

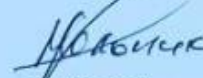
освіти і науки України
Державний університет "Житомирська політехніка"
Кафедра механічної інженерії

"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: "Технологічний процес виготовлення деталі "Корпус" насоса відцентрового 160/05" в умовах серійного виробництва"

МІ 131.00.1/Б 102/с 035 00-ПЗ

Студент групи

ПМ-142

шифр групи

Кондракевич Богдан Романович

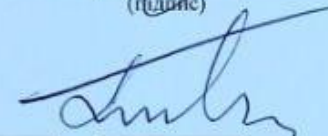
(прізвище, ім'я, по батькові)


(підпис)

Керівник

д.т.н., проф. Полонський Л.Г.

(науковий ступінь та вчене звання, прізвище, ініціали)


(підпис)

Житомир 2025

ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «ЖИТОМИРСЬКА ПОЛІТЕХНІКА»

Факультет комп'ютерно-інтегрованих технологій, мехатроніки і робототехніки

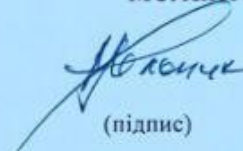
Кафедра механічної інженерії

Освітній ступінь: бакалавр

Спеціальність: 131 «Прикладна механіка»

“ЗАТВЕРДЖУЮ”

Завідувач кафедри
механічної інженерії



(підпис)

Мельник О.Л.

(прізвище, ініціали)

ЗАВДАННЯ НА КВАЛІФІКАЦІЙНУ БАКАЛАВРСЬКУ РОБОТУ СТУДЕНТУ

Кондракевич Богдан Романович

(прізвище, ім'я, по батькові)

1.Тема роботи: тему: Технологічний процес виготовлення деталі “Корпус” насоса відцентрового 160/05”.

Керівник роботи: Полонський Леонід Григорович, д.т.н., проф.

Затверджена наказом по університету від 20 03 25р. № 102/С

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

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

4.Перелік завдань, які потрібно вирішити: визначити призначення деталі «Корпус»; провести аналіз вимог до точності, шорсткості, матеріалу та механічних властивостей; аналіз технологічності конструкції деталі; вибір типу заготовки та обґрунтування методу її виготовлення; розробка технологічного маршруту виготовлення деталі; виконати обґрунтування та вибір технологічних баз, технологічного обладнання та оснащення; розрахунок режимів

різання та технічне нормування технологічного процесу; виконати проектування та розрахунок спеціального верстатного та контрольного пристроїв.

5. Орієнтовний перелік графічного матеріалу: 1. Загальний вигляд деталі – 1 арк. презентації; 2. Заготовка деталі - 1 арк. презентації; 3. Карта наладок на токарну автоматну операцію - 1 арк. презентації; 4. Карта наладок на вертикально-свердлильну операцію - 2 арк. презентації; 5. Карта наладок на вертикально-фрезерну операцію - 1 арк. презентації; 6. Кресленик спеціального верстатного пристрою для фрезерування - 1 арк. презентації; 7. Кресленик спеціального контрольного пристрою - 1 арк. презентації; 8. Кресленик спеціального різального інструменту (токарний різець) - 1 арк. презентації.

6. Дата видачі завдання 18.11.2024 року.

Студент



(підпис)

Кондракевич Б.Р.

(прізвище та ініціали)

Керівник роботи



(підпис)

Полонський Л.Г.

(прізвище та ініціали)

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН ВИКОНАННЯ РОБОТИ

№ з/п	Назва етапів бакалаврської роботи	Термін виконання	Примітка
1.	Виконання розділу “Загально-технологічний розділ”	05.04.2025	Виконано
2.	Виконання розділу “Конструкторський розділ”	20.04.2025	Виконано
3.	Виконання розділу “Спеціальний розділ”	25.04.2025	Виконано
4.	Кінцеве оформлення змісту, висновків, графічної частини бакалаврської роботи	10.05.2025	Виконано
5.	Підготовка доповіді, ілюстративного матеріалу та презентації	22.05.2025	Виконано
6.	Передзахист кваліфікаційної роботи	30.05.2025	Виконано
7.	Подання бакалаврської роботи на кафедру	10.06.2025	Виконано
8.	Захист кваліфікаційної роботи в ЕК	згідно графіку захистів	

Студент

(підпис)

Кондракевич Б.Р.

(прізвище та ініціали)

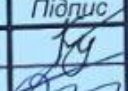
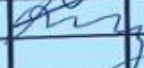
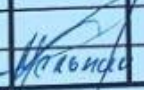
Керівник роботи

(підпис)

Полонський Л.Г.

(прізвище та ініціали)

Формат	Зона	Поз.	Позначення	Найменування	Кіл.	При- мі- тка.
			<u>Документація</u>			
A4			MI 131.00.1/Б 102/с 035 00-ПЗ	Пояснювальна записка	1	
A4		А	MI 131.00.1/Б 102/с 035 00-КД	Корпус	1	
A4		Б	MI 131.00.1/Б 102/с 035 00-КД	Заготовка	1	
A4		В	MI 131.00.1/Б 102/с 035 00-Е	3-D модель деталі	1	
			<u>Конструкторська документація</u>			
A4		Г	MI 131.00.1/Б 102/с 035 00-СК	Верстатного пристрою	1	
A4		Д	MI 131.00.1/Б 102/с 035 00-СК	Контрольного інструменту	1	
A4		Е	MI 131.00.1/Б 102/с 035 00-СК	Різального інструменту	1	
			<u>Технологічна документація</u>			
A4			MI 131.00.1/Б 102/с 035 00-КН	Карти наладок:	4	
A4		Є	MI 131.00.1/Б 102/с 035 00-КН	Вертикально-фрезерна опер.	1	
A4		Ж	MI 131.00.1/Б 102/с 035 00- КН	Токарно-автоматна опер.	1	
A4		З	MI 131.00.1/Б 102/с 035 00- КН	Вертикально-свердлильна опер.	1	
A4		И	MI 131.00.1/Б 102/с 035 00- КН	Вертикально-свердлильна опер.	1	
A4		І	MI 131.00.1/Б 102/с 035 00-МК	Маршрутна карта	1	
A4		Ї	MI 131.00.1/Б 102/с 035 00-ОЕ	Операційна карти	7	
A4		Й	MI 131.00.1/Б 102/с 035 00-КЕ	Карти ескізів	8	
				Специфікації:	1	
A4		К	MI 131.00.1/Б 102/с 035 00-СК	Верстатного пристрою	1	
A4		Л	MI 131.00.1/Б 102/с 035 00-СК	Контрольного інструменту	1	
A4		М	MI 131.00.1/Б 102/с 035 00-СК	Різального інструменту		

					MI 131.00.1/Б 102/с 035 00-ПЗ		
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	Пояснювальна записка до		
Розроб.		Кондракевич Б.Р.					
Перевір.		Полонський Л.Г.					
Реценз.							
Н. Контр.							
Затверд.		Мельник О.Л.			Група ПМ-142		
					Літ.	Арк.	Акрушів
						7	

АНОТАЦІЯ

Кондракевич Б.Р. Технологічний процес виготовлення деталі “Корпус” насоса відцентрового 160/05 в умовах серійного виробництва –
Рукопис.

Бакалаврська кваліфікаційна робота представлена на здобуття ступеня вищої освіти «Бакалавр», галузі знань 13 «Механічна інженерія» спеціальності 131 «Прикладна механіка» (ОПП “ Високотехнологічна комп’ютерна інженерія”) – Державний університет «Житомирська політехніка», Житомир, 2025.

Кваліфікаційна робота представлена в обсязі 108 аркушів формату А4 пояснювальної записки, в тому числі 18 рисунків, 10 таблиць та список використаної літератури нараховує 13 джерел.

У загально-технічному розділі було детально проаналізовано службове призначення та конструктивні особливості корпусу. Проведено оцінку технологічності конструкції, визначено тип виробництва як серійне на основі річної програми випуску, що становить 6500 шт. Ретельно вивчено базовий технологічний процес, виявлено резерви для підвищення його ефективності.

У технологічному розділі було виконано обґрунтований вибір конструкції заготовки та способу її отримання (лиття або обробка із прокату), розроблено раціональний маршрут виготовлення із розрахунком загальних і міжопераційних припусків. Запропоновано ефективні режими різання та способи нормування часу на виконання кожної технологічної операції. Ретельно підібрано верстатне обладнання, інструмент та оснащення, що відповідають умовам серійного виробництва та вимогам до точності й продуктивності. Розроблено спеціальний верстатний пристрій для базування та закріплення корпусу під час фрезерної обробки, що забезпечує точне положення заготовки та мінімізацію похибок. Крім того, спроектовано спеціальний різальний інструмент і засоби технічного контролю, які дозволяють забезпечити відповідність виготовлених виробів жорстким технічним вимогам.

У спеціальному розділі висвітлено особливості фланцевих з’єднань у сучасному машинобудуванні, наведено характеристику конструктивних типів фланців і проведено аналіз системи контролю якості при їх виготовленні. Зокрема, розроблено схему контролю радіального биття і допусків на внутрішні канавки згідно з чинними стандартами.

Ключові слова: деталь, заготовка, технологічний процес, пристрій, корпус, контроль.

					МІ 131.00.1/Б 102/с 005 00-ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		1

ANNOTATION

Kondrakevych B.R. Technological process of manufacturing the “Housing” part of a centrifugal pump 160/05 under conditions of serial production – Manuscript.

The bachelor's qualification work is submitted for obtaining the degree of higher education "Bachelor" in the field of knowledge 13 "Mechanical Engineering", specialty 131 "Applied Mechanics" (Educational and Professional Program "High-Tech Computer Engineering") – State University "Zhytomyr Polytechnic", Zhytomyr, 2025.

The qualification work consists of 108 A4 pages of the explanatory note, including 18 figures, 10 tables, and a list of 13 references.

In the general technical section, the functional purpose and design features of the housing were thoroughly analyzed. The manufacturability of the design was assessed, and the type of production was determined as serial, based on the annual production program of 6500 units. The basic technological process was carefully studied and reserves for increasing its efficiency were identified.

In the technological section, a justified selection of the blank structure and method of obtaining it (casting or processing from rolled stock) was performed. A rational manufacturing route was developed with calculations of total and inter-operational allowances. Effective cutting modes and methods for time standardization of each technological operation were proposed. The machine equipment, tools, and fixtures that meet the conditions of serial production and requirements for accuracy and productivity were carefully selected. A special machine fixture for positioning and securing the housing during milling was developed, ensuring precise positioning of the workpiece and minimizing deviations. In addition, a special cutting tool and control devices were designed to ensure compliance of the manufactured products with strict technical requirements.

The special section outlines the features of flange connections in modern mechanical engineering, provides a description of flange design types, and analyzes the quality control system during their production. In particular, a scheme for checking radial run-out and tolerances of internal grooves according to current standards was developed.

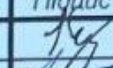
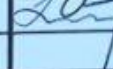
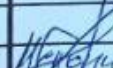
Keywords: part, blank, technological process, fixture, housing, control.

					MI 131.00.1/Б 102/с 005 00-ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		2

ЗМІСТ

ВСТУП	9
1. ЗАГАЛЬНО-ТЕХНІЧНИЙ РОЗДІЛ	11
1.1. Службове призначення та аналіз конструкції деталі «Корпус».....	11
1.2. Аналіз технологічності конструкції деталі «Корпус».....	13
1.3. Визначення програми випуску деталей та типу виробництва.....	18
Висновки до 1 розділу	20
2. ТЕХНОЛОГІЧНИЙ РОЗДІЛ	21
2.1. Розрахунок загальних та міжопераційних припусків на обробку поверхонь деталі.....	21
2.2. Вибір конструкції заготовки та способу її виготовлення.....	26
2.3. Розробка технологічного маршруту виготовлення деталі.....	31
2.4. Розробка та обґрунтування технологічних операцій технологічного процесу.....	36
2.5. Вибір технологічного обладнання.....	37
2.6. Вибір засобів технологічного оснащення.....	38
2.7. Розрахунок режимів різання.....	39
2.8. Технічне нормування технологічного процесу.....	44
Висновки до 2 розділу	46
3. КОНСТРУКТОРСЬКИЙ РОЗДІЛ	47
3.1. Загальні положення про верстатні пристосування для фрезерних робіт.....	47
3.2. Проектування та розрахунок спеціального верстатного пристрою.....	51
3.3. Проектування та розрахунок спеціального різального інструменту.....	61
3.4. Проектування та розрахунки спеціальних засобів технічного контролю.....	68
Висновки до 3 розділу	70
4. СПЕЦІАЛЬНИЙ РОЗДІЛ	71
4.1. Конструктивні особливості фланців в машинобудуванні.....	71
4.2. Контроль виготовлення фланців.....	75
Висновки до 4 розділу	78
ВИСНОВКИ	79
СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ	80
ДОДАТКИ	82

МІ 131.00.1/Б 102/с 035 00-ПЗ

Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата			
Розроб.		Кондракевич Б.Р.			Пояснювальна записка до	Літ.	Арк.
Перевір.		Полонський Л.Г.					7
Реценз.						Група ПМ-142	
Н. Контр.							
Затверд.		Мельник О.Л.					

ВСТУП

У сучасних умовах розвитку машинобудівної галузі України та світу актуальність удосконалення технологічних процесів виготовлення деталей зростає внаслідок високої конкуренції, необхідності забезпечення високої якості продукції, зниження виробничих витрат, скорочення часу виготовлення та підвищення загальної ефективності виробництва. Одним із важливих напрямів такого вдосконалення є оптимізація технології виготовлення ключових елементів машин та механізмів - зокрема, фланців, які широко використовуються в гідравлічних, пневматичних, енергетичних, будівельних та інших технічних системах.

Корпус з фланцевим з'єднанням – це відповідальна деталь, призначена для створення герметичних та механічно надійних з'єднань між трубопроводами, вузлами та агрегатами. Враховуючи специфіку її функціонування в умовах тиску, вібрацій і впливу агресивних середовищ, до якості виготовлення таких деталей висуваються жорсткі вимоги щодо точності, міцності, зносостійкості та відповідності геометричних параметрів. У серійному виробництві, де важливими є швидкість виготовлення, повторюваність і економічність процесів, надзвичайно важливо мати чітко регламентовану, технологічно обґрунтовану схему виготовлення деталі.

Сьогодні технологічні процеси потребують постійного оновлення з урахуванням впровадження нових матеріалів, інструментів, верстатів з числовим програмним керуванням (ЧПК), а також методів комп'ютерного моделювання. Традиційні підходи до механічної обробки нерідко супроводжуються перевищенням витрат матеріалів, високим енергоспоживанням та тривалими виробничими циклами. Удосконалення технології виготовлення фланців дозволяє суттєво скоротити час на виготовлення партії деталей, підвищити точність обробки, зменшити кількість браку та підвищити стабільність виробничих процесів.

Удосконалення традиційних технологічних маршрутів відповідно до вимог автоматизації та стандартизації дозволяє інтегрувати сучасне серійне ви-

					МІ 131.00.1/Б 102/с 005 00-ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		9

робництво у глобальні виробничі ланцюги. Зокрема, впровадження САМ-систем для побудови траєкторій інструменту, використання прецизійного інструменту, покриттів та прогресивних режимів обробки дає змогу оптимізувати кожен етап виготовлення.

Крім того, удосконалення технологічного процесу безпосередньо впливає на собівартість продукції. Зниження витрат на інструмент, енергію та час обробки, зменшення браку та кількості операцій дозволяє досягнути більшої конкурентоспроможності підприємства на ринку. Також це сприяє кращій екологічності виробництва за рахунок зменшення відходів і раціонального використання матеріальних ресурсів.

Метою кваліфікаційної роботи є розробка технологічного процесу виготовлення деталі в умовах серійного типу виробництва. Для досягнення мети потрібно виконати наступні **завдання**:

- проаналізувати призначення деталі «Корпус»;
- провести аналіз технологічності конструкції деталі;
- визначити тип заготовки та обґрунтувати метод її виготовлення;
- розробити технологічний процес виготовлення деталі в умовах серійного типу виробництва;
- 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, трьох, розділів, висновків, списку використаних джерел. Основний обсяг роботи викладений на 66 с., включаючи 18 рис. та 8 табл. Список використаних джерел нараховує 11 найменувань.

					МІ 131.00.1/Б 102/с 005 00-ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		10

1. ЗАГАЛЬНО-ТЕХНІЧНИЙ РОЗДІЛ

1.1. Службове призначення та аналіз конструкції деталі «Корпус»

Деталь «Корпус» (рис.1.1) є складовою деталлю насоса відцентрового 160/05 з мультиплікатором МЗК 06.000 СК насосного типу, який використовується для перекачування рідин у сільському господарстві, промисловості, системах водопостачання або іригації. Він складається з двох ключових елементів:

1. Відцентровий насос 160/05.
2. Мультиплікатор МЗК 06.000 СК.

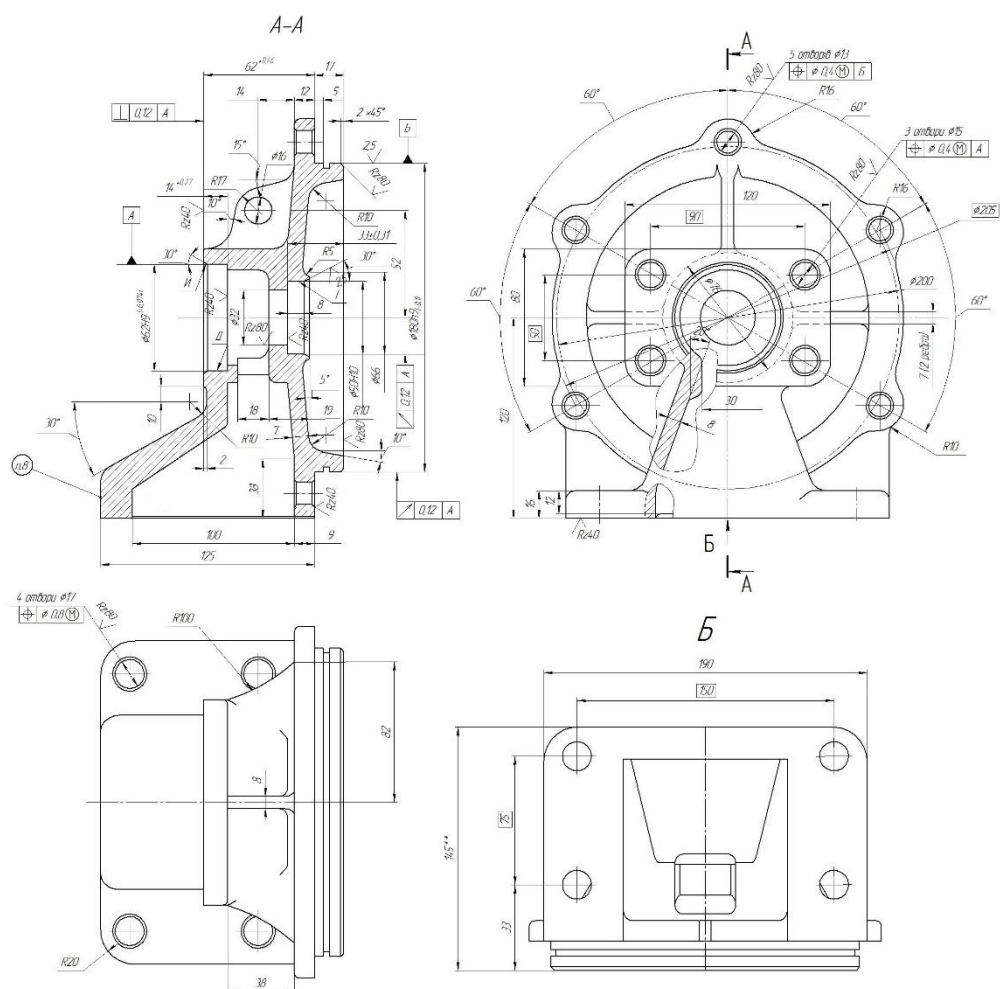


Рис.1.1. Деталь «Корпус» насоса відцентрового 160/05 з мультиплікатором МЗК 06.000 СК

					МІ 131.00.1/Б 102/с 005 00-ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		11

1. Відцентровий насос 160/05

Насос динамічного типу, в якому робоче колесо створює відцентрову силу, завдяки якій рідина переміщується з центра до периферії, отримуючи кінетичну та потенціальну енергію.

