 4 отвори Ø14х12мм	12	12	1	30	0,2	640	22,6	-	0,88	0,36
035 Свердлильна										
Перехід 1 Свердлити 4 отвори Ø10х12мм	12	12	1	30	0,2	620	21	-	0,8	0,32
040 Свердлильна										
Перехід 1 Свердлити 4 отвори Ø10х12мм	12	12	1	30	0,2	620	21	-	0,8	0,32
045 Свердлильна										
Перехід 1 Свердлити 4 отвори Ø10,5х16м м	16	16	1	30	0,2	680	27,4	-	0,52	1,24
Перехід 2 Нарізати 4 різьби M12х1,5	12	16	1	30	0,2	90	9	-	0,68	1

Розраховуємо основний (машинний) час обробки:

$$T_o = \sum t_{oi} \quad (2.28)$$

тоді

$$t_{o1} = 0,058 + 0,036 + 0,036 + 0,034 + 0,021 + 0,021 + 0,3 = 0,5 \text{ хв} \quad (2.29)$$

$$t_{o2} = 0,14 + 0,32 = 0,46 \text{ хв}$$

$$t_{o3} = 0,25 + 0,17 = 0,42 \text{ хв}$$

$$t_{o4} = 0,24 + 0,17 = 0,41 \text{ хв}$$

$$t_{o5} = 0,88 \text{ хв}$$

					МІ 131.00.1/Б 090/с 002 00-ПЗ					Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата						54

$$t_{o6} = 0,8 \text{ хв}$$

$$t_{o7} = 0,8 \text{ хв}$$

$$t_{o8} = 0,52 + 0,68 = 1,2 \text{ хв}$$

Сумарний основний час на операції:

$$T_0 = t_{o1} + t_n = 5,47 \text{ хв} \quad (2.30)$$

Розраховуємо допоміжний час:

$$t_{\text{доп}} = t_{\text{вст}} + t_{\text{пер}} + t_{\text{зм}} + t_{\text{к}} \quad (2.31)$$

де $t_{\text{вст}}$ – час на встановлення, затискання та зняття деталі;

$t_{\text{пер}}$ – час переходу;

$t_{\text{зм}}$ – час для зміни роботи верстата;

$t_{\text{к}}$ – час на контрольні вимірювання.

$$t_{\text{доп}} = 0,5 + 0,05 + 0,06 + 0,5 = 1,11 \text{ хв}$$

Розраховуємо оперативний час операції;

$$t_{\text{оп}} = t_o + t_{\text{доп}} \quad (2.32)$$

тоді

$$t_{\text{оп1}} = 0,5 + 1,11 = 1,61 \text{ хв}$$

$$t_{\text{оп2}} = 0,46 + 1,11 = 1,57 \text{ хв}$$

$$t_{\text{оп3}} = 0,42 + 1,11 = 1,53 \text{ хв}$$

$$t_{\text{оп4}} = 0,41 + 1,11 = 1,52 \text{ хв}$$

$$t_{\text{оп5}} = 0,88 + 1,11 = 1,99 \text{ хв}$$

$$t_{\text{оп6}} = 0,8 + 1,11 = 1,91 \text{ хв}$$

$$t_{\text{оп7}} = 0,8 + 1,11 = 1,91 \text{ хв}$$

$$t_{\text{оп8}} = 1,2 + 1,11 = 2,31 \text{ хв}$$

Визначаємо час на технічне і організаційне обслуговування робочого місця, на відпочинок і природні потреби, які приймаються у відсотках від оперативного часу на операцію:

$$t_{\text{обсл}} = 0,06 * t_{\text{оп}} \quad (2.33)$$

					МІ 131.00.1/Б 090/с 002 00-ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		55

$$t_{\text{відп}} = 0,04 * t_{\text{оп}} \quad (2.34)$$

тоді

$$t_{\text{обсл1}} = 0,06 * 1,61 = 0,096 \text{ хв}$$

$$t_{\text{відп1}} = 0,04 * 1,61 = 0,064 \text{ хв}$$

$$t_{\text{обсл2}} = 0,06 * 1,57 = 0,094 \text{ хв}$$

$$t_{\text{відп2}} = 0,04 * 1,57 = 0,063 \text{ хв}$$

$$t_{\text{обсл3}} = 0,06 * 1,53 = 0,092 \text{ хв}$$

$$t_{\text{відп3}} = 0,04 * 1,53 = 0,061 \text{ хв}$$

$$t_{\text{обсл4}} = 0,06 * 1,52 = 0,091 \text{ хв}$$

$$t_{\text{відп4}} = 0,04 * 1,52 = 0,061 \text{ хв}$$

$$t_{\text{обсл5}} = 0,06 * 1,99 = 0,12 \text{ хв}$$

$$t_{\text{відп5}} = 0,04 * 1,99 = 0,08 \text{ хв}$$

$$t_{\text{обсл6}} = 0,06 * 1,91 = 0,11 \text{ хв}$$

$$t_{\text{відп6}} = 0,04 * 1,91 = 0,08 \text{ хв}$$

$$t_{\text{обсл7}} = 0,06 * 1,91 = 0,11 \text{ хв}$$

$$t_{\text{відп7}} = 0,04 * 1,91 = 0,08 \text{ хв}$$

$$t_{\text{обсл8}} = 0,06 * 2,31 = 0,14 \text{ хв}$$

$$t_{\text{відп8}} = 0,04 * 2,31 = 0,092 \text{ хв}$$

Визначаємо норму штучного часу на операцію:

$$t_{\text{шт}} = \Sigma t_{\text{oi}} + t_{\text{доп}} + t_{\text{обсл}} + t_{\text{відп}} \quad (2.35)$$