Основні характеристики (типові для цього типорозміру):

–подача рідини :160 м³/год.

–тип робочого колеса: одноступеневе.

Застосування: перекачування води, стічних рідин, хімічно нейтральних рідин.

2. Мультиплікатор МЗК 06.000 СК

Мультиплікатор – це механічний редуктор-збільшувач обертів, який встановлюється між джерелом енергії та насосом. Він підвищує частоту обертання, забезпечуючи оптимальні обороти для роботи насосного агрегата.

Основні характеристики мультиплікатора:

– передавальне число: збільшує оберти у 2–3 рази;

– тип з'єднання: фланцеве або шліцеве;

– застосування: переважно в мобільних насосних установках, привід від вала відбору потужності трактора чи двигуна.

Сфера застосування насосного агрегата:

– сільське господарство: системи зрошування, відкачування води;

– комунальне господарство: відведення дощової або талої води;

– будівництво: осушення котлованів;

– промисловість: перекачування технічної води, охолоджуючих рідин.

Насос відцентровий 160/05 з мультиплікатором МЗК 06.000 СК– це потужний агрегат для перекачування води або інших рідин середньої в'язкості, призначений для використання у складі мобільних або стаціонарних систем.

					МІ 131.00.1/Б 102/с 005 00-ПЗ	Арк.
						12
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Мультиплікатор дозволяє налаштувати насос під джерело приводу з меншою частотою обертів (наприклад, трактор), забезпечуючи необхідну продуктивність та надійність.

Корпус служить для закріплення всього насоса на рамі і взаємній фіксації і закріплення мультиплікатора і корпусу насоса. До рами корпус кріпиться основою і 4 болтами М16-6g×45 58.019 ДСТУ 7796-99. Мультиплікатор і насос кріпиться болтами М12-6g×30 58.019 ДСТУ 7796-99.

Деталь виготовлена з матеріалу СЧ20 ДСТУ 3925-99. СЧ20 – це сірий чавун із межею міцності не менше 200 МПа, що широко використовується у серійному машинобудуванні завдяки доступності, простоті лиття та стабільним механічним характеристикам.

1.2. Аналіз технологічності конструкції деталі «Корпус»

Якісні показники технологічності конструкції

Конструктивна простота:

- конструкція симетрична відносно осі, має чітко виражену геометрію,
- використання радіусних переходів (R6, R10, R20, тощо) знижує концентрацію напружень і полегшує обробку.

Можливість стандартизації:

- отвори Ø17 мм, Ø6 мм, Ø9 мм, Ø20 мм можуть бути виконані стандартним інструментом.
- є можливість уніфікації з іншими типами фланців.

Технологічність поверхонь:

- переважають циліндричні та плоскі поверхні – легко обробляються на токарних і фрезерних верстатах.
- зовнішній виступ з різьбовими отворами – доступний для свердління і нарізання різі.

Можливість обробки на стандартному обладнанні:

					МІ 131.00.1/Б 102/с 005 00-ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		13

–підходить для токарної, фрезерної та свердлильної обробки.

–можливе використання ЧПК-верстатів для серійного виробництва.

Можливість контролю якості:

-всі критичні розміри доступні для вимірювання штангенциркулем, мікрометром, нутроміром.

–посадкові поверхні мають допуски, що забезпечують точне складання (наприклад, H7/h6).

Деталь «Корпус» має раціональну, геометрично правильно сформовану конструкцію у вигляді паралелепіпеда з передбаченими основними, допоміжними та кріпильними отворами. Така форма забезпечує зручність базування під час механічної обробки та спрощує процес виготовлення заготовки. Габаритні розміри деталі – 145×236×205 мм [2].

Кількісні показники технологічності конструкції

Кількісні показники технологічності деталі корпус представлено в табл. 1.1 та 1.2.

Таблиця 1.1

Кількісні характеристики технологічності [2]

Характеристика	Показник	Оцінка
1	2	3
Кількість переходів	Близько 10–12 основних переходів	В межах норми
Види обробки	Точіння, свердління, зенкування, розточування	Універсальна обробка

Закінчення таблиці 1.1

1	2	3
Кількість отворів	5 основних кріпильних + 3 додаткових	Висока насиченість
Рівень точності	Переважає квалітет 6–8 (H7/h6)	Середній – високий рівень
Шорсткість поверхонь	Rz 20–40 мкм (не вимагає суперточної обробки)	Задовільна
Товщина стінок	Мінімум 4 мм, максимум ~12 мм	В межах норми
Маса деталі	Орієнтовно до 2–3 кг (залізо/алюміній)	Зручно для ручної обробки

Таблиця 1.2

Дані для розрахунків кількісних показників технологічності [2]

Поверхня/ розмір	Кількість	Квалітет	Шорсткість, Ra	Уніфікованість
Ø62H9	1	9	2,5	+
Ø50H10	1	10	2,5	+
Ø32	1	14	20	+
Ø180h9	1	9	2,5	+
Основа	1	14	10	+
Ø17	4	14	20	-
Ø13	9	14	20	+
Ø16	1	14	20	+
Фаска	2	14	2,5	+
Ø174,4 h9×4,7	1	9	2,5	-

					МІ 131.00.1/Б 102/с 005 00-ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		15

1) Коефіцієнт точності:

$$\kappa_{m.} = 1 - \frac{1}{T_{cp.}},$$

де $T_{cp.}$ – середній квалітет точності:

$$T_{cp.} = \frac{\sum T_i \cdot n}{\sum n},$$

де T_i – квалітет i -тої поверхні;

n – кількість поверхонь даного квалітету.

$$T_{cp.} = \frac{9 \cdot 2 + 10 \cdot 1 + 13 \cdot 2 + 14 \cdot 5}{10} = 12,4;$$

$$\kappa_{m.} = 1 - \frac{1}{12,4} = 0,92;$$

де $K_{т.норм.} = 0,8; K_{т.} > K_{т.норм.}$ – деталь – корпус технологічна за точністю.

2) Коефіцієнт шорсткості:

$$K_{ш.} = 1 - \frac{1}{\text{Ш}_{cp.}},$$

де $\text{Ш}_{cp.}$ – середня шорсткість деталі, мкм:

$$\text{Ш}_{cp.} = \frac{\sum \text{Ш}_i \cdot n}{\sum n},$$

					МІ 131.00.1/Б 102/с 005 00-ПЗ	Арк.
						16
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

де $Ш_i$ – шорсткість і-тої поверхні, мкм;

n – кількість поверхонь з даною шорсткістю.

$$Ш_{ср.} = \frac{2,5 \cdot 4 + 10 \cdot 2 + 20 \cdot 4}{10} = 11;$$

$$K_{ш.} = 1 - \frac{1}{11} = 0,91;$$

$$K_{ш.норм.} = 0,8;$$

де $K_{ш.} > K_{ш.норм.}$ – деталь “Корпус” МЗК 06.101 технологічна за шорсткістю.

3) Коефіцієнт уніфікації:

$$K_{у.} = \frac{n_{уніф.}}{n_{заг.}},$$

де $n_{уніф.}$ – кількість уніфікованих поверхонь;

$n_{уніф.}$ – загальна кількість поверхонь.

$$K_{у.} = \frac{17}{22} = 0,79 ,$$

$$K_{ш.норм.} = 0,75.$$

де $K_{у.} \geq K_{у.норм.}$ – деталь – корпус технологічна за ступенем уніфікації.

4) Коефіцієнт використання матеріалу[2].

					МІ 131.00.1/Б 102/с 005 00-ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		17

$$K_{в.м.} = \frac{m_{дет.}}{m_{заг.}}$$

де $m_{дет.}$ – маса деталі, кг;

$m_{заг.}$ – маса заготовки, кг.

$$K_{в.м.} = \frac{7,5}{8,3} = 0,9;$$

$$K_{в.м.норм.} = 0,75;$$

де $K_{в.м.} > K_{в.м.норм.}$ – деталь «Корпус» технологічна за ступенем використання матеріалу[2].

Висновок. Деталь «Корпус» за якісними та кількісними характеристиками – технологічний.

1.3. Визначення програми випуску деталей та типу виробництва

Програма випуску деталей – це обґрунтований план виготовлення певної кількості виробів протягом визначеного періоду (місяць, квартал, рік тощо). Вона є вихідною ланкою для організації виробничого процесу та визначає потребу в обладнанні, інструменті, матеріалах і трудових ресурсах.

Щоб визначити програму випуску, потрібно врахувати:

- 1.Річну потребу у виробках.
- 2.Кількість робочих днів у році або змін у добі.
- 3.Розмір партій або серій деталей, що виготовлятимуться.

					МІ 131.00.1/Б 102/с 005 00-ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		18

Тип виробництва – це класифікація виробничого процесу за кількістю продукції, що виготовляється, номенклатурою та стабільністю конструкцій.

Основні типи виробництва представлено в табл.1.3[2].

Таблиця 1.3

Типи виробництва

Тип виробництва	Характеристика
Індивідуальне	Виготовлення одиничних деталей за індивідуальними замовленнями
Серійне	Випуск обмеженої кількості однотипних деталей серіями
Масове	Велика кількість однорідної продукції, поточне виробництво

Тип виробництва є класифікаційною характеристикою організації виробничого процесу, яка встановлюється на основі ширини номенклатури продукції, стабільності її виготовлення та обсягів річного випуску.

Відповідно до умов завдання, річна програма випуску деталей становить $N=6500$ шт., а маса однієї деталі дорівнює $m=7,5$ кг. З огляду на ці показники, можна зробити висновок, що виробництво відповідає серійному типу.

Серійний тип виробництва передбачає виготовлення широкої номенклатури продукції партіями, що періодично повторюються, з істотно більшими обсягами випуску порівняно з одиничним типом. У таких умовах доцільним є застосування універсального металообробного обладнання, яке комплектується як спеціальними, так і універсальними або універсально-складальними пристроями. Це сприяє зниженню трудомісткості технологічних операцій та зменшенню собівартості продукції.

Окрім універсальних верстатів, у середньосерійному виробництві використовуються також спеціалізовані агрегатні металообробні верстати й верстати з числовим програмним керуванням (ЧПК), що дозволяє підвищити рівень механізації процесу.

Характерною особливістю серійного виробництва є висока диференціація технологічного процесу – він поділяється на окремі технологічні операції, кожна з яких виконується на конкретному робочому місці або верстаті.

Визначаємо кількість деталей в партії[2]:

$$n = \frac{N \cdot t}{\Phi} = \frac{6500 \cdot 6}{261} = 150 \text{ шт.},$$

Де N – річна програма випуску деталей, $N = 6500$ шт.;

t – кількість днів перебування деталей в цеху (приймаємо $t = 6$);

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

n – кількість деталей в технологічній партії.

Приймаємо $n = 150$ шт.

Визначаємо кількість партій, які запускаються за рік:

$$K = \frac{N}{n} = \frac{6500}{150} = 45 \text{ шт.}$$

Висновки до 1 розділу

У загально-технічному розділі було детально проаналізовано службове призначення та конструктивні особливості корпусу. Проведено оцінку технологічності конструкції, визначено тип виробництва як серійне на основі річної програми випуску, що становить 6500 шт. Ретельно вивчено базовий технологічний процес, виявлено резерви для підвищення його ефективності.

					МІ 131.00.1/Б 102/с 005 00-ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		20

2. ТЕХНОЛОГІЧНИЙ РОЗДІЛ

2.1. Розрахунок загальних та міжопераційних припусків на обробку поверхонь деталі

Розрахунок припусків на обробку та проміжні граничні розміри для поверхні $\varnothing 180h9$ (вихідні дані [3])

Таблиця 2.1

Розрахунок припусків та граничних розмірів за технологічними переходами на обробку поверхні $\varnothing 180h9$ [3]

Технічні пере- ходи	Елементи припуска				Розр. припуск $2Z_{min}$ мкм	Розр. діаметр d_e мм	До- пуск δ мкм	Критичні розміри		Критичні зна- чення припус- ків	
	$R_{z\text{мкм}}$	$T\text{ мкм}$	$\epsilon\text{ мкм}$	$\rho\text{ мкм}$				d_{min} мм	d_{max} мм	$2Z_{min}^{np}$ мкм	$2Z_{max}^{np}$ мкм
Заго- товка	40	26 0		370	-	178,12	800	177, 3	103,1 2	-	-
Точи- ння чор- нове	50	50	20 0	18, 6	$2*720$	179,56	100	179, 4	184,5 6	1440	2140
Чис- тове	20	25	10	-	$2*121$	180,04	40	100	185,0 4	480	540

Величини Rz і T характеризують поверхні лиття та складають:

– для заготовки:

$$Rz - 40 \text{ мкм}, T - 260 \text{ мкм};$$

– для чорнового розточування:

$$Rz = 50 \text{ мкм}; T = 50 \text{ мкм};$$

– для чистового розточування:

$$Rz = 20 \text{ мкм}; T = 25 \text{ мкм}.$$

Сумарне значення просторових відхилень для заготовки даного типу визначиться за формулою:

$$\rho_z = \sqrt{\rho_{\text{кор}}^2 \times \rho_{\text{ст}}^2};$$

Викривлення отвору слід враховувати як у діаметральному, так і в осьовому його перетині, тому [3]:

$$\rho_{\text{кор}} = \sqrt{(\Delta kd)^2 + (\Delta kl)^2};$$

$$\rho_{\text{кор}} = \sqrt{(0,7 \times 100)^2 + (0,7 \times 80)^2} = 126 \text{ мкм}.$$

У цьому випадку при закріпленні деталі у патроні по зовнішній поверхні з притисканням до торцевої поверхні $\rho_{\text{ст}} = \delta_{\text{в}}$, в нашому випадку допуск $\delta_{\text{в}}$ на довжину деталі.

$$\rho_{\text{ст}} = 350 \text{ мкм};$$

					МІ 131.00.1/Б 102/с 005 00-ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		22

Залишкове просторове відхилення після чорнового розточування:

$$\rho_1 = 0,05 \times \rho_3 = 0,05 \times 371 = 18,6 \text{ мкм.}$$

Похибка установки в трьохкулачковому самоцентруючому патроні [3]:

$$\varepsilon = 200 \text{ мкм.}$$

Залишкова похибка установки:

$$\varepsilon_2 = 0,05 \times \varepsilon = 0,05 \times 200 = 10 \text{ мкм.}$$

На підставі записаних у табл. даних розраховуємо мінімальні значення міжопераційних припусків, користуючись формулою:[3]

$$2Z_{\min} = 2 \times (R_{zi-1} T_{i-1} \sqrt{\rho_{2i-1} \varepsilon_{2i}}).$$

Мінімальний припуск під точіння:

– чорнове:

$$2Z_{\min 1} = 2 \times (40260 \sqrt{370 \times 2 + 200 \times 2}) = 2 \times 720 \text{ мкм;}$$

– чистове:

$$2Z_{\min 2} = 2 \times (50 \sqrt{18,62 + 102}) = 2 \times 121 \text{ мкм.}$$

					МІ 131.00.1/Б 102/с 005 00-ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		23

Графа «Розрахунковий розмір» заповнюється з кінцевого (у нашому випадку з креслярського) розміру послідовним відніманням розрахункового мінімального припуску кожного технологічного переходу.

Таким чином:

– для чорнового точіння:

$$d_{p1} = 180,04 - 0,242 = 179,56 \text{ мм};$$

$$d_{p2} = 179,56 - 1,440 = 178,12 \text{ мм}.$$

Мінімальні граничні значення припусків $Z_{\text{пр}_{\min}}$ рівні різниці найбільших граничних розмірів виконуваного і попереднього переходів, а максимальні значення $Z_{\text{пр}_{\max}}$ – відповідно різниці найменших граничних розмірів [3].

Тоді, для чистового точіння:

$$2 Z_{\text{пр}_{\min 2}} = 180,04 - 179,56 = 0,48 \text{ мм} = 480 \text{ мкм};$$

$$2 Z_{\text{пр}_{\max 2}} = 180 - 179,46 = 0,54 \text{ мм} = 540 \text{ мкм}.$$

– для чорнового точіння:

$$2 Z_{\text{пр}_{\min 2}} = 179,56 - 178,12 = 1,44 \text{ мм} = 1440 \text{ мкм};$$

$$2 Z_{\text{пр}_{\max 2}} = 179,46 - 177,32 = 2,14 \text{ мм} = 2140 \text{ мкм}.$$

					МІ 131.00.1/Б 102/с 005 00-ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		24

Загальні припуски $Z_{\text{отх}}$ і $Z_{\text{отп}}$ визначаємо, підсумовуючи проміжні припуски.

$$2Z_{\text{отп}1} = 480 + 1440 = 1920 \text{ мкм};$$

$$2Z_{\text{отх}1} = 540 + 2140 = 2680 \text{ мкм}.$$

Загальний номінальний припуск:

$$Z_{\text{оном}} = Z_{\text{отп} \text{ ВЗ}} - B_q = 1920 - 40 = 1880 \text{ мкм};$$

$$d_{\text{зном}} = d_{\text{qном}} - Z_{\text{оном}} = 180 - 2,28 = 177,72 \text{ мм}.$$

Виробляємо перевірку правильності виконаних розрахунків:

$$Z_{\text{пр} \text{ max}2} - Z_{\text{пр} \text{ min}2} = 540 - 480 = 60 \text{ мкм};$$

$$\delta_2 - \delta_1 = 100 - 40 = 60 \text{ мкм};$$

$$Z_{\text{пр} \text{ max}1} - Z_{\text{пр} \text{ min}1} = 2140 - 1440 = 700 \text{ мкм};$$

$$\delta_3 - \delta_2 = 800 - 100 = 700 \text{ мкм}.$$

Отже, розрахунки виконано вірно.

Значення припусків на механічну обробку, основних розмірів заготовки і їх відхилень визначених за табличними даними зводимо в табл. 2.2 [3].

					МІ 131.00.1/Б 102/с 005 00-ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		25

Припуски і розміри заготовки «Корпус» [3]

Назва поверхні	Розмір поверхні, мм	Табличний припуск, мм	Розрахунковий припуск, мм	Допуск, мм
Основа 125×145	16	3,0	2,6	±0,55
Фланець 80×120	16	3,0	2,6	±0,55
Ø180 h9	180	3,6	2,6	±0,9
Ø62 H9	62	3,2	2,6	±0,8
Ø50 H10	50	3,2	2,6	±0,8
Ø32	32	3,2	2,6	±0,7
Торець Ø180	17	3,0	2,6	±0,6
Торець фланця	62	3,0	2,6	±0,8

2.2. Вибір конструкції заготовки та способу її виготовлення

На основі креслення можна визначити такі характеристики деталі[3]:

Матеріал: сірий чавун СЧ20 (ДСТУ 3925-99).

Конструкція: корпусна деталь з наскрізними отворами, отворами під болти, уступами, фасками, глухими порожнинами.

Габарити: довжина –130 мм, ширина –130 мм, висота –125 мм.

Вимагає механічної обробки отворів, площин та решти поверхонь відповідних точності, шорсткості, та інших показників якості.

Конструкція включає складний внутрішній профіль (розточка, уступи, фаски, канавки).

Тип заготовки деталі–корпус: виливок (ливарна заготовка).

Обґрунтування:

Складна зовнішня і внутрішня форма– найдоцільніше отримується литтям.

					МІ 131.00.1/Б 102/с 005 00-ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		26

Масивність і корпусний тип– лиття забезпечує потрібну геометрію з мінімальним припуском.

Мала партія виробів– доцільно використовувати ручне або машинне формування.

Матеріал– сірий чавун СЧ20 є типовим ливарним матеріалом, легко обробляється.

В табл. 2.3 представлено способи отримання заготовки: лиття в піщано-глиняні форми або лиття в кокіль [3].

Таблиця 2.3

Вибір способу отримання заготовки

Назва показника	1 варіант	2 варіант
1	2	3
1. Вид заготовки	Литво в піщано-глиняні форми	Литво в кокіль
2. Клас точності	8	8
3. Група серійності	3	3
4. Група складності	2	2
5. Вартість 1т матеріалу заготовки S, грн./т	170000	217000
6. Вартість 1т матеріалу відходів S _{відх.} , грн./т	4500	4500
7. Маса заготовки Q, кг	8,3	8,1

Вартість штучної заготовки визначимо за формулою [3]:

$$S_{\text{заг.}} = \left(\frac{S}{1000} \cdot Q \cdot k_{\text{т.}} \cdot k_{\text{с.}} \cdot k_{\text{в.}} \cdot k_{\text{м.}} \cdot k_{\text{п.}} \right) - (Q - q) \cdot \frac{S_{\text{відх.}}}{1000},$$

де q – маса деталі, кг.

k_T, k_C, k_B, k_M, k_P - коефіцієнти, які залежать відповідно від класу точності, групи складності, маси, матеріалу, об'єму виробництва.

– для першого варіанту:

$$S_{\text{заг.1}} = \left(\frac{170000}{1000} \cdot 8,3 \cdot 1,1 \cdot 0,7 \cdot 0,9 \cdot 1,04 \cdot 1,0 - (8,3 - 7,5) \cdot \frac{4500}{1000} \right) = 1013,34 \text{ (грн)}.$$

– для другого варіанту:

$$S_{\text{заг.2}} = \left(\frac{217000}{1000} \cdot 8,1 \cdot 1,1 \cdot 0,7 \cdot 1,0 \cdot 1,04 \cdot 1,0 - (8,1 - 7,5) \cdot \frac{4500}{1000} \right) = 1408,76 \text{ (грн)}.$$

Таким чином, відповідним варіантом отримання заготовки буде литво в піщано-глиняні форми з машинним формуванням. Економічний ефект, отриманий при цьому визначається за формулою:

$$E = (S_{\text{заг.2}} - S_{\text{заг.1}}) \cdot N = (202,46 - 144,48) \cdot 12000 = 695848 \text{ (грн)}.$$

Враховуючи функціональне призначення деталі, до основних конструкторських баз слід віднести площину основи та два отвори $\varnothing 17$ мм.

Чорнові бази обираються з урахуванням необхідності забезпечення рівномірного припуску під час розточування отворів $\varnothing 62H9$ та $\varnothing 50H10$. Це завдання реалізується на операції 015, де заготовка встановлюється за чистовими базами (див. рис. 2.2)[3].

					МІ 131.00.1/Б 102/с 005 00-ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		28

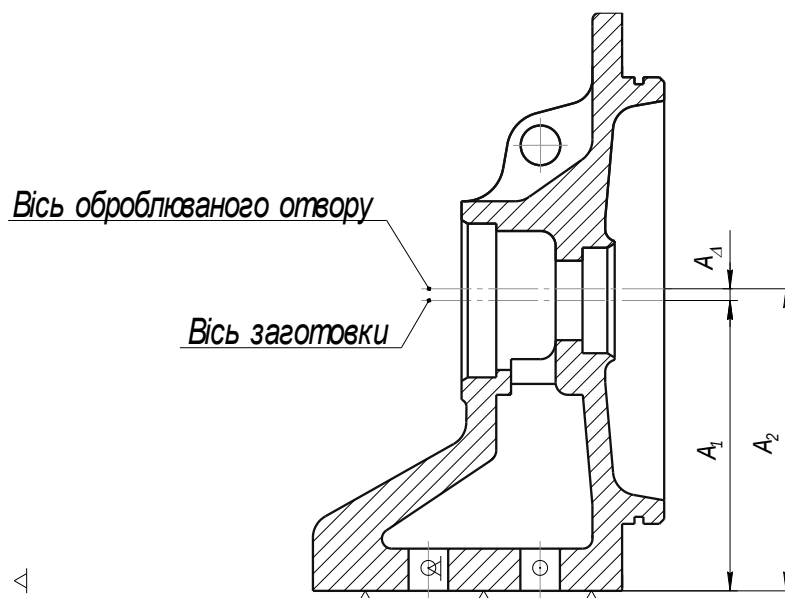


Рис.2.1. Схема конструкторського базування деталі

Нерівномірність припуску проявляється у вигляді відносного зміщення між віссю отвору в заготовці та віссю її обертання навколо різця. Це зміщення відображається у вигляді замикаючої ланки A :

- A_1 - відстань між віссю отвору в заготовці та технологічною установчою базою деталі;
- A_2 - відстань між віссю обробленого отвору та тією ж базуючою поверхнею деталі.

Точність відстані A_2 повністю визначається якістю розточування. Відстань A_1 формується під час фрезерування площини основи, яке виконується на першій операції. Цей процес може здійснюватися за різних варіантів базування деталі (див. рис. 2.2).

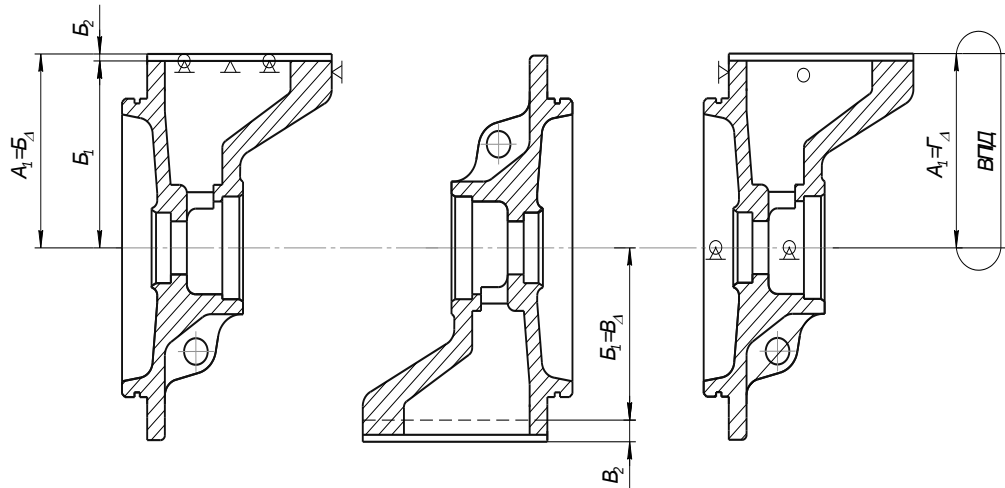


Рис.2.2. Варіанти базування на першій операції

У першому варіанті базування як установчу базу використано поверхню полицок, а як напрямну та упорну бази – бічні поверхні деталі. За такої схеми базування відстань A_1 визначається як замикаюча ланка B_Δ триелементного розмірного ланцюга B :

До складу цього ланцюга входять:

- B_1 – розмір, що належить заготовці та формується на етапі її виготовлення, тому його точність залежить від якості виконання заготовки;
- B_2 – розмір, який утворюється безпосередньо під час обробки на налагодженому верстаті.

У цьому випадку похибка ωB_2 дорівнює похибці замикаючої ланки $\Delta \omega B$, яка є сумарною похибкою ланок B_1 та B_2 [3]:

$$\omega B_2 = \omega B_\Delta = \omega B_1 + \omega B_2$$

Тоді похибка ωA_Δ в першому варіанті базування дорівнюватиме:

$$\omega A_\Delta = \omega A_2 + \omega A_1 = \omega A_2 + \omega B_2 + \omega B_1 = \omega A_2 + \omega B_2 + \omega B_1 + \omega B_2$$

Числове значення:

$$\omega A_\Delta = 0,1 + 0,3 + 1,1 + 1,8 = 3,3 \text{ мм.}$$

У другому варіанті отвір у заготовці обрано в якості подвійної напрямної технологічної бази, тоді як для формування опорних баз використано бічні поверхні основи. За такої схеми базування відстань A_1 визначається як замикаюча ланка Γ_Δ у розмірному ланцюзі технологічної системи, що застосовується під час виконання першої операції. У цьому випадку:

$$\omega A_\Delta = \omega A_2 + \omega A_1 = \omega A_2 + \omega \Gamma_\Delta = 0,1 + 0,5 = 0,6 \text{ мм.}$$

Другий варіант базування повністю усуває вплив похибок заготовки, що дозволяє зменшити коливання припуску під час обробки отвору. Проте, його реалізація потребує значно складнішої конструкції пристрою для виконання першої операції.

Натомість перший варіант передбачає простішу конструкцію пристрою, однак для забезпечення стабільності процесу обробки необхідно підвищити жорсткість технологічної системи.

2.3. Розробка технологічного маршруту виготовлення деталі

Основні вимоги до технологічного процесу зводяться до його розроблення в раціональній організаційній формі, що забезпечує повне використання технічного потенціалу верстата, інструменту та пристосувань.

Методика вибору способу обробки поверхонь ґрунтується на гіпотезі послідовного уточнення розмірів заготовки економічно доцільними методами - до досягнення заданої точності готової поверхні. Заготовка повинна поступово набувати точніших параметрів у межах заданої технологічної схеми, шляхом чергування чорнових та чистових переходів.

Заготовці не обхідно надати уточнення $\varepsilon_{y \text{ заг.}}$:

$$\varepsilon_{y \text{ заг.}} = \frac{T_{\text{заг.}}}{T_{\text{дет.}}},$$

де $T_{\text{заг.}}$, $T_{\text{дет.}}$ – допуски на розміри заготовки і деталі, мкм відповідно.

					МІ 131.00.1/Б 102/с 005 00-ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		31

Як варіанти при обробці деталі корпус слід розглянути наступні:

- операцію 005 доцільно проводити на фрезерному верстаті готувати базові поверхні;
- операції 005 і 020 доцільно об'єднати та виконувати на токарному автоматі;
- операції 025 – 035 доцільно виконувати на вертикально-свердлильному верстаті із застосуванням
- багатошпindelних свердлильних головок.

В табл. 2.4 представлено технологічний маршрут виготовлення деталі.

Таблиця 2.4

Технологічний маршрут виготовлення деталі «Корпус»

№	Назва операції	Зміст переходів	Модель верстата
005	Вертикально-фрезерна	Фрезерувати поверхню 1	6P11
010	Вертикально-свердлильна	Свердлити 2 отвори Ø17	2H135
		Свердлити 2 отвори Ø16,8	
		Розвернути 2 отвори Ø17	
015	Токарна автоматна	Точити поверхню 3 начорно	1K282
		Підрізати торці 4,5 начорно	
		Розточити 6,7 начорно	
		Розточити 9 начорно	
		Розточити 6 начисто	
		Підрізати торець 5, зняти фаску 10	
		Точити поверхню 3 півчисто	
		Розточити отвір 9 начисто	
		Точити поверхню 3 і фаску 12	
		Точити канавку 13	
		Розвернути отвір 9	
020	Вертикально-фрезерна	Фрезерувати торець 8	6P11

025	Вертикально-свердли- льна	Свердлити одночасно 4 отвори Ø13	2Н135
030	Вертикально-свердли- льна	Свердлити одночасно 5 отворів Ø13	2Н135
035	Вертикально-свердли- льна	Свердлити отвір Ø16	2Н135
040	Контрольна	Контроль всіх розмірів деталі	Контрольний інструмент, об- ладнання

2.4. Розробка та обґрунтування технологічних операцій технологічного процесу

Розробка та обґрунтування технологічних операцій технологічного процесу— це ключовий етап у плануванні виготовлення продукції або виконання робіт, що передбачає деталізацію всіх дій, необхідних для досягнення цільового результату з урахуванням технічних, економічних та організаційних вимог.

Розробка та обґрунтування технологічних операцій дозволяє досягти:

- стабільної якості продукції;
- зниження виробничих витрат;
- ефективного використання ресурсів;
- дотримання вимог безпеки праці та екологічності.

Проведемо детальний опис для вертикально-фрезерної операції технологічного процесу.

Операція 005 Вертикально-фрезерна

					МІ 131.00.1/Б 102/с 005 00-ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		33

Дана операція характеризується тим, що заготовка, перш ніж потрапити на цю операцію пройшла обрубку і очистку, потім перевірку розмірів, і відпал заготовки.

Зміст даної операції:

1. Фрезерувати поверхню 1 витримуючи розмір 120 мм.

Верстат, який буде використовуватися на даній операції - Вертикально-фрезерний верстат 6Р11.

Різальний інструмент – Торцева фреза Ø220 мм ДСТУ 2164-93.

Пристосування – Спеціальний верстатний пристрій.

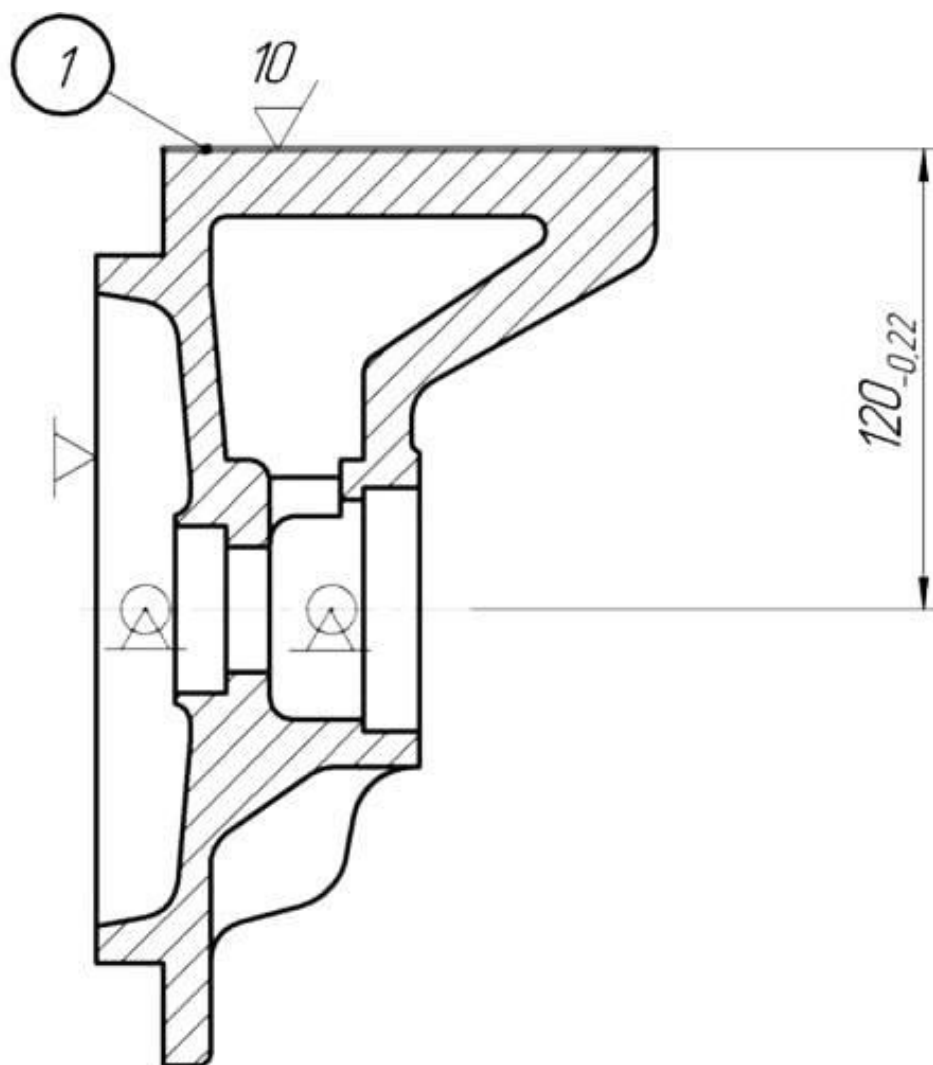


Рис.2.3. Ескіз даної операції 005

					МІ 131.00.1/Б 102/с 005 00-ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		34

2.5. Вибір технологічного обладнання

В табл. 2.5 представлено технологічне обладнання та їх характеристики.

Таблиця 2.5

Вибір обладнання та їх характеристики

Найменування верстата	Тип	Основне призначення	Основні характеристики
1	2	3	4
6P11 – Вертикальний консольно-фрезерний верстат	Універсальний фрезерний	Фрезерування вертикальним шпинделем плоских та фасонних поверхонь	Розмір стола: 320×1250 мм Хід по осях: X – 800 мм, Y – 320 мм, Z – 400 мм Потужність: 7.5 кВт

Закінчення табл. 2.5

1	2	3	4
---	---	---	---

2Н135 – Вертикально-свердильний верстат	Вертикально-свердильний	Свердління, розсвердлювання, зенкування, нарізання різьби	Діаметр свердління в сталі: до 35 мм Виліт шпинделя: 300 мм Потужність двигуна: 2.8 кВт
1К282 – Токарний вертикальний восьмишпиндельний напівавтомат	Вертикальний токарний напівавтомат	Послідовна обробка партії деталей з різних боків	Кількість шпинделів: 8 Макс. діаметр обробки: 250 мм Система автоматичної подачі заготовок

2.6. Вибір засобів технологічного оснащення

Технологічне оснащення—це сукупність пристроїв і інструментів, які забезпечують виконання технологічного процесу. До нього відносять:пристрої, інструменти,оснастку,шаблони,контрольні прилади, столики,адаптери, тощо (табл. 2.6 – 2.8) [7].

Таблиця 2.6

Вибір оснащення для фрезерування на верстаті 6Р11

Елемент	Вибір
Затискний пристрій	Машинні лещата, або спеціальний призматичний пристрій

Закінчення табл.2.6

Інструмент	Торцева або кінцева фреза зі змінними пластинами
Установчі елементи	Упори, базові плити

Кріплення інструмента	Цанговий патрон або фрезерний оправка
------------------------------	---------------------------------------

Таблиця 2.7

Оснащення для свердління на верстаті 2Н135

Елемент	Вибір
Затиск	Машинні лещата з ручним або пневматичним затиском
Інструмент	Свердла з швидкорізальної сталі або з твердосплавними пластинами
Кріплення свердла	Кулачковий патрон або конічний хвостовик Морзе
Вимірювальні прилади	Глибиномір, шаблони для контролю отворів

Таблиця 2.8

Оснащення для токарних операцій на верстаті 1К282

Елемент	Вибір/Призначення
Затискний пристрій	Спеціальний багатопозиційний поворотний патрон або індивідуальні затискні механізми для кожного з 8 шпинделів.
Інструмент	Пластинчасті токарні різці (прохідні, підрізні, відрізні) з механічним кріпленням твердосплавних пластин.
Кріплення інструментів	Інструментальні головки з револьверним або лінійним розміщенням; змінні касети для швидкої заміни інструментів.
Установчі пристрої	Камери або призми для точної фіксації заготовок у вертикальному положенні.
Система подачі	Автоматичний механізм подачі заготовок у зону обробки, найчастіше у вигляді барабана або транспортера.
Контрольне оснащення	Шаблони, калібри-пробки, мікрометри для вибіркового контролю точності готових деталей після обробки.

2.7. Розрахунок режимів різання

Призначення режимів різання аналітичним способом і вибір обладнання показано на прикладі операції фрезерування.

Операція 005 – вертикально-фрезерна.

1. Характер обробки – чорновий.

2. Інструмент – фреза торцева насадна з вставними ножами, оснащена

					МІ 131.00.1/Б 102/с 005 00-ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		37

пластинами з твердого сплаву ВК8 ДСТУ 5348-94, код 2214-0157. Геометричні параметри фрези: $D=200$ мм, $d = 40$ мм, $z = 12$.

3. Максимальна величина оброблення $B = 190$ мм.

4. Максимальна глибина різання $t = 3$ мм.

5. Подача на зуб $S_z = 0,08$ мм/зуб, згідно з табл. 34, с. 283 [11].

6. Середнє значення стійкості фрези $T = 240$ хв, згідно з табл. 40, с. 290 [11].