тоді

$$t_{\text{шт1}} = 0,5 + 1,11 + 0,096 + 0,064 = 1,77 \text{ хв}$$

$$t_{\text{шт2}} = 0,46 + 1,11 + 0,094 + 0,063 = 1,73 \text{ хв}$$

$$t_{\text{шт3}} = 0,42 + 1,11 + 0,092 + 0,061 = 1,68 \text{ хв}$$

$$t_{\text{шт4}} = 0,41 + 1,11 + 0,091 + 0,061 = 1,67 \text{ хв}$$

$$t_{\text{шт5}} = 0,88 + 1,11 + 0,12 + 0,08 = 2,19 \text{ хв}$$

$$t_{\text{шт6}} = 0,8 + 1,11 + 0,11 + 0,08 = 2,1 \text{ хв}$$

					МІ 131.00.1/Б 090/с 002 00-ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		56

$$t_{шт7} = 0,8 + 1,11 + 0,011 + 0,08 = 2,1 \text{ хв}$$

$$t_{шт8} = 1,2 + 1,11 + 0,014 + 0,092 = 2,41 \text{ хв}$$

Визначаємо норму штучно-калькуляційного часу:

$$t_{шт,к} = t_{шт} + \frac{t_{п.з}}{n} = 6.6 + \frac{15}{600} = 6.63 \text{ хв} \quad (2.36)$$

Всі обраховані дані заносимо в таблицю 1.9

Технічні норми часу по операціям

Таблиця 2.9

Назва і номер операції	t_o , хв	$t_{доп}$, хв	$t_{оп}$, хв	$t_{обсл}$, хв	$t_{відп}$, хв	$t_{шт}$, хв	$t_{п.з}$, хв	п, ШТ	$t_{штк}$, хв
010 Токарна	0,5	1,11	1,61	0,096	0,064	1,77	15	600	6,63
015 Токарна	0,46		1,57	0,094	0,063	1,73			
020 Фрезерна	0,42		1,53	0,092	0,061	1,68			
025 Фрезерна	0,41		1,52	0,091	0,061	1,67			
030 Свердлильна	0,88		1,99	0,12	0,08	2,19			
035 Свердлильна	0,8		1,91	0,11	0,08	2,1			
040 Свердлильна	0,8		1,91	0,11	0,08	2,1			
045 Свердлильна	1,2		2,31	0,14	0,092	2,41			

Висновки до розділу 2

Деталь, яка досліджується – це корпус, який виготовляється для перепускного клапана.

Матеріал, з якого буде виготовлятися корпус – сірий чавун з пластинчастим графітом СЧ15 (ISO 1083), тому що, він має здатність розсіювати вібраційні коливання при змінних навантаженнях, має високі механічні властивості, відносно низьку температуру плавлення і дуже гарні ливарні властивості.

Визначено програму випуску та обрано середньосирійний тип виробництва.

При всіх варіантах отримання заготовки, для даної форми і габаритів деталі найбільше підходить і був обраний метод лиття в кокіль.

Був розроблений технічний маршрут для виготовлення деталі. Розрахований операційний припуск на оброблювану поверхню. Підібрано технічне обладнання, проведено розрахунок режиму різання і технічна нормалізація процесу.

					МІ 131.00.1/Б 090/с 002 00-ПЗ	Арк.
						58
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

3. КОНСТРУКТОРСЬКИЙ РОЗДІЛ

3.1. Опис спеціального верстатного пристрою

Виробництво деталей в серійному виробництві, запроваджуючи автоматизацію, потребує активізації всіх можливих ресурсів, складові частини обладнання повинні працювати швидко та точно. Тому, в пристосуванні на фрезерну операцію використано спеціальний пристрій (рис.3.1), який забезпечує надійну фіксацію заготовки, економить час завдяки миттєвій фіксації затиску та зберігає точність на високому рівні.