7. Швидкість різання:

$$v = \frac{C_v \cdot D^q}{T^m \cdot t^x \cdot S_z^y \cdot B^u \cdot z^p} \cdot k_v,$$

де C_v , q , m , x , y , u , p – коефіцієнти, які залежать від заданих умов роботи (приймаємо, згідно табл. 39, 286 ст. [11]).

k_v – узагальнений коефіцієнт, який враховує якість оброблюваного матеріалу (коефіцієнт k_{mv}), стан поверхні заготовки (коефіцієнт k_{nv}), інструментальний матеріал (k_{uv}):

$$k_v = k_{mv} \cdot k_{nv} \cdot k_{uv}$$

Згідно з табл. 1, 2, 261-262 с. [11], приймаємо:

$$k_{mv} = \left(\frac{190}{HB} \right)^{n_v} = \left(\frac{190}{220} \right)^{0,9} = 0,8.$$

Згідно з табл. 5, табл. 6, 263 с. [11], $k_{nv} = 0,9$; $k_{uv} = 1,0$

$$k_v = 0,8 \cdot 0,9 \cdot 1,0 = 0,72,$$

$$v = \frac{245 \cdot 200^{0,25}}{240^{0,2} \cdot 3^{0,1} \cdot 0,5^{0,35} \cdot 190^{0,15} \cdot 12^{0,1}} \cdot 0,72 = 197,8 \text{ м/хв.}$$

					МІ 131.00.1/Б 102/с 005 00-ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		38

8. Частота обертання шпинделя:

$$n = \frac{1000 \cdot v}{\pi \cdot D} = \frac{1000 \cdot 197,8}{3,14 \cdot 200} = 316,8 \text{ хв}^{-1}$$

Приймаємо $n = 300 \text{ хв}^{-1}$

9. Сила різання:

$$P_z = \frac{10 C_p \cdot t^x \cdot s_z^y \cdot B^u \cdot z}{D^q \cdot n^w} \cdot k_{mv}$$

Згідно з табл. 1, 2, 261-262 с., табл. 41, 291 с. [11], приймаємо:

$C_p=825$;

$x=1,0$;

$y=0,75$;

$u=1,0$;

$q=1,0$;

$w=0$.

$$P_z = \frac{10 \cdot 825 \cdot 3^1 \cdot 0,08^{0,75} \cdot 190^1 \cdot 12}{200^{1,3} \cdot 317^{0,2}} \cdot 1,2 = 1,237 \text{ (кН)}.$$

10. Ефективна потужність різання:

$$N_{ef.} = \frac{P_z \cdot v}{1020 \cdot 60},$$

$$N_{ef.} = \frac{1237 \cdot 198}{1020 \cdot 60} = 3,99 \text{ (кВт)}.$$

					МІ 131.00.1/Б 102/с 005 00-ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		39

11. Дійсна потужність різання:

$$N_{\text{д.}} = \frac{N_{\text{сф.}}}{\text{ККД}},$$

$$N_{\text{д.}} = \frac{3,99}{0,75} = 5,32 \text{ (кВт)}.$$

Вибираємо верстат мод. 6P11 з потужністю головного приводу 5,5 кВт.

Уточнюємо режими різання, згідно з паспортними характеристиками вибраного верстата:

Приймаємо $n = 315 \text{ хв}^{-1}$.

Швидкість різання:

$$V = \frac{\pi \cdot D \cdot n}{1000} = \frac{3,14 \cdot 200 \cdot 315}{1000} = 198 \text{ м/хв.}$$

Подача $S_{\text{хв}} = 302 \text{ мм/хв.}$

Для всіх інших операцій режими різання визначені аналітично, зводимо в табл.2.10.

Таблиця 2.9

Зведена таблиця режимів різання

					МІ 131.00.1/Б 102/с 005 00-ПЗ	Арк.
						40
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

№	Зміст переходів	Розрахункові значення					Прийняті значення		
		t, мм	S, мм/об	V, м/хв.	n,об/х в.	N, кВт	S, мм/об	V, м/хв.	n,об/х в.
010	Свердлити 2 отвори Ø17	8,25	0,25	16	299	3,8	0,2	14	250
015	Точити поверхню 3 начорно	2,25	0,4	110	194	0,9	0,4	113	200
	Підрізати торці 4,5 начорно	2,25	0,4	110	194	2,2	0,4	125	200
	Розточити 6,7 начорно	2,25	0,4	110	194	2,2	0,4	31,4	200
	Розточити 9 начорно	2,25	0,4	38	194	1,0	0,4	39	200
	Розточити 6 начисто	0,75	0,12	45	288	2,4	0,12	46,2	294
	Підрізати торець 5, зняти фаску 10	0,75	0,15	108	288	1,8	0,12	110	294
	Точити поверхню 3 півчисто	0,5	0,12	162	288	2,4	0,12	166	294
	Розточити отвір 9 начисто	0,65	0,12	56	288	1,5	0,12	57	294
	Точити поверхню 3 і фаску 12	0,25	0,12	162	288	1,1	0,12	166	294
	Точити канавку 13	5	0,08	162	288	1,5	0,1	166	294
	Розвернути отвір 9	0,1	2,5	15	77	0,8	2,3	76	14,9
020	Фрезерувати торець 8	2,5	302	197, 8	317	5,32	300	198	315
025	Свердлити одночасно 4 отвори Ø13	6,5	0,25	18	440	3,15	0,2	16	400
030	Свердлити одночасно 5 отво- рів Ø13	6,5	0,25	18	440	3,54	0,2	16	400
35	Свердлити отвір Ø16	8	0,25	16	318	0,75	0,2	13	250

2.8. Технічне нормування технологічного процесу

					МІ 131.00.1/Б 102/с 005 00-ПЗ				Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата					41

Технічне нормування- це процес встановлення норм витрат праці, часу, матеріалів, енергії та ресурсів, необхідних для виконання окремих операцій або всього технологічного процесу (табл. 2.10).

У крупносерійному виробництві визначається штучна норма часу $T_{шт.}$ [11]:

$$T_{шт.} = T_{осн.} + T_{доп.} + T_{об.} + T_{в.},$$

де $T_{осн.}$ - основний час;

$T_{доп.}$ - допоміжний час;

$T_{об.}$ - час на обслуговування робочого місця;

$T_{в.}$ - час на відпочинок і природні потреби.

$$T_{доп.} = T_{в.з.} + T_{з.в.} + T_{к.} + T_{вим.}$$

де $T_{в.з.}$ – час на встановлення заготовки і знімання обробленої деталі;

$T_{з.в.}$ – час на закріплення заготовки та відкріплення обробленої деталі;

$T_{к.}$ – час на прийоми керування верстатом;

$T_{вим.}$ – час на вимірювання.

Сумарний час на обслуговування робочого місця та час на відпочинок і природні потреби, згідно з додатком 5 [11] приймаємо рівним 9% від $T_{оп.}$

$$T_{об.} + T_{в.} = 0,09 T_{оп.}$$

де операційний час - $T_{оп.} = T_{осн.} + T_{доп.}$

Результати розрахунків заносимо в табл. 2.11.

Таблица 2.10

Нормування технологічного процесу [11]

					МІ 131.00.1/Б 102/с 005 00-ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		42

№ операції	Зміст операції	Основний час, хв.	Допоміжний час, хв.			Операційний час, хв.	Час на обслуговування, хв.		Час на відпочинок, хв.	Штучний час, хв.
			Встановлення та зняття деталей	Управління верстатом	Вимірювання деталей		Технічний	Організаційний		
005	Фрезерувати поверхню 1	1,03	0,57	0,34	0,1	2,04	0,04	0,08	0,08	2,24
010	Свердлити 2 отвори Ø17	0,84	0,61	0,15	0,1	1,7	0,04	0,05	0,05	1,84
015	Точити поверхню 3 начорно	0,25	0,84	0,64	0,1	1,78	0,15	0,1	0,08	2,11
	Підрізати торці 4,5 начорно	0,43								
	Розточити 6,7 начорно	0,25								
	Розточити 9 начорно	0,44								
	Розточити 6 начисто	0,44								
	Підрізати торець 5, зняти фаску 10	0,26								
	Точити поверхню 3 півчисто	0,99								
	Розточити отвір 9 начисто	0,57								
	Точити поверхню 3 і фаску 12	0,99								
	Точити канавку 13	0,72								
	Розвернути отвір 9	0,2								
020	Фрезерувати торець 8	1,03	0,57	0,34	0,1	2,04	0,04	0,08	0,08	2,24
025	Свердлити одночасно 4 отвори Ø13	0,25	0,61	0,15	0,05	1,1	0,04	0,05	0,05	1,18
030	Свердлити одночасно 5 отворів Ø13	0,25	0,61	0,15	0,1	1,1	0,03	0,05	0,05	1,18
035	Свердлити отвір Ø16	0,18	0,31	0,1	0,05	0,64	0,01	0,01	0,01	0,67

Висновки до 2 розділу

					МІ 131.00.1/Б 102/с 005 00-ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		43

У технологічному розділі виконано технологічний вибір конструкції заготовки та способу її отримання. розроблено технологічний маршрут виготовлення із розрахунком загальних і міжопераційних припусків. Запропоновано ефективні режими різання та способи нормування часу на виконання кожної технологічної операції. Ретельно підібрано верстатне обладнання, інструмент та оснащення, що відповідають умовам серійного виробництва та вимогам до точності й продуктивності.

3. КОНСТРУКТОРСЬКИЙ РОЗДІЛ

3.1. Загальні положення про верстатні пристосування для фрезерних робіт

Пристосування для фрезерних верстатів класифікуються за типом подачі столу: їх поділяють на ті, що призначені для верстатів з прямолінійною, круговою або складною копірною подачею. Залежно від того, чи поєднується допоміжний час з основним під час обробки, ці пристосування поділяють на дві категорії:

1. Пристосування, в яких допоміжні операції виконуються одночасно з основними.
2. Пристосування, де допоміжний час не накладається на основний.

Існує кілька типів пристосувань для фрезерних верстатів: універсальні, універсальні збірні, універсально-налагоджувальні, групові та спеціальні. Основний час обробки деталей на фрезерних верстатах займає від 50% до 80% у структурі загального (штучного) часу в різних типах виробництва. Значні можливості підвищення продуктивності відкриваються за рахунок модернізації старих пристосувань із ручним затиском — шляхом впровадження нових моделей з механізованим приводом для автоматизованого затиску і розтиску деталей.

					МІ 131.00.1/Б 102/с 005 00-ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		44

3.1.1. Лещата. Загальні відомості, конструкції

Лещата універсальні відносяться до системи УБП. Вони призначені для базування й закріплення призматичних заготовок, заготовок із прокату і заготовок складної форми при їхній обробці на фрезерних і свердлильних універсальних верстатах і верстатах зі ЧПК.

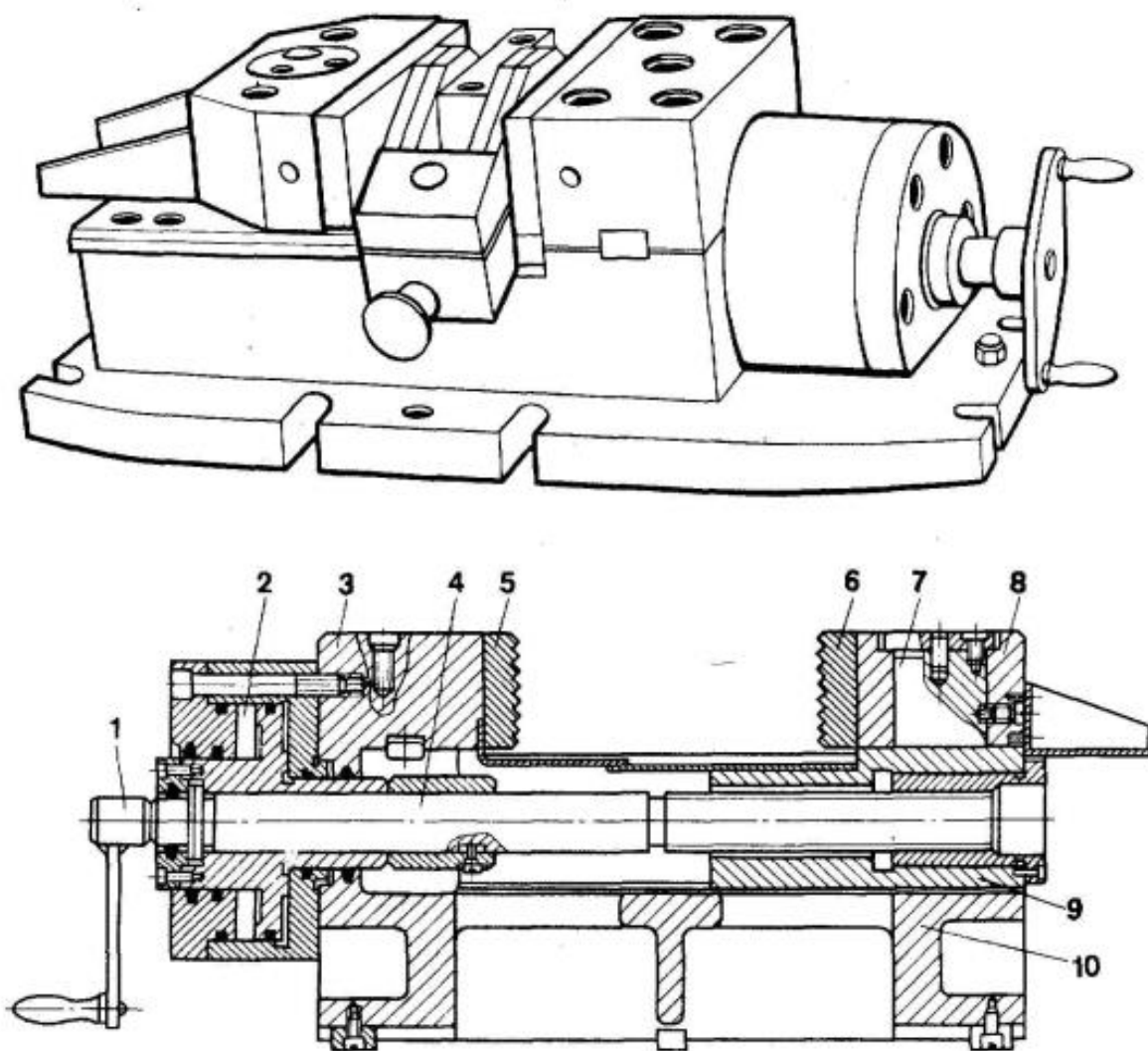


Рис.3.1. Лещата універсальні налагоджувальні

Універсальні налагоджувальні гідравлічні лещата, зображені на рис. 3.1, входять до складу системи УНП. Вони призначені для точного базування та надійного закріплення призматичних заготовок, прокатних виробів і заготовок

складної геометрії під час обробки на фрезерних, свердлильних універсальних верстатах і верстатах з числовим програмним керуванням (ЧПК). Характерною особливістю цих лещат є можливість встановлення змінних наладок, які забезпечують адаптацію до деталей різної форми. Завдяки цьому значно розширюються технологічні функції лещат, що дозволяє використовувати їх у широкому спектрі виробничих завдань.

3.1.2. Головки ділильні

Ділильні головки використовуються для встановлення, фіксації та періодичного повороту або безперервного обертання заготовок, які обробляються на фрезерних верстатах. Вони входять до складу системи СНП. Конструктивно головка складається з корпусу, поворотної частини, ділильного механізму (фіксатора) та механізму затиску поворотної частини. У деяких моделях ці механізми об'єднані в єдину систему, керовану однією рукояткою.

Від ділильних столів такі головки відрізняються способом кріплення заготовок: останні фіксуються у центрах, трьохкулачкових патронах або цангах, що вставляються у шпindelь головки. Ділильні головки можуть мати горизонтальне, вертикальне або комбіноване розташування шпинделя, що дозволяє здійснювати обробку у різних просторових положеннях.

Більшість ділильних головок передбачають ручне управління поворотом, фіксацією та затиском оброблюваної деталі. Однак існують також автоматизовані моделі, в яких окремі етапи робочого циклу виконуються без участі оператора, що підвищує ефективність і точність процесу.

					МІ 131.00.1/Б 102/с 005 00-ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		46

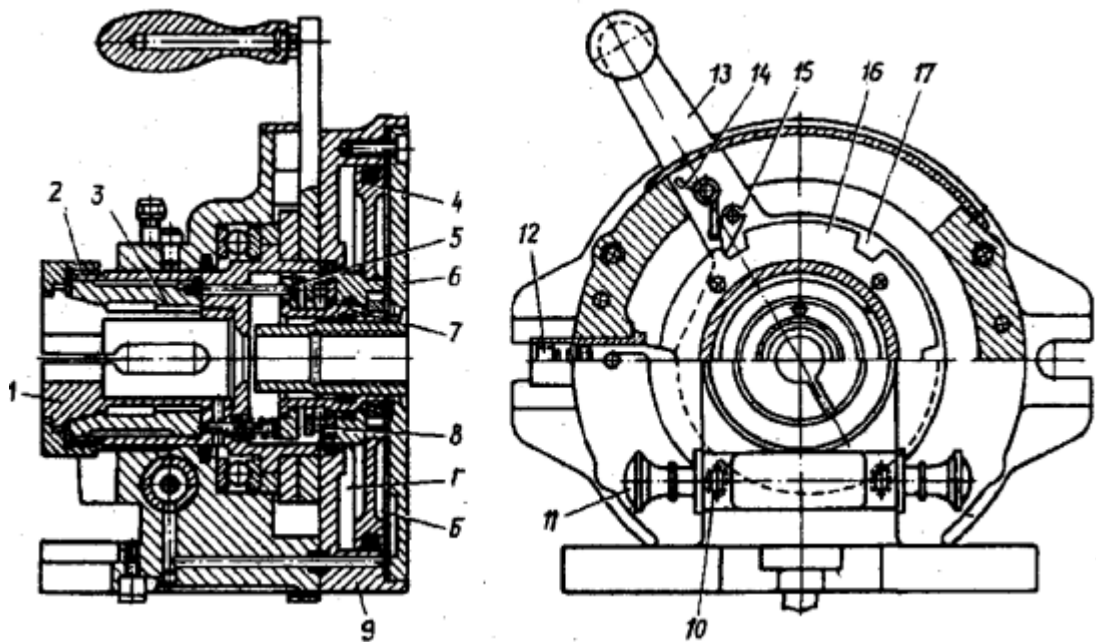


Рис.3.2. Головка ділильна універсальна з пневматичним приводом

3.1.3. Столи ділильні

Універсальні ділильні столи застосовуються для позиційної обробки однієї або кількох деталей за допомогою комплекту фрез на фрезерних верстатах. Заготовки встановлюють та фіксують у змінних наладках, які монтуються на верхній поворотній платформі столу.

Більшість ділильних столів оснащені ручним приводом, проте існують моделі з механізованим керуванням, що забезпечує автоматичний поворот, фіксацію, затиск рухомої частини столу, а також затиск і розтиск заготовок.

На рис. 3.3 зображено загальний вигляд універсального ділильного столу. Оброблювана деталь (поз. 3) фіксується на поворотному столі (поз. 1) або в змінній наладці (поз. 2), закріпленій на столі. Такі столи використовуються в тих випадках, коли процес обробки вимагає повороту заготовки. Коло поворотного столу може бути поділено на 2, 3, 4, 6, 8 або 12 рівних сегментів для забезпечення точної позиційної обробки.