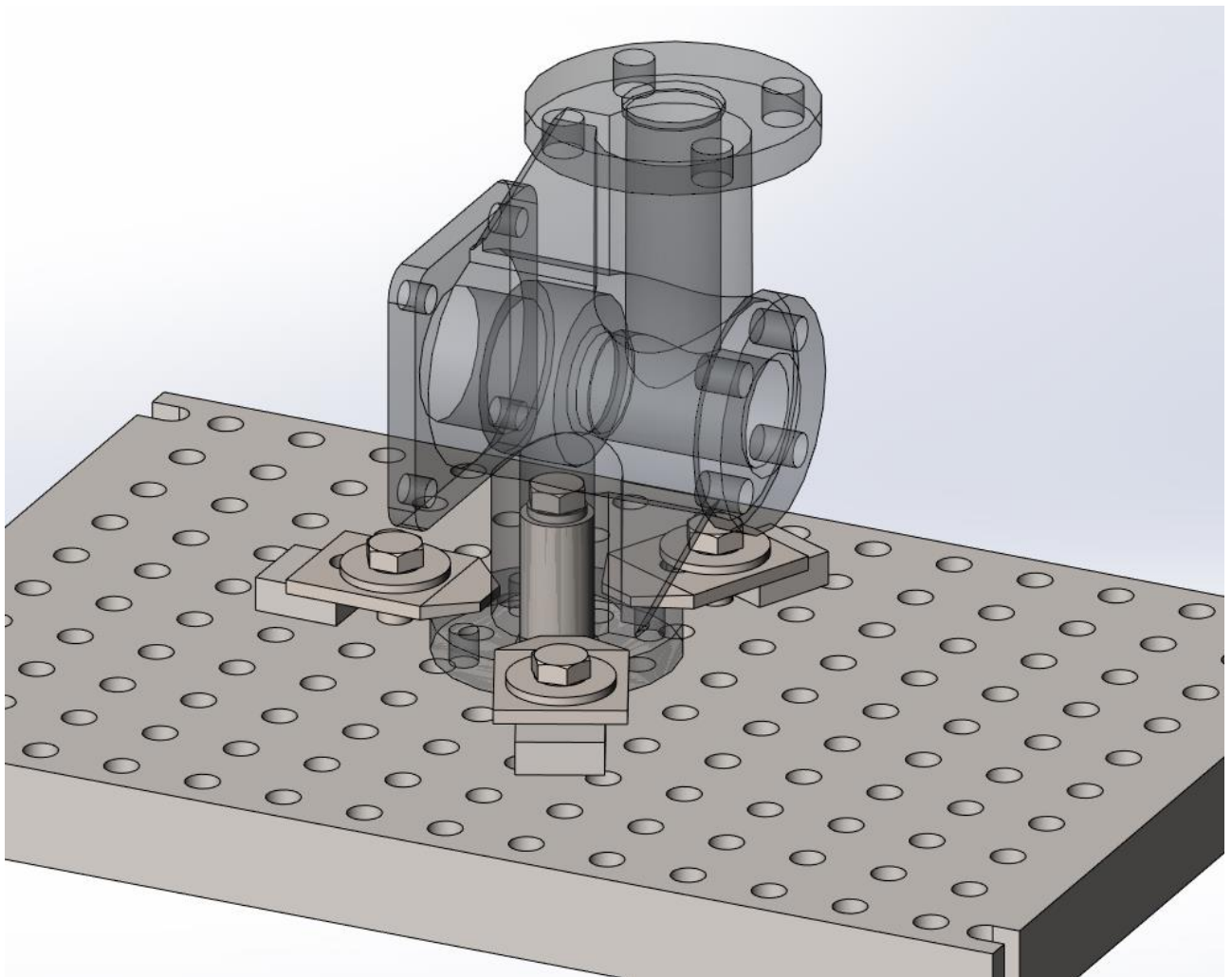


Рис. 3.1. Спеціальний пристрій

					МІ 131.00.1/Б 090/с 002 00-ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		59

Технічні вимоги на виготовлення конструкції пристрою

Конструкція пристрою повинна забезпечити необхідну точність обробки заготовки на заданій операції. Задля цього до неї висуваються наступні технічні вимоги:

- відповідні розміри елементів пристрою згідно креслень повинні забезпечувати точність встановлення заготовки;
- спроектоване обладнання повинно бути досить жорстким для досягнення заданої точності обробки деталі;
- матеріал деталей пристрою залежить від мети обслуговування деталі, способу її отримання, складності і т.п., в залежності від цього його слід вибирати згідно відповідних рекомендацій;
- необхідно забезпечити достатню твердість компонентів пристрою, що є результатом правильного вибору термічної обробки;
- похибки виготовлення елементів пристрою не повинні перевищувати встановлені допустимі значення, які встановлені для уникнення неточності взаємного розташування оброблюваних і базових поверхонь заготовки, спотворення форми поверхонь, похибки оброблюваних розмірів тощо;
- шорсткість установочних поверхонь елементів пристрою повинна бути меншою за шорсткість відповідних поверхонь встановлюваної деталі;
- різальні інструменти повинні мати вільний доступ до усіх оброблюваних поверхонь.

Розрахунок похибки базування

Для розрахунку похибок базування відповідних розмірів, позначимо їх великими літерами латинського алфавіту А

					МІ 131.00.1/Б 090/с 002 00-ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		60

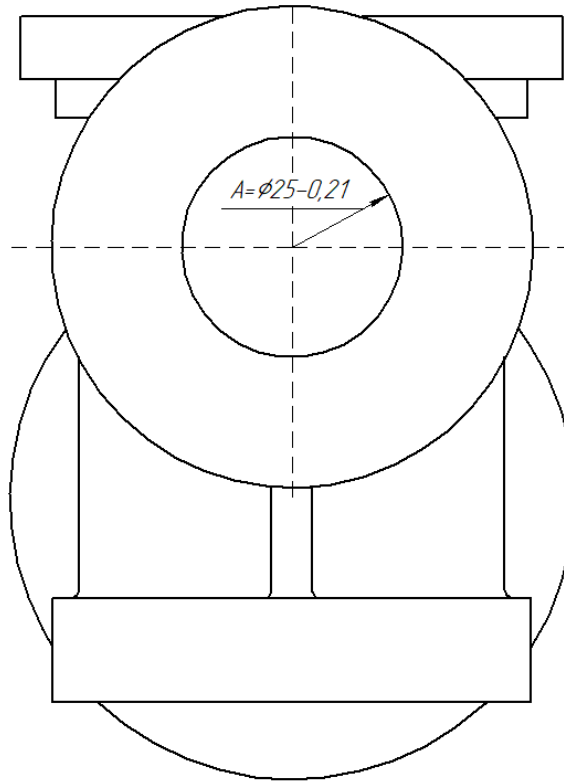


Рис. 3.2. Похибка базування

Похибка базування ϵ - це різниця граничних відстаней вимірювальної бази відносно встановленого на заданий розмір деталі різального інструмента. Виникає, коли опорна установочна база не суміщена з вимірювальною.

Похибка базування для розміру A визначається за формулою:

$$\epsilon_0^A = \delta_{\text{отв}} + \delta_{\text{п}} + S_{\text{min}} + e \quad (3.1)$$

де $\delta_{\text{отв}}$ - допуск розміру отвору $\text{Ø}25\text{h}12$. За ISO 1829-75 граничні відхилення для поля допуску H12: $\text{Ø}25_0^{0,21}$, тоді:

$$\delta_{\text{отв}} = 0,21 - 0 = 0,21 \text{ мм}$$

$\delta_{\text{п}}$ - допуск розміру пальця $\text{Ø}25\text{h}7_{-0,021}^0$, тоді:

$$\delta_{\text{п}} = 0 - (-0,021) = 0,021 \text{ мм}$$

S_{min} - мінімальний зазор посадки $\text{Ø}25\text{h}12$, тоді:

					МІ 131.00.1/Б 090/с 002 00-ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		61

$$S_{min} = 0 - (-0,21) = 0,21 \text{ мм}$$

$e = 0,02$ мм - ексцентриситет зовнішньої поверхні заготовки відносно отвору.

Отже:

$$\varepsilon_0^A = 0,21 + 0,021 + 0,21 + 0,02 = 0,461 \text{ мм}$$

3.2. Проектування та розрахунок спеціальних засобів технічного контролю

Для контролю отворів ми застосуємо калібри пробки.

У цьому пункті проводиться розрахунок граничних і виконавчих розмірів калібрів, необхідних для контролю отворів $\varnothing 46H7$ і $\varnothing 30H7$.