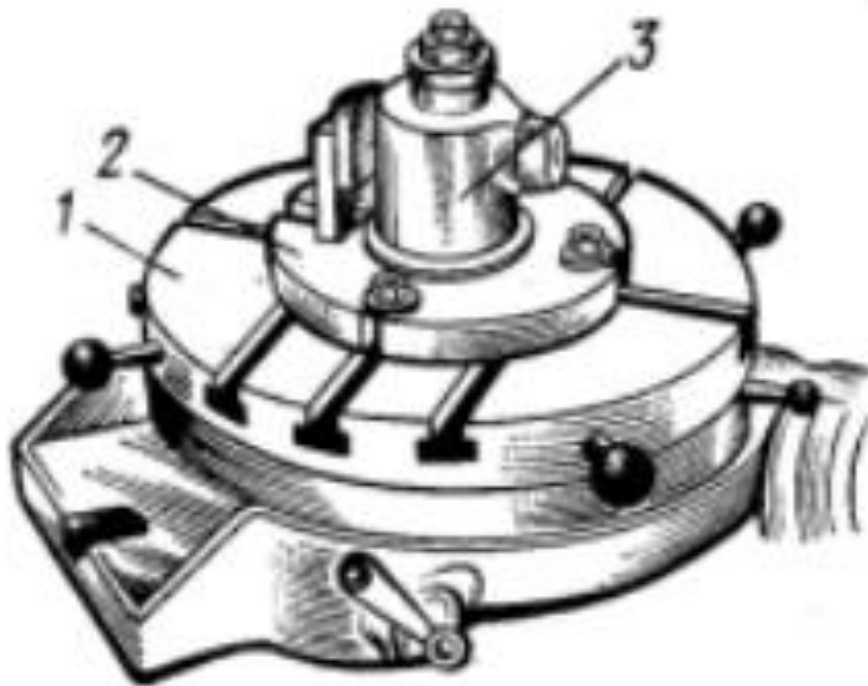
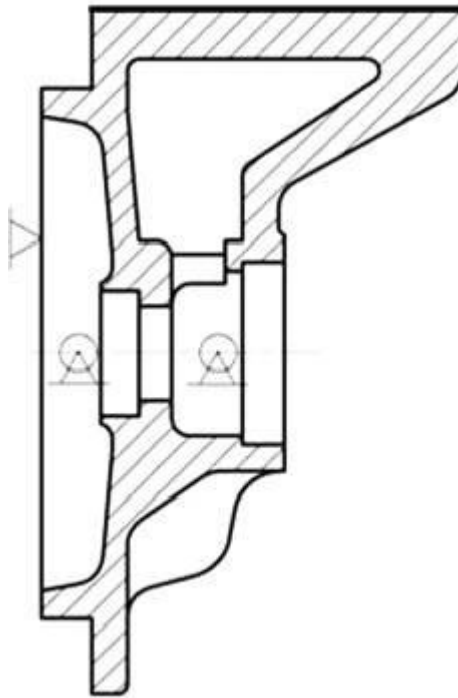


Рис.3.3. Загальний вигляд універсального столу

3.2. Проектування спеціального верстатного пристрою

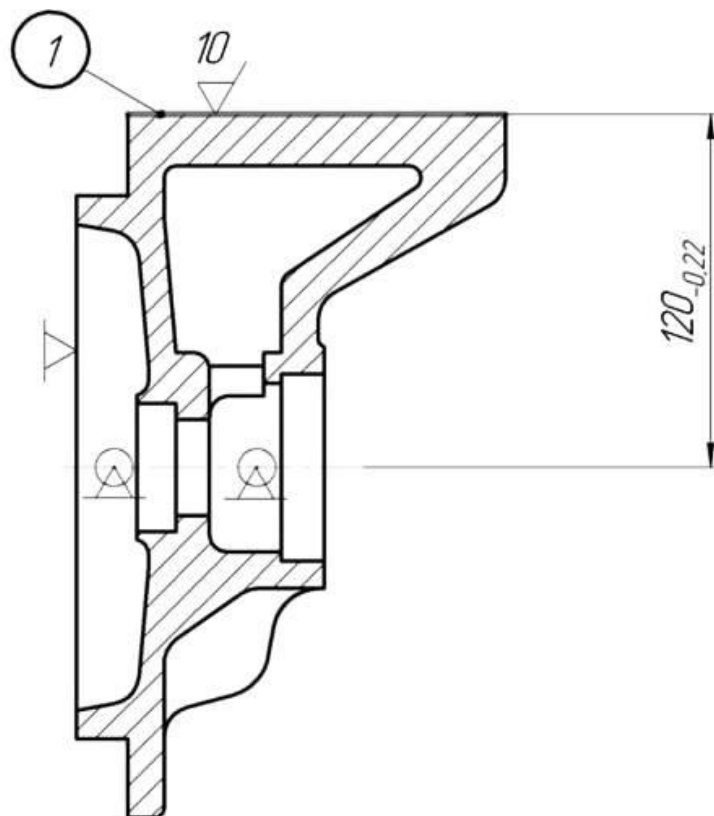
Технічне завдання на проектування спеціального верстатного пристрою	
Завдання на проектування	Розробити спеціальний верстатний пристрій для фрезерування
Вихідні дані	
Назва і матеріал деталі	Корпус СЧ20 ДСТУ 3925-94
Документація, що використовується при проектуванні	Робоче креслення деталі та заготовки, МК, КЕ, ОК на дану операцію
Документація, що підлягає розробці	Складальне креслення пристрою, специфікація, пояснювальна записка

Ескіз заготовки перед виконанням операції



Тип приводу пристрою	Пневматичний
Кількість деталей, що одночасно встановлюються в пристрої	1

Ескіз заготовки після виконання операції



Назва операції, верстат	Вертикально-фрезерна, вертикально-фрезерний верстат мод. 6P11
Зміст операції	Фрезерувати поверхню 1, витримуючи розмір 120 мм
Різальний інструмент	Торцева фреза Ø220 мм ДСТУ 24885-96
Контрольно-вимірювальний Інструмент	Штангенциркуль ШЦ-I-200-0,1 ДСТУ 166-99

3.2.2. Принцип дії спеціального пристрою

Запропонований спеціальний пристрій застосовується під час виконання вертикально-фрезерної операції №005 для послідовного оброблення поверхні деталі корпус до розміру $62^{+0,46}$ мм. Заготовка встановлюється на стіл вертикально-фрезерного верстата моделі 6P11. Габаритні розміри пристрою становлять 715×190×220 мм.

Основна функція пристрою - забезпечити точне отримання розміру $62^{+0,46}$ мм відносно допоміжної установчої бази. Як напрямна база використовується поверхня Ø180h9, яка одночасно виконує роль допоміжної. Опорною базою слугує торцева поверхня фланця. Вимога щодо перпендикулярності торця і поверхні Ø180h9 обмежується допуском паралельності в межах 0,01 мм між установчою базою та площиною, на якій пристрій фіксується на столі верстата.

Переваги конструкції пристрою:

					МІ 131.00.1/Б 102/с 005 00-ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		50

- Просте та зручне базування заготовки;
- Скорочення тривалості обробки завдяки зменшенню допоміжного часу;
- Стабільність силового затиску, що мінімізує похибки позиціонування;
- Зниження собівартості виготовлення деталі.

Пристрій повинен забезпечувати точність не нижче допуску на розмір між базовою та оброблюваною поверхнею - 460 мкм відповідно до 14-го квалітету точності.

Конструктивні елементи пристрою:

Основу пристрою (рис.3.4) становить корпус (поз. 1), у якому розміщується зварна конструкція штовхача (поз. 2) і втулка (поз. 9) для фіксації деталі. Заготівка закріплюється за допомогою чотирьох гвинтів М8. У втулках (поз. 7) розташовані пружинні затискачі (поз. 8), які пов'язані з гвинтами (поз. 11), що діють як тяги. Ці гвинти з'єднані шарнірно з важелем рівноплечого типу (поз. 13), що, своєю чергою, з'єднаний з важелем (поз. 6), на кінцях якого розміщено ролики (поз. 5). У корпусі фіксуються дві шпонки (поз. 19), які запобігають зміщенню.

Принцип дії:

У початковому стані штовхач (поз. 2) перебуває в крайньому лівому положенні, а затискачі (поз. 8) - у розтиснутому. Заготовку встановлюють у втулку (поз. 9) до упору (поз. 12), після чого затискачі переводять у робоче положення. Після подачі стисненого повітря в ліву порожнину силового циліндра штовхач рухається праворуч і тисне на ролик (поз. 5). Через опору правого ролика в корпусі лівий ролик опускається вниз, повертаючи важіль (поз. 6), який через систему тяг (поз. 11) і важелів (поз. 13) забезпечує надійний затиск заготовки. Регулювання сили затиску здійснюється гайками (поз. 23).

					МІ 131.00.1/Б 102/с 005 00-ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		51

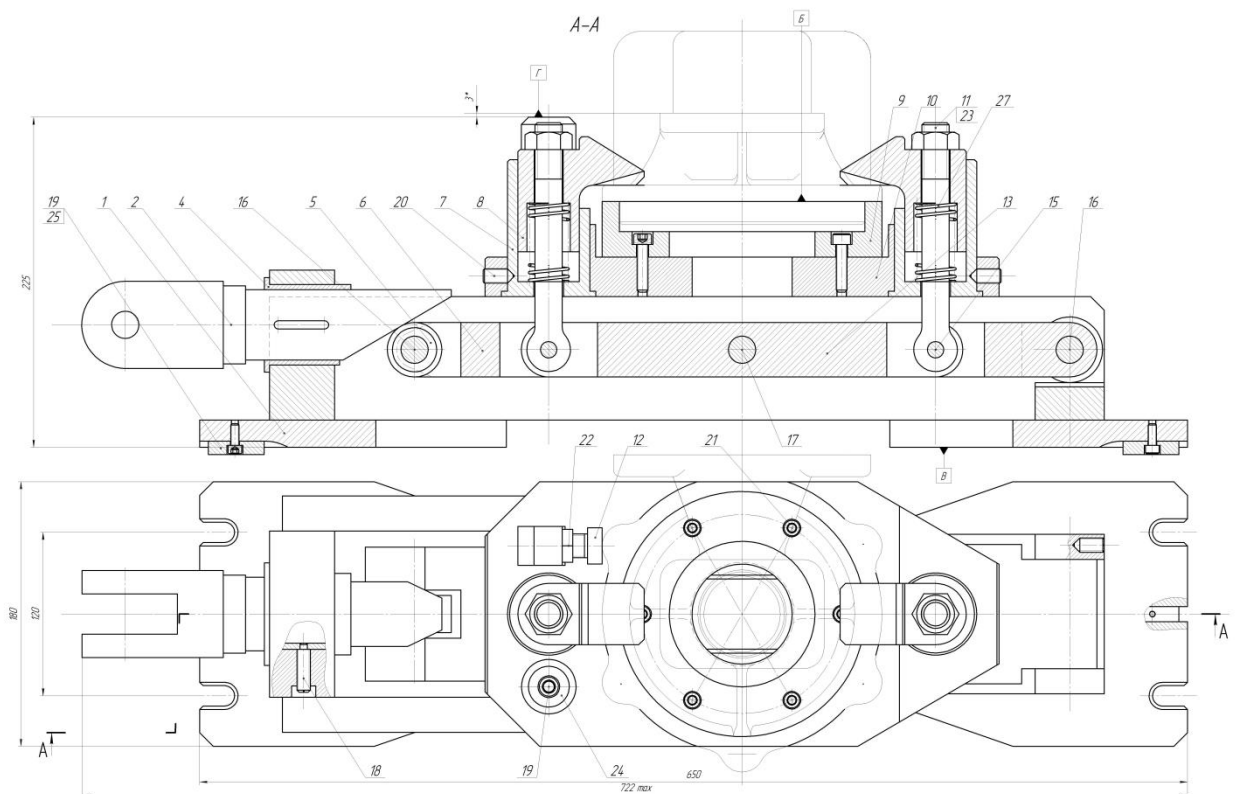


Рис.3.4. Спеціальний пристрій

Структурний аналіз і синтез компоновок, вибір оптимальної схеми

Під час вибору схеми компоновки пристрою необхідно враховувати такі ключові вимоги:

1. Заготовка повинна залишатися в стійкому положенні ще до моменту прикладання затискного зусилля.
2. Під час процесу фіксації положення заготовки, задане на етапі встановлення, не повинно змінюватися.
3. Сили, що виникають у процесі різання, не повинні викликати зсуву заготовки.

Для визначення найбільш доцільної компоновки пристрою доцільно проаналізувати кілька можливих схем і порівняти їх з погляду забезпечення стабільності, точності встановлення та стійкості до силових навантажень під час обробки.

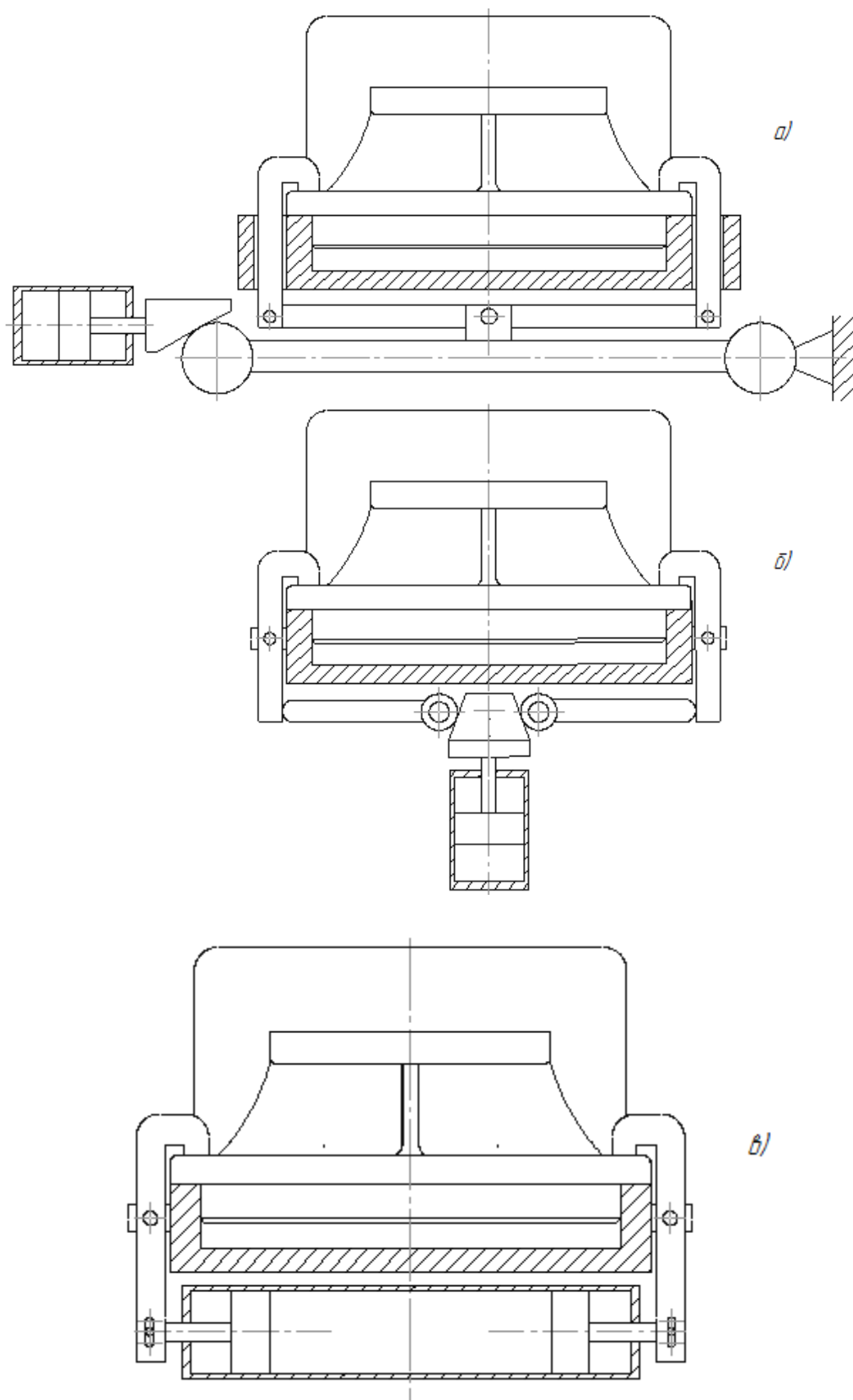


Рис. 3.5. Схеми компонування спеціального верстатного пристрою

Аналіз компоновок конструктивних схем виконуємо на основі сумарних коефіцієнтів ваг $K_{\Sigma n}$:

					МІ 131.00.1/Б 102/с 005 00-ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		53

$$K_{\Sigma n} = 0,5K_1 + 0,35K_2 - 0,1K_3 - 0,1K_4 + 0,05K_5,$$

де K_1 – коефіцієнт підсилення;

K_2 – коефіцієнт, який залежить від наявності властивості самогальмування;

K_3 – коефіцієнт, який залежить від кількості передавальних ланок;

K_4 – коефіцієнт, який залежить від наявності проміжної ланки;

K_5 –коефіцієнт, який залежить від компактності пристрою.

Результати розрахунків зводимо у табл.3.1.

Таблиця 3.1

Встановлення раціональної схеми компоновки пристрою

Схема	K_1	K_2	K_3	K_4	K_5	$K_{\Sigma n}$
1	1	1	1,3	0,9	1,6	3,5
2	1	1	1,3	0,75	1,7	3,4
3	1	1	1,2	0,85	1,6	3,1

Виходячи з критеріїв оцінки компоновочних схем, вибираємо схему 1, як таку, що має найбільший коефіцієнт ваги.

3.2.3. Розрахунок на точність пристрою

На точність оброблення впливає ряд факторів, яку викликають сумарну похибку:

$$\varepsilon_{\Sigma} = K \sqrt{\varepsilon_b^2 + \varepsilon_{pn}^2 + \varepsilon_{py}^2 + \varepsilon_{\delta}^2 + \varepsilon_z^2 + \varepsilon_{pn}^2 + \varepsilon_n^2 + \varepsilon_{pz}^2 + \varepsilon_i^2 + \varepsilon_{zn}^2 + \varepsilon_t^2},$$

де ε_b – похибка верстату в не навантаженому стані;

ε_{pn} – похибка розташування пристрою на верстаті;

ε_{py} – похибка розташування установчих елементів відносно поверхонь пристрою стола;

ε_6 —похибка базування;

ε_3 — похибка закріплення;

ε_{pn} — похибка розташування напрямних елементів пристрою;

ε_n — похибка налагодження;

ε_{pz} — похибка розмірного зношування інструменту;

ε_i — похибка інструменту;

ε_{pi} — похибка розташування інструменту;

ε_{zn} — похибка через зношування напрямних і установчих елементів;

ε_t — похибка внаслідок температурного впливу обробки.

ε_b — похибка паралельності ходу стола відносно центрального пазу 0,06/600, перераховуємо на довжину 150 мм.

Тоді:

$$\varepsilon_b = \frac{0,06 \cdot 150}{600} = 0,015 \text{ мм},$$

Пристрій центрується на верстаті за допомогою шпонок з посадкою $18 \frac{H8}{h7}$.

Тоді:

$$\varepsilon_{pn} = \frac{S_{\max}}{L} = 0,00014 \text{ мм},$$

$\varepsilon_{py} = 0,05 \text{ мм}$ — задано на кресленні.

$\varepsilon_6 = 0$, оскільки конструкторська і технологічні бази співпадають.

$\varepsilon_{pn} = 0,058 \text{ мм};$

$\varepsilon_n = 0,016 \text{ мм}.$

Іншими складовими похибки можна знехтувати. Тоді:

					МІ 131.00.1/Б 102/с 005 00-ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		55

$$\varepsilon_{\Sigma} = \sqrt{0,015^2 + 0,00014^2 + 0,05^2 + 0,0052^2 + 0,058^2 + 0,016^2} = 0,064 \text{ мм.}$$

Мінімальний допуск на оброблення заданої поверхні, згідно з кресленням, становить 0,46 мм. Таким чином, умова точності пристрою виконується.

3.2.4. Розрахунок сили затиску, параметрів силового приводу

Сила P_z при фрезеруванні площини визначена в попередньому розділі. Згідно розрахунку сила $P_r = 1,23 \text{ кН}$.

Розробляємо схему дії сил на даній операції (рис. 3.5).