Розраховуємо контрольні калібри для пробки $\varnothing 46H7$:

$$K - PP_{MAX} = d_{MAX} + Z1 + \frac{H_p}{2} \quad (3.2)$$

$$K - PP_{MAX} = 46 + 0.0035 + \frac{0.004}{2} = 46.0055 \text{ мм}$$

$$K - PP_{MIN} = d_{MAX} + Z1 - \frac{H_p}{2} \quad (3.3)$$

$$K - PP_{MIN} = 46 + 0.0035 - \frac{0.004}{2} = 46.0015 \text{ мм}$$

$$K - HE_{MAX} = d_{MAX} + Z1 + \frac{H_p}{2} \quad (3.4)$$

$$K - HE_{MAX} = 46 + 0,025 + \frac{0,004}{2} = 46,027 \text{ мм}$$

$$K - HE_{MIN} = d_{MAX} - Z1 + \frac{H_p}{2} \quad (3.5)$$

$$K - HE_{MIN} = 46 + 0,025 - \frac{0,004}{2} = 46,023 \text{ мм}$$

Розраховуємо контрольні калібри для пробки $\varnothing 30H7$:

$$K - PP_{MAX} = d_{MAX} + Z1 + \frac{H_p}{2}$$

$$K - PP_{MAX} = 30 + 0.0035 + \frac{0.004}{2} = 30.0055 \text{ мм}$$

$$K - PP_{MIN} = d_{MAX} + Z1 - \frac{H_p}{2}$$

					МІ 131.00.1/Б 090/с 002 00-ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		62

$$K - PP_{\min} = 30 + 0.0035 - \frac{0.004}{2} = 30.0015 \text{ мм}$$

$$K - HE_{\max} = d_{\max} + Z1 + \frac{H_p}{2}$$

$$K - HE_{\max} = 30 + 0,025 + \frac{0,004}{2} = 30,027 \text{ мм}$$

$$K - HE_{\min} = d_{\max} - Z1 + \frac{H_p}{2}$$

$$K - HE_{\min} = 30 + 0,025 - \frac{0,004}{2} = 30,023 \text{ мм}$$

Висновки до розділу 3

В даному розділі був описаний спеціальний верстатний пристрій, який буде зажимати нашу заготовки під час операції фрезерування, так як пристрій є універсальним, замінивши один центруючий палець, можна провести фрезерування на двох різних поверхнях. Були представлені технічні вимоги на виготовлення даного пристрою, з яких випливає, що наш пристрій має бути якомога жорстким, для утримання заготовки на місці і дати доступ для вільного проходження різців по поверхнях. А також було розраховано похибку базування на даному пристрої, що показує, що навіть при самих точних встановленнях є ймовірність неправильного базування.

Була зроблена 3D - модель спеціального пристрою.

Також були спроектовані і розраховані два спеціальні засоби технічного контролю, для контролювання отворів після операцій точіння.

					МІ 131.00.1/Б 090/с 002 00-ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		63

ВИСНОВКИ

В процесі виконання кваліфікаційної роботи за завданням було виконано аналітичне дослідження функціонального призначення перепускного клапана та експлуатаційних характеристик. Було розглянуто сучасні методи отримання заготовок. Було розглянуто програми для створення 3D - моделей і були спроектовані 3D - моделі компонентів клапана перепускного, заготовки та спеціального пристрою.

Був встановлений тип виробництва та метод виготовлення заготовки, її матеріал і форма. Був проведений аналіз технологічності деталі. Також були виконані розрахунки режимів різання, розроблений технологічний маршрут обробки заготовки та пронормований час витрату на операції. Було підібрано технологічне обладнання і засоби технологічного оснащення.

Був спроектований спеціальний пристрій для зажиму заготовки, розрахована похибка базування заготовки в цьому пристрої, було розглянуто технічні вимоги до створення спеціальних пристроїв. Ще були спроектовані і розраховані пристрої спеціального контролю.

Також були спроектовані маршрутні карти, карти ескізів і операційні карти, спроектовані складальний кресленик, кресленики заготовки, спеціального пристрою, компонентів клапана і калібрів-скоб.

					МІ 131.00.1/Б 090/с 002 00-ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		64

ЛІТЕРАТУРА

1. М.А.Красовський, П.П.Мельничук, В.А.Яновський. Курсове проектування з Технології Машинобудування. Навчально – методичний посібник-Житомир:ЖДТУ:2010р.
2. Ю. В. Булига, Н. Р. Веселовська, В. П. Міськов «Теорія різання. Розрахунок режимів різання»
3. ДСТУ 7806:2015 Прокат із легованої конструкційної сталі. Технічні умови. Державне підприємство «Український науково-дослідний і навчальний центр проблем стандартизації, сертифікації та якості» (ДП «УкрНДНЦ»), 2015.
4. Конспект лекцій з дисципліни «Технологічне оснащення» включає лекції та теми, які виносяться на самостійне вивчення студентів призначений для студентів спеціальності 131 Прикладна механіка., 2020. – 403 с.
5. Кирилович В.А., Мельничук П.П., Яновський В.А. Нормування часу та режимів різання для токарних верстатів з ЧПУ: Навчальний посібник для студентів спеціальностей 7.090202 “Технологія машинобудування”, 7.090203 “Металорізальні верстати і системи”, 7.092501 “Автоматизоване управління технологічними процесами і виробництвами” / Під заг. ред. В.А. Кириловича. – Житомир: ЖІТІ, 2001.– 600 с.
6. Яновський В.А., Сніцар В.Г. Технологічна оснастка. Практичні заняття. Навчально – методичний посібник. – Житомир: ЖДТУ, 2005. – 120 с.
7. Желєзна А.О., Кирилович В.А.: «Основи взаємозамінності, стандартизації та технічних вимірювань». Навчальний посібник.-Житомир.: ЖІТІ,2002. - 616 с.
8. «Технологічне оснащення. Конспект лекцій» для студентів денної та заочної форми навчання спеціальність 131 Прикладна механіка 2020
9. Паливода Ю. Є., Дячун А. Є. «Заготовки у машинобудівному виробництві» Тернопіль 2022.
10. П.П.Мельничук, А.І.Боровик, П.А.Лінчевський, Ю.В.Петраков «Технологія машинобудування» :Підручник-Житомир:ЖДТУ,2005-882с.