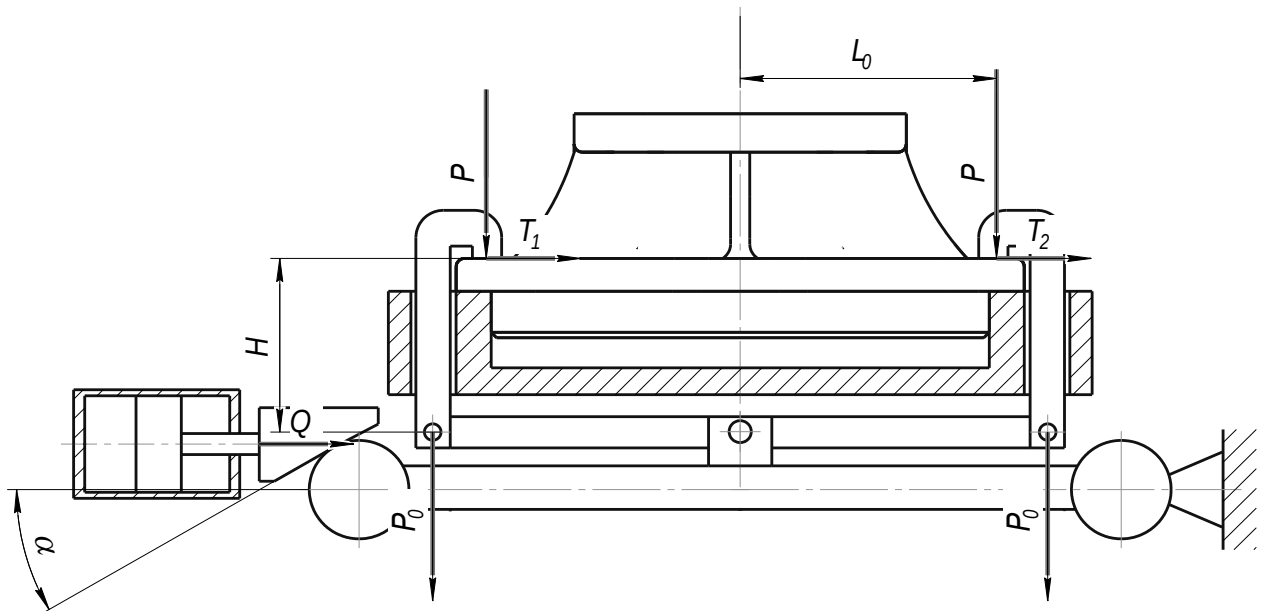


Рис. 3.5. Розрахункова схема

Зусилля затиску заготовки визначаємо за формулою [7]:

$$Q = \left(\frac{P_z}{T} + q \right) \cdot [tg(\alpha + \varphi_1) + tg\varphi_2] \cdot \frac{1}{\eta}$$

де q – зусилля на пружині, Н;

$\operatorname{tg}\varphi_1$ – коефіцієнт тертя на ухилі клину;

$\operatorname{tg}\varphi_2$ – коефіцієнт тертя на напрямній поверхні клину.

Значення T визначається за формулою [7]:

$$T = \frac{1}{1 - \frac{l_0}{H}} \cdot f_2,$$

f_2 – коефіцієнт тертя на напрямній поверхні кулачка;

$\eta = 0,85$ – коефіцієнт, що враховує втрати від тертя.

Тоді:

$$T = \frac{1}{1 - \frac{100}{55}} \cdot 0,85 = 1,036$$

Надійний затиск заготовки забезпечується за умови: $2 \cdot f \cdot P_z \geq k \cdot P_H$,

де $f = 0,15$ – коефіцієнт тертя чистових базових поверхонь;

$K = 1,2 \dots 1,5$ – коефіцієнт запасу.

Потрібна сила затиску P_z визначається за формулою [7]:

$$P_z = \frac{K * P_r}{n * f};$$

n – кількість поверхонь затиску;

f – коефіцієнт тертя;

$$P_z = \frac{1,2 \cdot 1237}{2 \cdot 0,1} = 9277 \text{ Н.}$$

					МІ 131.00.1/Б 102/с 005 00-ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		57

Зусилля затиску на пневмоциліндрі:

$$Q = \left(\frac{9277}{1,036} + 150 \right) \cdot [\operatorname{tg}(15 + 0,3) + \operatorname{tg} 0,3] \cdot \frac{1}{0,9} = 8556 \text{ Н.}$$

Необхідний діаметр поршня гідроциліндра визначається за формулою:

$$D = \sqrt{\frac{4 \cdot Q}{\pi \cdot p \cdot \eta}} = \sqrt{\frac{4 \cdot 8556}{\pi \cdot 0,4 \cdot 0,9}} = 173,9 \text{ мм,}$$

де $p=0,4$ МПа – тиск масла в гідросистемі;

$\eta = 0,9$ – к.к.д. гідроциліндра.

Приймаємо діаметр поршня $D_{\text{п}} = 200$ мм.

3.3. Проектування спеціального різального інструменту

Одним із найпростіших і найпоширеніших видів металорізального інструменту є різець. Його використовують на токарних, револьверних, стругальних та інших типах верстатів. Тип різця вибирається залежно від типу верстата та характеру виконуваної операції.

Для обробки зовнішніх поверхонь обертання, таких як циліндричні вали, конічні деталі значної довжини та подібні заготовки, зазвичай застосовують прохідні різці. Вони поділяються на прямі та відігнуті. Відігнуті різці широко використовуються завдяки своїй універсальності, підвищеній жорсткості та здатності ефективно працювати в умовах обмеженого доступу до оброблюваної зони.

На сьогоднішній день різці, оснащені твердосплавними пластинами, практично повністю витіснили інструменти, виготовлені з швидкорізальної сталі, і широко використовуються в сучасному машинобудуванні. Такий різець являє собою призматичну державку, на якій закріплена пластинка з твердого сплаву. Форми цих пластин можуть відрізнятися залежно від їх призначення.

					МІ 131.00.1/Б 102/с 005 00-ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		58

У промисловості застосовуються різці з призматичними, багатограними та круглими (чашковими) твердосплавними пластинами. Найпоширенішим варіантом є конструкція різця з державкою, на яку припаяна призматична пластина твердого сплаву.

Форма і розміри пластини обираються відповідно до типу обробки та вимог до інструменту. Основними критеріями є допустима глибина різання (t), величина подачі (S) та головний кут у плані (ϕ):

$$l = \frac{t}{\sin \phi}$$

Також враховується довжина головної ріжучої кромки, яка повинна відповідати умовам обробки.

У нашому випадку необхідно обробити канавку, форма якої наведена на рис. 2.7.

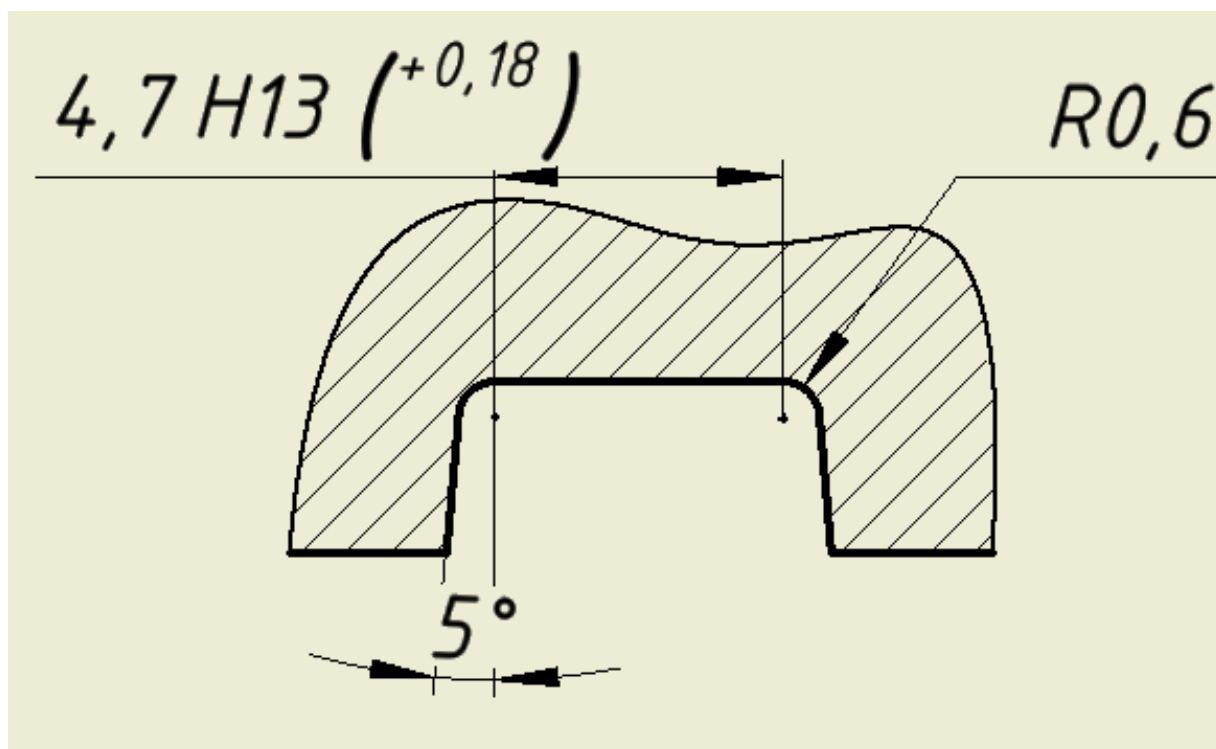


Рис.3.. Форма та розміри канавки

3.3.1. Обґрунтування вибору геометричних параметрів ріжучої

					МІ 131.00.1/Б 102/с 005 00-ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		59

частини і конструктивних елементів

Передній кут: $\gamma=10^\circ$.

Задній кут: $\alpha=6^\circ$.

Кут загострення: $\beta=74^\circ$.

Виліт різця –18 мм.

Форма металоріжучої частини: конічний з двома радіусами.

Призначаємо матеріал ріжучої частини різця з твердого сплаву Т15К6 по ДСТУ 1925-93.

Технічні вимоги до різців з ріжучою частиною з твердого сплаву приймаємо по ДСТУ 1259-95.

3.3.2. Повний конструкторський розрахунок з оформленням необхідних ескізів

Визначаємо режими різання

Глибина різання:

$$t=(D-d)/2=2.8\text{мм.}$$

Подача:

$$S_0=0,6\text{мм/об.}$$

Швидкість різання визначаємо за формулою [7]:

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

де $C_v=37$.

$y=0,8$.

$x=0,15$.

$m=0,20$.

					МІ 131.00.1/Б 102/с 005 00-ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		60

$T=60$ хв. – стійкість інструменту.

Загальний поправочний коефіцієнт на швидкість різання:

$$K_v = K_{mv} \cdot K_{uv} \cdot K_{nv} \cdot K_{Tn} \cdot K_{Tc} \cdot K_{\phi v} \cdot K_{rv}$$

Коефіцієнт на оброблюваний матеріал:

$$K_{mv} = K_r \cdot \left(\frac{750}{\sigma_s} \right)^{n_v} = 0,85 \cdot \left(\frac{750}{780} \right)^1 = 0,82$$

$K_{uv}=1,0$ – коефіцієнт на інструментальний матеріал;

$K_{nv}=1,0$ – коефіцієнт, що враховує стан поверхні заготовки;

$K_{tv}=1,0$ – коефіцієнт, що враховує кількість одночасно працюючого інструменту;

$K_{Tc}=1,0$ – коефіцієнт, що враховує кількість обслуговуваних верстатів;

$K_{\phi v}=1,0$ – коефіцієнт, що залежить від головного кута в плані;

$K_r=1,0$ – коефіцієнт, що враховує вплив параметрів різця на силу різання.

$$K_v = 0,82 \cdot 1,0 \cdot 1,0 \cdot 1,0 \cdot 1,0 \cdot 1,0 \cdot 1,0 = 0,82$$

$$V = \frac{37}{60^{0,20} \cdot 2,8^{0,15} \cdot 0,6^{0,35}} \cdot 1,79 = 122,9 \text{ м/хв.}$$

Частота обертання шпинделя:

$$n = \frac{1000 \cdot V}{\pi \cdot D} = \frac{1000 \cdot 122,9}{3,14 \cdot 30} = 450 \text{ об/хв.}$$

$$n_{кор} = 450 \text{ об/хв.}$$

					МІ 131.00.1/Б 102/с 005 00-ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		61

4. Відкорегована швидкість різання:

$$V_{кор} = \frac{\Pi \cdot D \cdot n}{1000} = \frac{3,14 \cdot 30 \cdot 450}{1000} = 450 \text{ м/хв.}$$

6. Сила різання:

$$P_z = 10 C_p t^x S^y V^n K_v$$

де $C_p=408$.

$x=0,72$.

$y=0,8$.

$n=0$.

Поправочний коефіцієнт:

$$K_v = K_{mp} \cdot K_{\phi p} \cdot K_{\lambda p} \cdot K_{\gamma p} \cdot K_{rp}.$$

Коефіцієнт, що враховує вплив якості оброблюваного матеріалу на силові залежності:

$$K_{mp} = \left(\frac{\sigma_6}{750} \right)^n = \left(\frac{780}{750} \right)^{0,75} = 1,03$$

$K_{\phi p}=0,89$ – коефіцієнт, що враховує вплив геометричних параметрів ріжучої частини

$K_{\lambda p}=1,0$ – коефіцієнт, що враховує вплив геометричних параметрів ріжучої частини інструменту на складені сили різкі.

$K_{\gamma p}=1,0$ – коефіцієнт, що враховує вплив геометричних параметрів ріжучої частини інструменту на складені сили різкі.

$K_{rp}=1,0$ – коефіцієнт, що враховує вплив геометричних параметрів ріжучої частини інструменту на складені сили різкі.

					МІ 131.00.1/Б 102/с 005 00-ПЗ	Арк.
						62
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

$$K_v = 1,03 \cdot 0,89 \cdot 1,0 \cdot 1,0 \cdot 1,0 = 0,9167$$

$$P_z = 10 \cdot 408 \cdot 2,8^{0,72} \cdot 0,6^{0,8} \cdot 122,9^0 \cdot 0,5761 = 884,5 \text{ Н}$$

7. Потужність різання:

$$N_{\text{різ}} = \frac{P_z \cdot V}{1020 \cdot 60} = \frac{884,5 \cdot 122,9}{1020 \cdot 60} = 1,78 \text{ кВт}$$

$$N_{\text{різ}} \leq N_{\text{ун}}$$

$$N_{\text{ун}} = N_{\text{ог}} \cdot \eta = 7,2 \cdot 0,75 = 5,4 \text{ кВт}$$

$$1,78 \text{ кВт} \leq 5,4 \text{ кВт}$$

Отже, умова виконується.

Визначаємо розміри державки різця:

1. У якості матеріалу для корпусу різця вибираємо вуглецеву Сталь 50 з $\sigma_b = 420$ МПа і допустимою напругою на згинання $\sigma_{н.д.} = 250$ МПа. . Глибина різки $t = 2,8$ мм, подача $S_0 = 0,6$ мм/об., виліт різця $l = 120$ мм

2. Головна складова сили різання:

$$P_z = 844,5 \text{ Н.}$$

3. Діаметр круглого перетину корпусу різця:

$$b = \sqrt[3]{\frac{10 \cdot P_z \cdot l}{2,56 \cdot \sigma_{н.д.}}} = \sqrt[3]{\frac{10 \cdot 844,5 \cdot 0,02}{2,56 \cdot 25 \cdot 10^6}} = 0,018 \text{ м} = 18 \cdot 10^{-3} \text{ м} = 18 \text{ мм}$$

Приймаємо найближчий найбільший перетин корпусу ($d = 25$ мм).

4. Перевіряємо міцність і жорсткість корпусу різця:

Максимальне навантаження, допустима міцність різця:

					МІ 131.00.1/Б 102/с 005 00-ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		63

$$P_{\text{зоддо.}} = \frac{bh^2\sigma_{i.\text{д.}}}{10l} = \frac{16 \cdot 10^{-3} \cdot (20 \cdot 10^{-3})^2 \cdot 250 \cdot 10^6}{10 \cdot 20 \cdot 10^{-3}} = 3555 \text{ Н}$$

Максимальне навантаження, допустима жорсткість різця:

$$P_{\text{жорс.}} = \frac{3fEJ}{l^3} = \frac{3 \cdot 0,1 \cdot 10^{-3} \cdot 2 \cdot 10^{11} \cdot 10,7 \cdot 10^{-8}}{(20 \cdot 10^{-3})^3} = 0,02377 \cdot 10^6 = 23700 \text{ Н}$$

де $f=0,1 \cdot 10^{-3} \text{ м}$ ($\approx 0,1 \text{ мм}$) – допустима стріла прогинання різця при чорновому точінні;

$E=2 \cdot 10^5 \text{ МПа} = 2 \cdot 10^{11} \text{ Па}$ – модуль пружності матеріалу корпусу різця;

J – момент інерції прямокутного перетину корпусу:

$$J = \frac{bh^3}{12} = \frac{16 \cdot 10^{-3} \cdot (20 \cdot 10^{-3})^3}{12} = 10,7 \cdot 10^{-9} \text{ м}^4$$

Різець має достатню міцність і жорсткість, оскільки $P_{\text{з доп.}} > P_{\text{з}} < P_{\text{з жорс.}}$

$$3555 \text{ Н} > 884,5 < 23700 \text{ Н}$$

					МІ 131.00.1/Б 102/с 005 00-ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		64

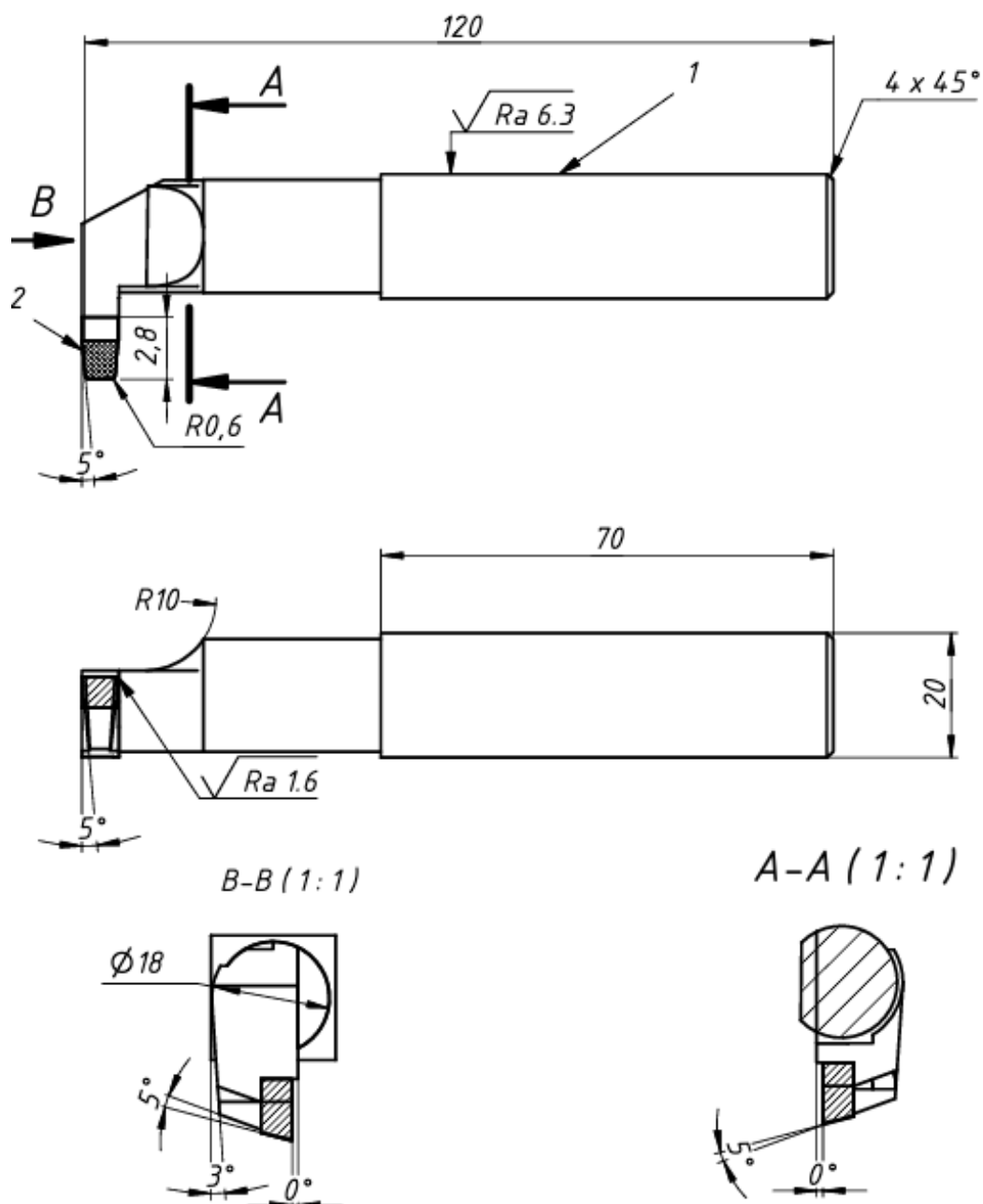


Рис. 3.7. Спеціальний різець

3.4. Проектування та розрахунки спеціальних засобів технічного контролю

Запропонований спеціальний контрольний пристрій (рис.3.8) призначений для вимірювання радіального биття двох торців деталі в межах 0,12 мм, а

					МІ 131.00.1/Б 102/с 005 00-ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		65

також для контролювання точності внутрішньої поверхні ущільнювальної каналки, де допустиме відхилення не повинно перевищувати 0,08 мм.