					МІ 131.00.1/Б 090/с 002 00-ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		65

11. Методичні вказівки з дисципліни “Технологія машинобудування” для студентів спеціальності (освітня програма) 133 «Галузеве машинобудування» Київ 2019

12. Кирилович В. А., Мельничук П. П., Яновський В. А. Нормування часу та режимів різання для токарних верстатів з ЧПУ: Навчальний посібник / під ред. Кириловича – Житомир: ЖІТІ, 2001.

13. Робочі процеси технологій у машинобудуванні: Підручник для студентів вищих навчальних закладів / А. І. Грабченко, Г. М. Виговський. – Житомир: ЖДТУ, 2003.

					МІ 131.00.1/Б 090/с 002 00-ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		66

ДОДАТКИ

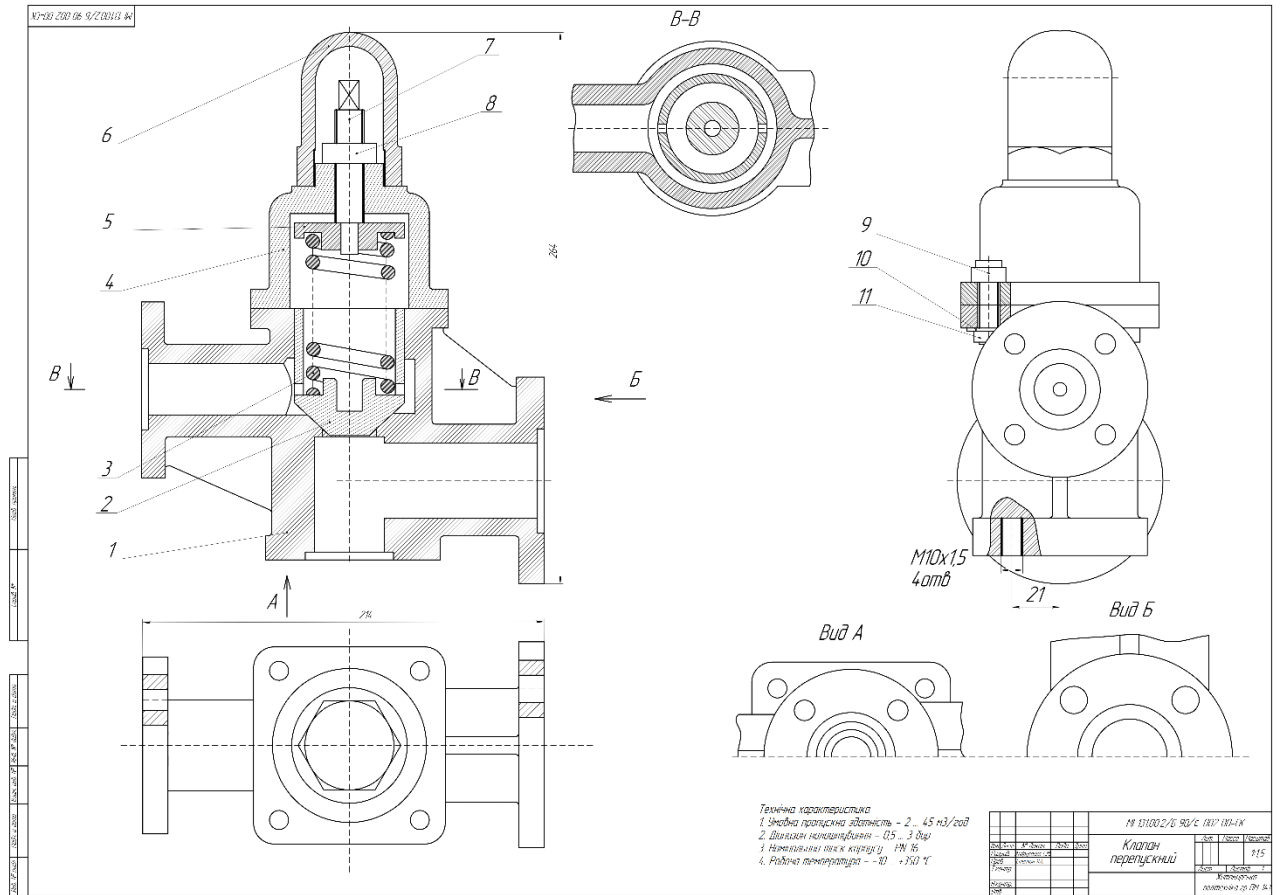
[illegible]

					МІ 131.00.1/Б 090/с 002 00-ПЗ	Арк.
						67
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

[illegible]

					МІ 131.00.1/Б 090/с 002 00-ПЗ	Арк.
						68
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