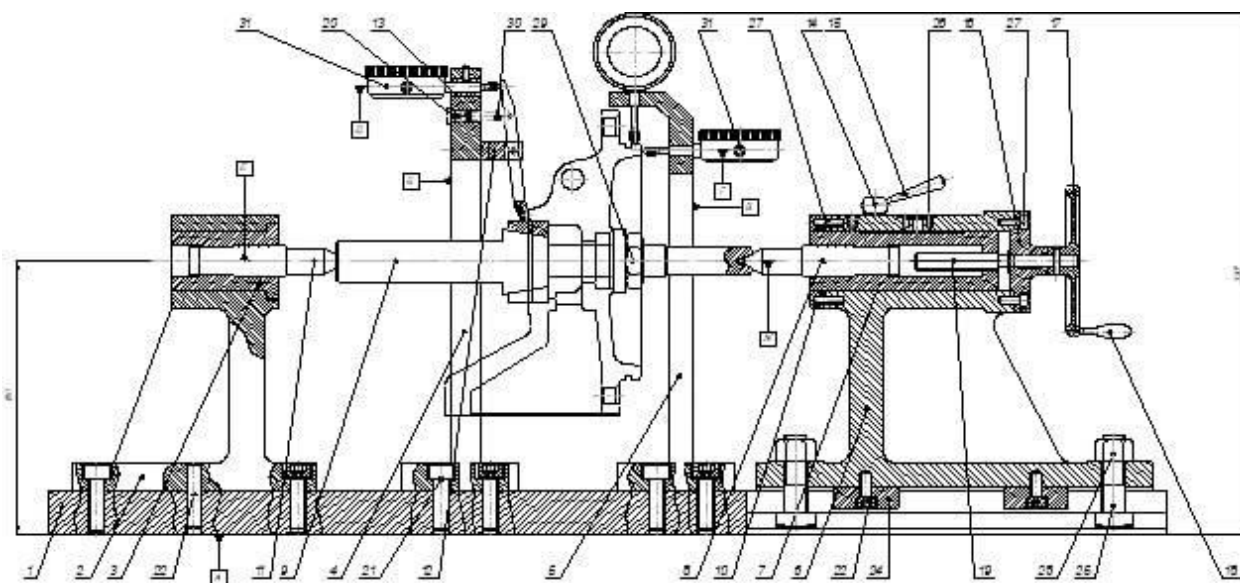


Рис.3.8. Спеціальний контрольний пристрій

Конструкція контрольного пристрою:

Пристрій складається з основи (поз. 1), до якої болтами (поз. 27) кріпляться корпуси (поз. 2 і 3) та кронштейни (поз. 4 і 5). У корпусі 3 на двох підшипниках (поз. 40 і 42) встановлений лівий конус (поз. 8), а в корпусі 5 – рухомо змонтований циліндр (поз. 12), всередині якого на двох підшипниках (поз. 39) розміщено правий конус (поз. 17). У торець циліндра 12 вгвинчено гвинт (поз. 15), що передає зусилля через підшипник (поз. 41) на кришку (поз. 14), прикріплену до корпусу 2.

На кінці гвинта 15 встановлено маховик (поз. 34), закріплений гайкою (поз. 32) через шпонку (поз. 36). У кронштейні 4 встановлено дві вимірні головки (поз. 33), а в кронштейні 5 - одну вимірну головку та підпружинений важіль (поз. 11).

Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата

МІ 131.00.1/Б 102/с 005 00-ПЗ

Арк.

66

Деталь фіксується за допомогою оправки (поз. 7), яка центрується у конусах (поз. 8 і 17) через центрові отвори. Оправка комплектується сухарями (поз. 6), втулкою (поз. 20) та гайкою (поз. 31).

Принцип роботи контрольного пристрою:

1. На початку роботи конус 17 відводиться вправо за допомогою маховика 34, а вимірні головки тимчасово знімаються.

2. Оправку 7 встановлюють у внутрішній отвір деталі, фіксуючи її сухарями та гайкою 31.

3. Оправку разом з деталлю центрують між конусами 8 та 17. Для цього правий конус переміщується вліво маховиком, забезпечуючи щільне встановлення.

4. Встановлена деталь повинна вільно обертатися навколо осі, не маючи осьового зміщення.

5. Після встановлення вимірні головки повертаються на місце та фіксуються гвинтами (поз. 16); шкали встановлюються на "0".

6. Обертаючи деталь на 360°, фіксують максимальні відхилення стрілок індикаторів.

Оцінка придатності:

Деталь вважається придатною до експлуатації, якщо:

- максимальне радіальне биття торців не перевищує 120 мкм;
- відхилення у зоні ущільнювальної канавки – не більше 60 мкм.

					МІ 131.00.1/Б 102/с 005 00-ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		67

Висновки до 3 розділу

У конструкторському розділі розроблено спеціальний верстатний пристрій для базування та закріплення корпусу під час фрезерної обробки, що забезпечує точне положення заготовки та мінімізацію похибок. Крім того, спроектовано спеціальний різальний інструмент і засоби технічного контролю, які дозволяють забезпечити відповідність виготовлених виробів жорстким технічним вимогам.

					МІ 131.00.1/Б 102/с 005 00-ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		68

4. СПЕЦІАЛЬНИЙ РОЗДІЛ

4.1. Конструктивні особливості фланцевих з'єднань в машинобудуванні

У машинобудуванні фланці відіграють ключову роль як елементи з'єднання трубопроводів, валів, корпусних деталей, елементів насосів, редукторів тощо. Їх конструктивні особливості визначаються умовами експлуатації, способом з'єднання, видом навантажень, типом середовища та необхідною герметичністю з'єднання.

Фланцеві з'єднання є одним із найпоширеніших способів герметичного та розбірного з'єднання трубопроводів, резервуарів, апаратів та інших конструкцій у машинобудуванні, хімічній, нафтохімічній та енергетичній галузях.

Основні конструктивні особливості фланців

1.Геометрична форма:

—Переважно мають форму плоского або фасонного кільця з отвором по центру.

—Оснащуються круговим рядом отворів під кріпильні елементи (болти або шпильки).

2.Типи поверхонь ущільнення:

—Плоска ущільнювальна поверхня (для низького тиску).

—Виступ/впадина (гребінь/канавка)- забезпечує точніше позиціонування ущільнювального елемента.

—Шип-паз, кільцева канавка (для високого тиску та агресивних середовищ).

3.Типи з'єднань:

—Зварні фланці (приварюються до труби або деталі - наприклад, приварні встик або внапусток).

—Різьбові фланці (на нарізному з'єднанні - для розбірних з'єднань).

					МІ 131.00.1/Б 102/с 005 00-ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		69

–Нахідні (вільні) фланці- застосовуються разом із втулкою (зменшення навантаження на сам корпус).

–Цільні фланці- виготовляються разом із корпусною деталлю (наприклад, корпус насоса з фланцевим виходом).

4.Матеріал виготовлення:

–Вуглецева або легована сталь, нержавіюча сталь, латунь, алюміній або пластмаси (залежно від умов експлуатації - тиск, температура, агресивність середовища).

5.Конструктивна жорсткість:

–Посилені ребра або кільцеві виступи можуть застосовуватись для підвищення міцності.

–У важких умовах передбачаються фланці з ущільнювальними металевими кільцями.

6.Стандартизація:

–Конструкція фланців уніфікована відповідно до стандартів (ДСТУ, DIN, ANSI, ISO).

–Це дозволяє забезпечити взаємозамінність і простоту монтажу.

Таблиця 4.1

Конструктивні типи фланців

Тип фланця	Особливості застосування	Тип з'єднання
Приварний встик	Для високого тиску і температур	Зварний
Різьбовий	Для демонтажу і доступу без зварювання	Різьбовий
Глухий (заглушка)	Для перекриття трубопроводу	Болтовий
Вільний на втулці	Для легкого обертання при монтажі	Болтовий + втулка
Цільний з корпусом	Частина литого або кованого виробу	Нероз'ємне

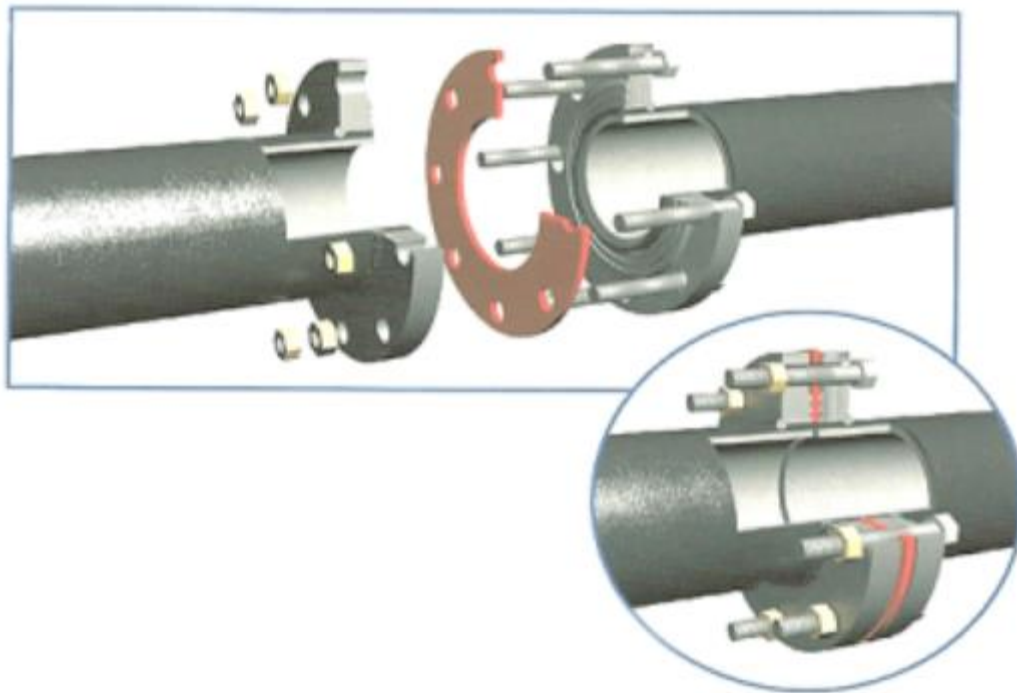


Рис.4.1. Фланцеве з'єднання

Конструктивні особливості фланців забезпечують герметичність, жорсткість, надійність та відповідність стандартам монтажу в системах, де діють тиск, вібрації та термічні навантаження. Вибір конструкції фланця залежить від умов роботи вузла, вимог до міцності, способу збирання та обслуговування.

За конструкцією фланці поділяють на:

- фланці плоскі приварні;
- фланці приварні встик;
- вільні фланці на приварному кільці.

Фланці плоскі приварні і приварні встик можуть бути апаратними і для трубопроводів, а вільні фланці на приварному кільці - тільки для арматури і трубопроводів.

Плоский приварний фланець представляє собою плоске кільце, приварене до краю обичайки або труби (рис.4.2,4.3).

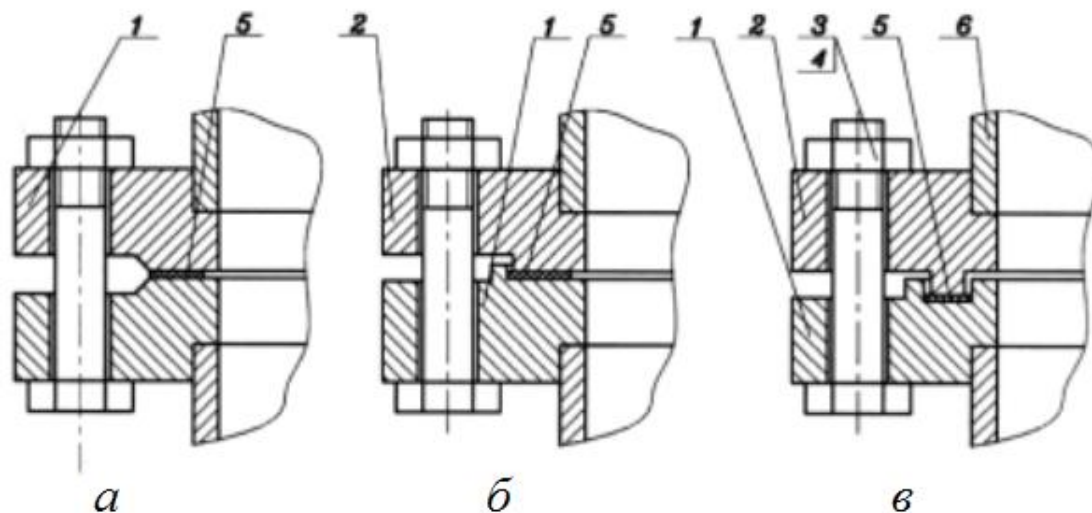


Рис.4.2. Конструкції плоских приварних апаратних фланців:

а – с гладкою поверхнею для ущільнення; б – типу «виступ-впадина»;

в – типу «шип-паз»:

1, 2 – фланці; 3 – болт; 4 – гайка; 5 – прокладка; 6 – втулка (обичайка)

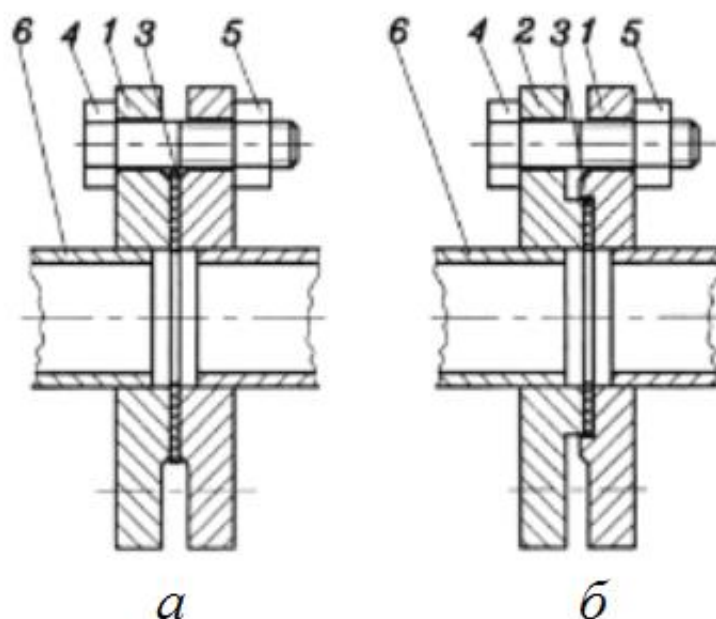


Рис.4.3. Конструкції плоских приварних фланців для арматури и трубопрово-

дів: а – зі з'єднувальним виступом (с гладкою поверхнею для ущільнення); б – типу «виступ-впадина»: 1, 2– фланці; 3 – прокладка;

4 – болт; 5 – гайка; 6 – патрубок

Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата



Рис.4.4. Типи та конструктивне виконання фланців:

а – комірний; б – зварний; в – ковзний; г – тарілчастий; д - перехідний;
е - різьбовий; є - торцевий; ж – подовжений зварний

4.2. Контроль виготовлення фланців

Контроль виготовлення фланців у машинобудуванні - це комплекс заходів, спрямованих на перевірку відповідності геометричних, фізико-механічних та функціональних параметрів фланців технічній документації, стандартам (наприклад, ДСТУ, ГОСТ, ISO, ASME) та вимогам надійності. Якісний контроль гарантує герметичність, безпечну експлуатацію та довговічність фланцевих з'єднань.

Основні етапи контролю виготовлення фланців

1. Вхідний контроль матеріалів:

- Перевірка сертифікатів на матеріал (хімічний склад, марка сталі).
- Візуальна перевірка заготовки: наявність тріщин, раковин, корозії.
- Визначення твердості або інших механічних властивостей (якщо передбачено).

					МІ 131.00.1/Б 102/с 005 00-ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		73

2. Геометричний контроль:

–Контроль габаритних розмірів: зовнішній діаметр, внутрішній діаметр, товщина, діаметр отворів під кріплення.

–Контроль паралельності і перпендикулярності ущільнювальних поверхонь.

–Контроль биття площини фланця щодо отвору або посадки — не більше допустимих відхилень (наприклад, 0,1–0,12 мм).

–Контроль шорсткості ущільнювальної поверхні- згідно з технічними умовами (зазвичай Ra 1.6–3.2 мкм).

3. Контроль точності отворів:

–Перевірка розташування, діаметра та кількості болтових отворів.

–Контроль міжосьової відстані та симетрії по колу.

-Вимірювання за допомогою шаблонів, штангенциркулів, калібрів.

4. Контроль точності посадок і центрів:

-У разі використання фланців з центрувальними виступами або кільцевими канавками, проводиться контроль співвісності та глибини канавок.

5. Контроль форми ущільнювальних поверхонь:

–Плоскість, овальність, торцеве биття (використовують індикатор годинникового типу при обертанні деталі).

–Виявлення мікропошкоджень або рисок на поверхні ущільнення.

6. Випробування на міцність або герметичність (для відповідальних фланців):

–Гідравлічне випробування (випробування тиском).

–Пневматичне випробування (особливо для тонкостінних фланців).

–Неруйнівний контроль– ультразвуковий, капілярний, радіографічний (за вимогою).

7. Маркування та технічна документація:

–Перевіряється наявність маркування: марка сталі, розмір, номер партії.

–Ведеться журнал контролю або паспорт деталі з відмітками про допуск

.

					МІ 131.00.1/Б 102/с 005 00-ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		74

Прилади та засоби контролю

Прилад / засіб	Призначення
Штангенциркуль, мікрометр	Контроль діаметрів і товщини
Індикатор годинникового типу	Перевірка биття і відхилень площин
Шаблони і калібри	Перевірка конфігурації отворів
Установки для гідровипробувань	Перевірка герметичності
Поверхнеміри	Вимірювання шорсткості ущільнювальних площин
Вимірювальні машини (КІМ)	Точний 3D-контроль розмірів

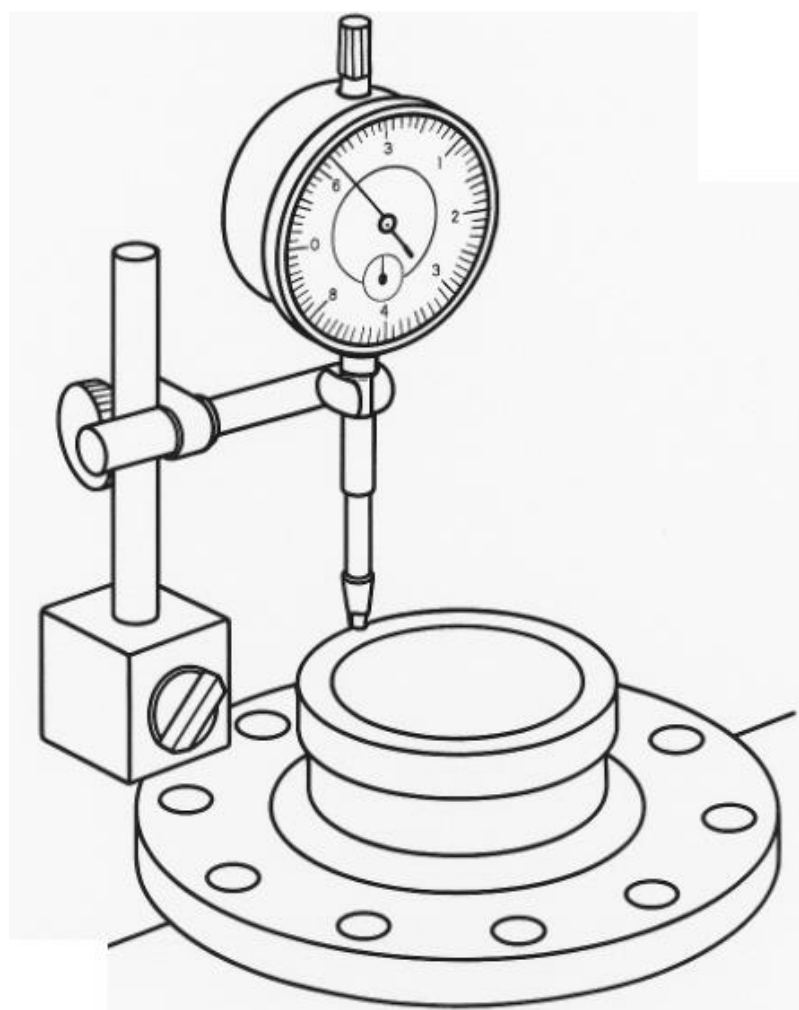


Рис.4.5. Схема контролю при виготовленні фланцю

Контроль виготовлення фланців - це не лише вимірювання геометрії, а повноцінна система забезпечення якості, яка включає вхідний контроль матеріалів, геометричну перевірку, функціональні випробування та оформлення документації. Відповідність фланців стандартам гарантує надійність фланцевого з'єднання в умовах тиску, температури та вібрацій.