МІ 131.00.1/Б 090/с 002 00-ПЗ



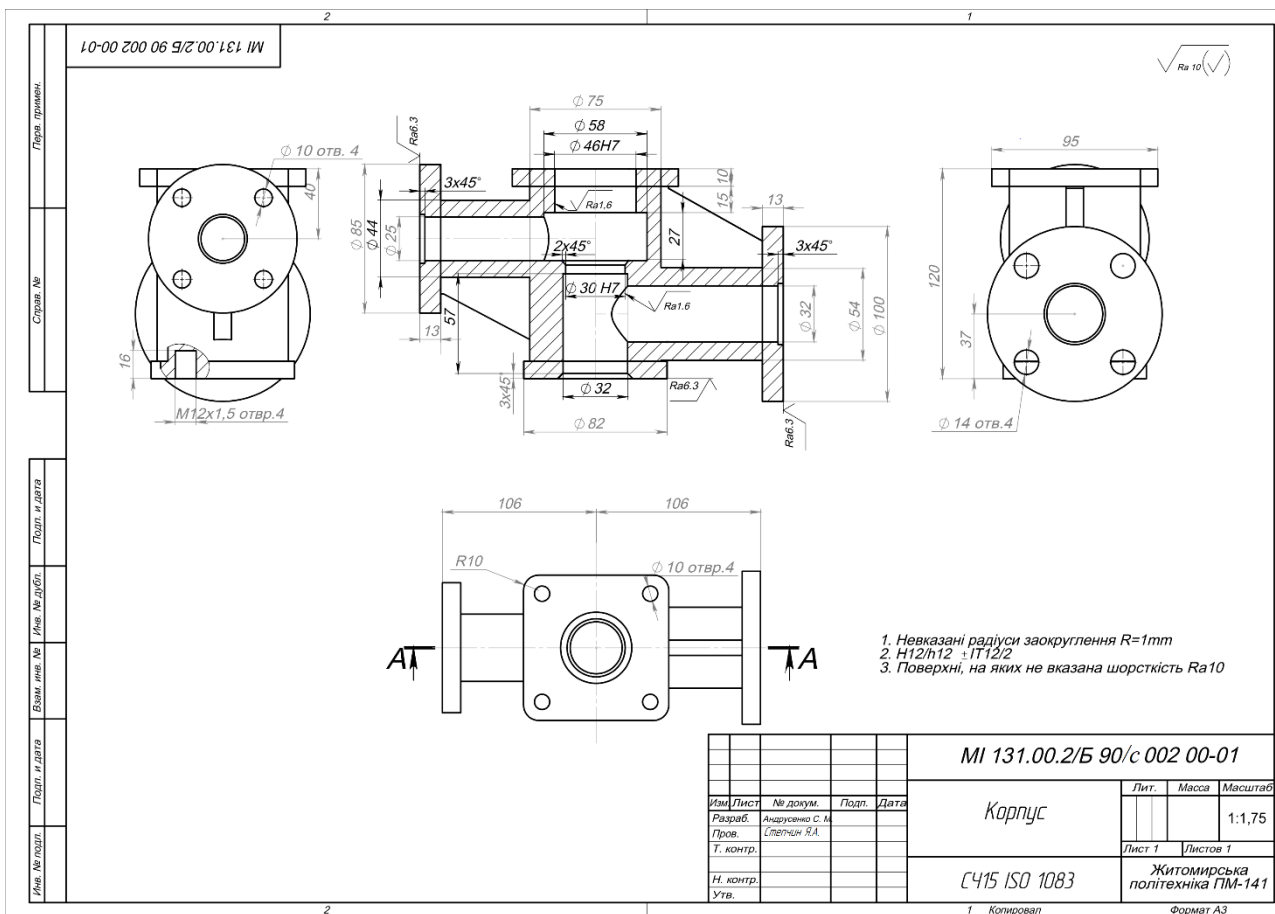
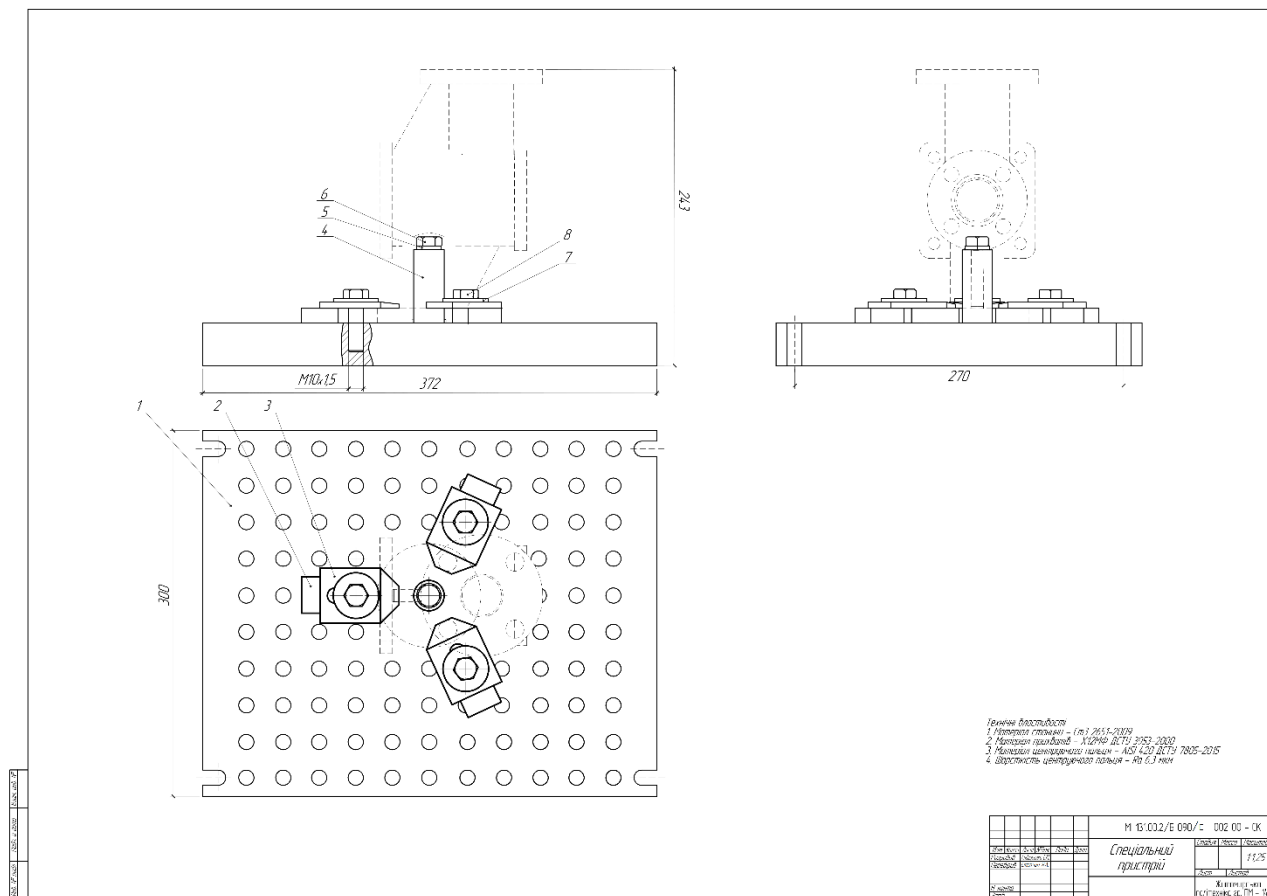
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата

МІ 131.00.1/Б 090/с 002 00-ПЗ

Арк.

69

Перв. примен.					MI 131.00.2/Б 90 002 00																																		
Справ. №																																							
Подп. и дата																																							
Взам. инв. №					Инв. № дубл.																																		
Подп. и дата					MI 131.00.2/Б 90/с 002 00																																		
Инв. № подл.					<table border="1"> <tr> <td>Изм.</td> <td>Лист</td> <td>№ докум.</td> <td>Подп.</td> <td>Дата</td> </tr> <tr> <td>Разраб.</td> <td></td> <td>Андрюсенко</td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>Пров.</td> <td></td> <td>Степчин Я.А.</td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>Т.контр.</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>Н.контр.</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>Утв.</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> </table>					Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата	Разраб.		Андрюсенко			Пров.		Степчин Я.А.			Т.контр.					Н.контр.					Утв.				
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата																																			
Разраб.		Андрюсенко																																					
Пров.		Степчин Я.А.																																					
Т.контр.																																							
Н.контр.																																							
Утв.																																							
Заготовка					<table border="1"> <tr> <td>Лит.</td> <td>Масса</td> <td>Масштаб</td> </tr> <tr> <td></td> <td></td> <td>1:15</td> </tr> <tr> <td>Лист</td> <td>Листов</td> <td>1</td> </tr> </table>					Лит.	Масса	Масштаб			1:15	Лист	Листов	1																					
Лит.	Масса	Масштаб																																					
		1:15																																					
Лист	Листов	1																																					
СЧ15 ISO 1083					Житомирська політехніка ПМ-141																																		
Копировал					Формат А4																																		



Дубл.																			
Взам.																			
Підп.																			
Розроб.	Андрусенко С. М.							Житомирська											
Перев.	Степчин Я.А.							політехніка											
Т.контр.								Гр ПМ-141											
Н.контр.																			
Затвер.																			
M01	СЧ ISO 1083																		
M02	Код	ЕВ	МД	ЕН	Н расх	Ким	Код загот	Профіль та розміри				КД	МЗ						
A	Цех	Діл.	РМ	Опера	Код, найменування операції				Позначення документа										
B					Код, найменування устаткування				СМ	Проф.	Р	УТ	КР	КОИД	ЕН	ОП	К шт.	Тп.з.	Т шт.
A 01				000	0168 Заготівельна														
B 02																			
03																			
A 04				005	4110 Токарна														
B 05					16K20Ф3					18225									
06																			
A 07				010	4110 Токарна														
B 08					16K20Ф3					18225									
09																			
A 10				020	4260 Фрезерна					18632									
B 11					ФС65МФ3														
12																			
A 13				025	4260 Фрезерна					18632									
B 14					ФС65МФ3														
МК	Маршрутна карта																		

Дубл.																			
Взам.																			
Підп.																			
Розроб.	Андрусенко С. М.							Житомирська											
Перев.	Степчин Я.А.							політехніка											
Т.контр.								Гр ПМ-141											
Н.контр.																			
Затвер.																			
M01	СЧ ISO 1083																		
M02	Код	ЕВ	МД	ЕН	Н расх	Ким	Код загот	Профіль та розміри				КД	МЗ						
A	Цех	Діл.	РМ	Опера	Код, найменування операції				Позначення документа										
B					Код, найменування устаткування				СМ	Проф.	Р	УТ	КР	КОИД	ЕН	ОП	К шт.	Тп.з.	Т шт.
A 01				030	4210 Свердлильна					17335									
B 02					WDM ZK4120														
03																			
A 04				035	4210 Свердлильна					17335									
B 05					WDM ZK4120														
06																			
A 07				040	4210 Свердлильна					17335									
B 08					WDM ZK4120														
09																			
A 10				045	4210 Свердлильна					17335									
B 11					WDM ZK4120														
12																			
A 13				050	0200 Контрольна					12920									
B 14																			
МК	Маршрутна карта																		

Дубл.														
Взам.														
Підп.														
Розроб.	Андрусенко С. М.			Житомирська										
Перев.	Степчин Я.А.			політехніка										
Т.контр.				Гр ПМ-141										
Н.контр.														
Затвер.														
Корпус клапана														
Найменування операції				Матеріал		Твердість	Ев	МД	Профіль і розміри			МЗ	КОИД	
Токарна				СЧ ISO 1083										
Обладнання, пристрій ЧПУ				Позначення програми		То	Тв	Тк.з	Тшт					
16K20Ф3														
Р				ПИ	Д або В	L	T	I	S	n	V			
01	1.Встановити, закріпити, зняти													
02	Трьохкулачковий патрон													
03														
04	2. Точити Ø28 до Ø29,52 на 8мм													
05	Розточний різець ISO 1832													
06					28	8	0,034	1	0,75	1250	117			
07														
08	3.Точити Ø29,52 до Ø29,81 на 8мм													
09	Розточний різець ISO 1832													
10					29,52	8	0,021	1	0,2	2000	188,6			
11														
12	4.Точити Ø29,81 до Ø30 на 8мм													
13	Розточний різець ISO 1832													
15					30	8	0,021	1	0,1	2000	192,3			
О К	Операційна карта													

Дубл.														
Взам.														
Підп.														
Розроб.	Андрусенко С. М.			Житомирська										
Перев.	Степчин Я.А.			політехніка										
Т.контр.				Гр ПМ-141										
Н.контр.														
Затвер.														
Корпус клапана														
Найменування операції				Матеріал		Твердість	Ев	МД	Профіль і розміри			МЗ	КОИД	
Токарна				СЧ ISO 1083										
Обладнання, пристрій ЧПУ				Позначення програми		То	Тв	Тк.з	Тшт					
16K20Ф3														
Р				ПИ	Д або В	L	T	I	S	n	V			
16	5.Точити Ø44 до Ø45,495 на25мм													
17	Розточний різець ISO 1832													
18					44	25	0,058	1	0,7	1250	178,5			
19														
20	6. Точити Ø45,495 до Ø45,795 на25мм													
21	Розточний різець ISO 1832													
22					45,495	25	0,036	1	0,2	2000	287,6			
23														
24	7. Точити 45,795 до Ø46 на 25мм													
25	Розточний різець ISO 1832													
26					45,795	25	0,2	1	0,1	2000	288,9			
27														
28	8. Точити фаску 2×45°													
29	Прохідний відігнутий різець ISO 5197													
30					34	2	0,3	1	0,4	80	11			
О К	Операційна карта													

Дубл.														
Взам.														
Підп.														
Розроб.	Андрусенко С. М.			Житомирська										
Перев.	Стегачин Я.А.			політехніка										
Т.контр.				Гр ПМ-141										
Н.контр.														
Затвер.														
Найменування операції				Матеріал		Твердість	Ев	МД	Профіль і розміри			МЗ	КОИД	
Токарна				СЧ ISO 1083										
Обладнання, пристрій ЧПУ				Позначення програми		То	Тв	Тк.з	Тшт					
16K20Ф3														
Р				ПИ	D або B	L	T	I	S	n	V			
01	1.Встановити, закріпити, зняти													
02	Квадратний патрон													
03														
04	2.Точити торець 10мм													
05	Прохідний відігнутий різець ISO 5197													
06					82	10	0,14	1	0,4	193	68			
07														
08	3.Точити фаску 3×45°													
09	Прохідний відігнутий різець ISO 5197													
10					38	3	0,32	1	0,4	119	12			
11														
12														
13														
15														
О К	Операційна карта													

Дубл.													
Взам.													
Підп.													
Розроб.	Андрусенко С. М.			Житомирська									
Перев.	Стегачин Я.А.			політехніка									
Т.контр.				Гр ПМ-141									
Н.контр.													
Затвер.													
Найменування операції				Матеріал		Твердість	Ев	МД	Профіль і розміри			МЗ	КОИД
Фрезерна				СЧ ISO 1083									
Обладнання, пристрій ЧПУ				Позначення програми		То	Тв	Тк.з	Тшт				
ФС65МФ3													
Р				ПИ	D або B	L	T	I	S	n	V		
01	1.Встановити, закріпити, зняти												
02	Спеціальний пристрій												
03													
04	2. Фрезерувати горизонтальну поверхню 2 мм												
05	Торцева фреза ISO 1843-1:1990				100	2	0,25	1	0,4	100	119,3		
06													
07													
08	3. Фрезерувати торець Ø28 на 3мм												
09	Кінцева фреза ISO 19252-1:2013												
10					28	3	0,19	1	0,35	2200	87,9		
11													
12													
13													
15													
О К	Операційна карта												

Дубл.														
Взам.														
Підп.														
Розроб.	Андрусенко С. М.			Житомирська										
Перев.	Степчин Я.А.			політехніка										
Т.контр.				Гр ПМ-141										
Н.контр.														
Затвер.														
Найменування операції				Матеріал		Твердість	Ев	МД	Профіль і розміри			МЗ	КОИД	
Фрезерна				СЧ ISO 1083										
Обладнання, пристрій ЧПУ				Позначення програми		То	Тв	Тк.з	Тшт					
ФС65МФЗ														
Р				ПИ	Д або В	L	T	I	S	n	V			
01	1.Встановити, закріпити, зняти													
02	Спеціальний пристрій													
03														
04	2. Фрезерувати горизонтальну поверхню 2 мм													
05	Торцева фреза ISO 1843-1:1990													
06					85	2	0,24	1	0,4	3000	122,6			
07														
08	3.Точити торець Ø35 на 3мм													
09	Кінцева фреза ISO 19252-1:2013													
10					35	3	0,19	1	0,35	2200	87,9			
11														
12														
13														
15														
О К	Операційна карта													

Дубл.													
Взам.													
Підп.													
Розроб.	Андрусенко С. М.			Житомирська									
Перев.	Степчин Я.А.			політехніка									
Т.контр.				Гр ПМ-141									
Н.контр.													
Затвер.													
Найменування операції				Матеріал		Твердість	Ев	МД	Профіль і розміри			МЗ	КОИД
Свердлильна				СЧ ISO 1083									
Обладнання, пристрій ЧПУ				Позначення програми		То	Тв	Тк.з	Тшт				
WDM ZK4120													
Р				ПИ	Д або В	L	T	I	S	n	V		
01	1.Встановити, закріпити, зняти												
02	Кондуктор												
03													
04	2.Свердлити отвір Ø14x12мм шт4												
05	Спиральне свердло DIN 345												
06					14	12	0,88	1	0,2	640	22,6		
07													
08													
09													
10													
11													
12													
13													
О К	Операційна карта												

Дубл.														
Взам.														
Підп.														
Розроб.	Андрусенко С. М.			Житомирська										
Перев.	Степчин Я.А.			політехніка										
Т.контр.				Гр ПМ-141										
Н.контр.				Корпус клапана										
Затвер.														
Найменування операції				Матеріал		Твердість	Ев	МД	Профіль і розміри			МЗ	КОИД	
Свердлильна				СЧ ISO 1083										
Обладнання, пристрій ЧПУ				Позначення програми		То	Тв	Тк.з	Тшт					
WDM ZK4120														
Р				ПИ	D або B	L	T	I	S	n	V			
01	1.Встановити, закріпити, зняти													
02	Кондуктор													
03														
04	2.Свердлити отвір Ø10x12мм шт4													
05	Спиральне свердло DIN 345													
06					10	12	0,8	1	0,2	620	21			
07														
08														
09														
10														
11														
12														
13														
О К	Операційна карта													

Дубл.														
Взам.														
Підп.														
Розроб.	Андрусенко С. М.			Житомирська										
Перев.	Степчин Я.А.			політехніка										
Т.контр.				Гр ПМ-141										
Н.контр.				Корпус клапана										
Затвер.														
Найменування операції				Матеріал		Твердість	Ев	МД	Профіль і розміри			МЗ	КОИД	
Свердлильна				СЧ ISO 1083										
Обладнання, пристрій ЧПУ				Позначення програми		То	Тв	Тк.з	Тшт					
WDM ZK4120														
Р				ПИ	D або B	L	T	I	S	n	V			
01	1.Встановити, закріпити, зняти													
02	Кондуктор													
03														
04	2.Свердлити отвір Ø10x12мм шт4													
05	Спиральне свердло DIN 345													
06					10	10	0,8	1	0,2	620	21			
07														
08														
09														
10														
11														
12														
13														
О К	Операційна карта													