Висновки до 4 розділу

У спеціальному розділі висвітлено особливості фланцевих з'єднань у сучасному машинобудуванні, наведено характеристику конструктивних типів фланців і проведено аналіз системи контролю якості при їх виготовленні. Зокрема, розроблено схему контролю радіального биття і допусків на внутрішні канавки згідно з чинними стандартами.

					МІ 131.00.1/Б 102/с 005 00-ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		76

ВИСНОВКИ

У ході виконання кваліфікаційної роботи було комплексно досліджено та технічно обґрунтовано всі етапи виготовлення корпусаз фланцевим з'єднанням- важливої конструктивної деталі, що широко застосовується в машинобудуванні як елемент рознімного з'єднання.

У **загально-технічному розділі** було детально проаналізовано службове призначення та конструктивні особливості корпуса. Проведено оцінку технологічності конструкції, визначено тип виробництва як серійне на основі річної програми випуску, що становить 6500шт. Ретельно вивчено базовий технологічний процес, виявлено резерви для підвищення його ефективності.

У **технологічному розділі** було виконано вибір конструкції заготовки та способу її отримання (лиття або обробка із прокату), розроблено раціональний маршрут виготовлення із розрахунком загальних і міжопераційних припусків. Запропоновано ефективні режими різання та способи нормування часу на виконання кожної технологічної операції. Ретельно підібрано верстатне обладнання, інструмент та оснащення, що відповідають умовам серійного виробництва та вимогам до точності й продуктивності.

У **конструкторському розділі** розроблено спеціальний верстатний пристрій для базування та закріплення корпуса під час фрезерної обробки, що забезпечує точне положення заготовки та мінімізацію похибок. Крім того, спроектовано спеціальний різальний інструмент і засоби технічного контролю, які дозволяють забезпечити відповідність виготовлених виробів жорстким технічним вимогам.

У **спеціальному розділі** висвітлено особливості фланцевих з'єднань у сучасному машинобудуванні, наведено характеристику конструктивних типів фланців і проведено аналіз системи контролю якості при їх виготовленні. Зокрема, розроблено схему контролю радіального биття і допусків на внутрішні канавки згідно з чинними стандартами.

					МІ 131.00.1/Б 102/с 005 00-ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		77

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Боженко Л.І. Технологія машинобудування. Проектування та виробництво заготовок: Підручник. – Львів.: Світ, 1996. – 368 с.
2. Василюк Г.Д., Лещенко М.І., Мельничук П.П. Технологія обробки глибоких отворів циліндрів: Навчальний посібник. – Житомир.: ЖІТІ, 2000. – 276 с.
3. Довідник технолога–машинобудівника. У 2–х т. / За ред. А.Г. Косилової та Р.К. Мещерякова. – 4–те вид., Перероб. та дод. – М.: Машинобудування, 1985. – Т1 – 656 с., Т2 – 496 с.
4. Кирилович В.А., Сніцар В.Є., Юмашев В.Є. Технологія автоматизованого виробництва. Випуск 2. Навчально-методичний посібник. – Житомир.: ЖІТІ, 2001. – 276 с.
5. Мельничук П.П., Боровик А.І., Лінчевський П.А. Технологія машинобудування: Підручник. – Житомир.: ЖДТУ, 2005. – 924 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. Мікульонок І. О. Конструювання фланцевих з'єднань сталених посудин та апаратів. Київ : ІЗМН, 1997. 152 с.
9. Мікульонок І. О. Виготовлення, монтаж та експлуатація обладнання хімічних виробництв. Київ: НТУУ «КПІ», 2012. 419 с.
10. Mikulionok I. O. Design of Flange Connections of Chemical Production Equipment (Review of Patents) // Chemical and Petroleum Engineering. 2020. Vol. 56, N 1–2. P. 74–81. DOI: 10.1007/s10556-021-00883-3
11. 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

					МІ 131.00.1/Б 102/с 005 00-ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		78

“Металорізальні верстати і системи”, 7.092501 “Автоматизоване управління технологічними процесами і виробництвами” / Під заг. ред. В.А. Кириловича. – Житомир: ЖІТІ, 2001.– 600 с.

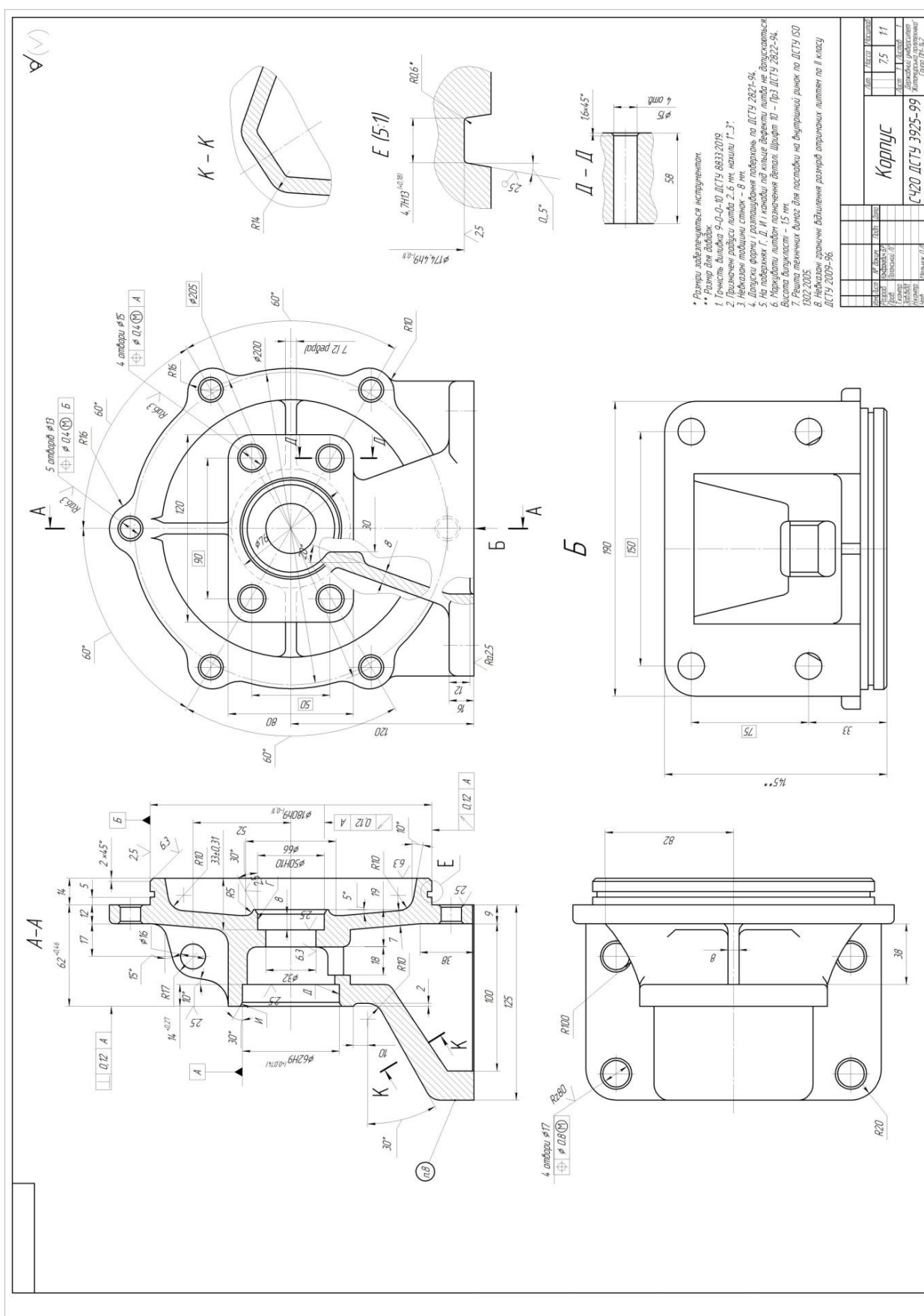
12.ДСТУ 12820:2008 Фланці сталеві плоскі приварні на Ру від 0,1 до 2,5 МПа (від 1 до 25 кгс/см²). Конструкція і розміри. URL: http://online.budstandart.com/ua/catalog/doc-page?id_doc=51119

13.ДСТУ 12821:2008 Фланці сталеві приварні встик на Ру від 0,1 до 20,0 МПа (від 1 до 200 кгс/см²). Конструкція і розміри. URL: http://online.budstandart.com/ua/catalog/doc-page.html?id_doc=5637

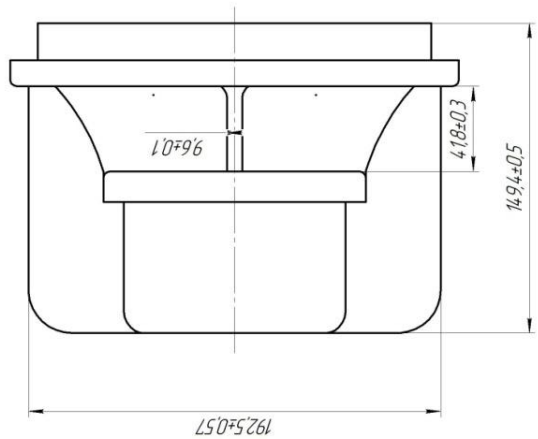
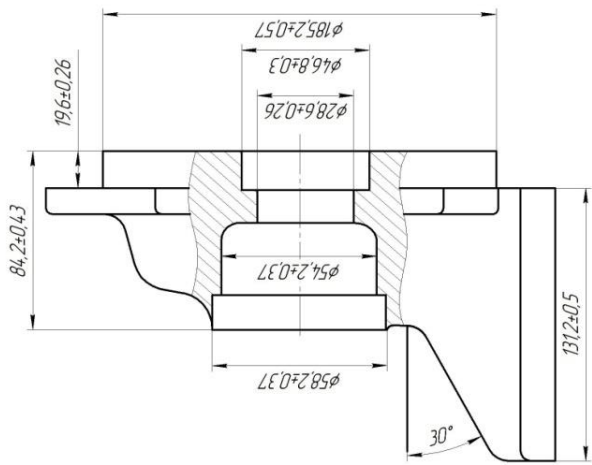
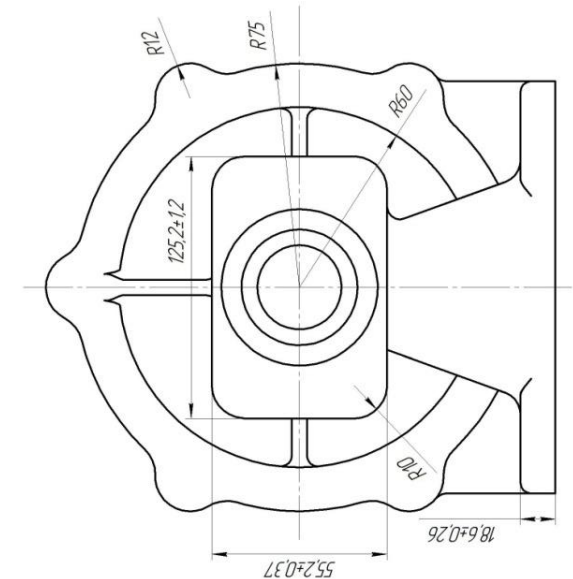
					МІ 131.00.1/Б 102/с 005 00-ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		79

ДОДАТКИ

					МІ 131.00.1/Б 102/с 005 00-ПЗ	Арк.
						80
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

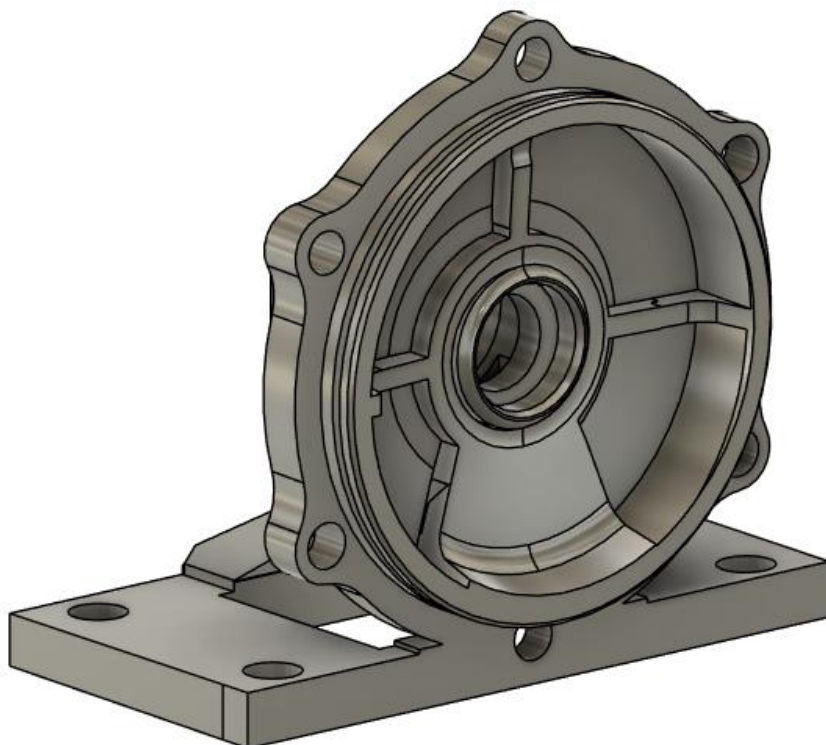
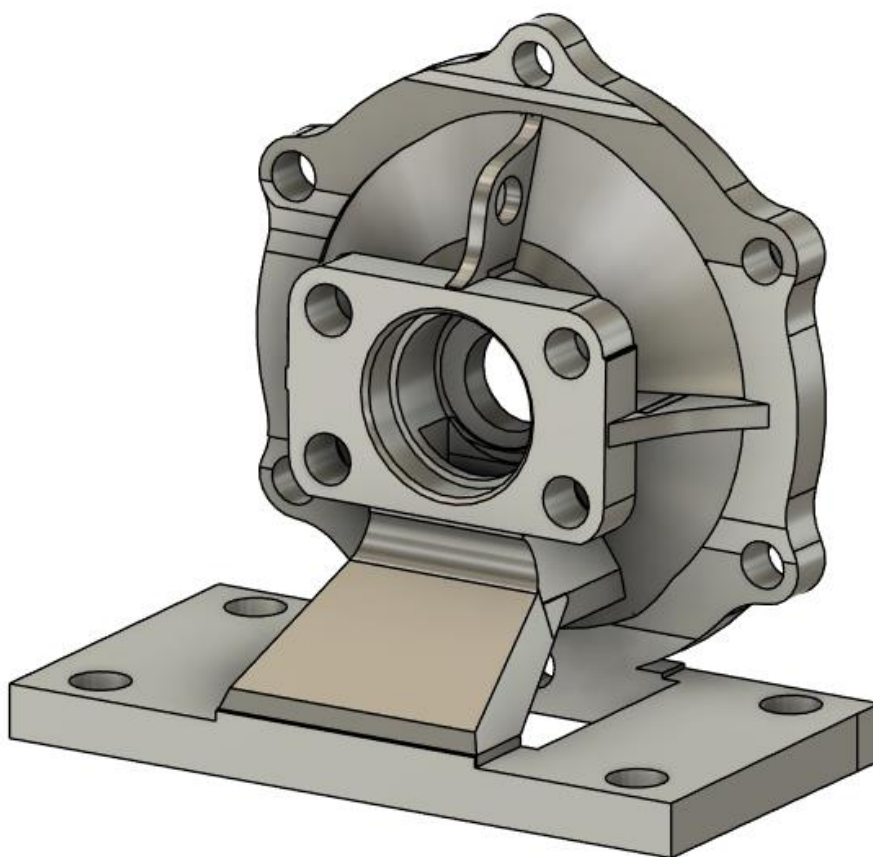


1/1

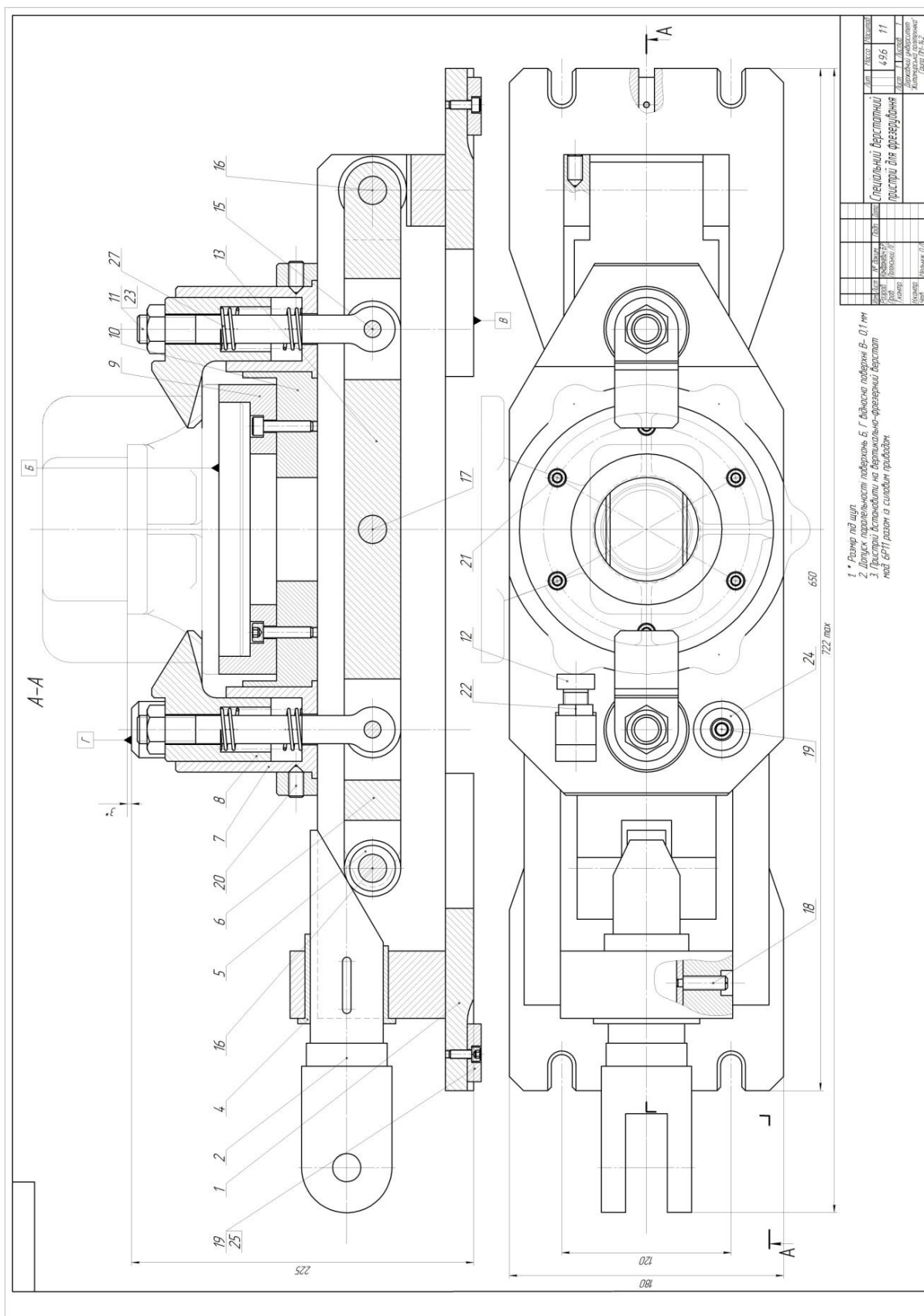


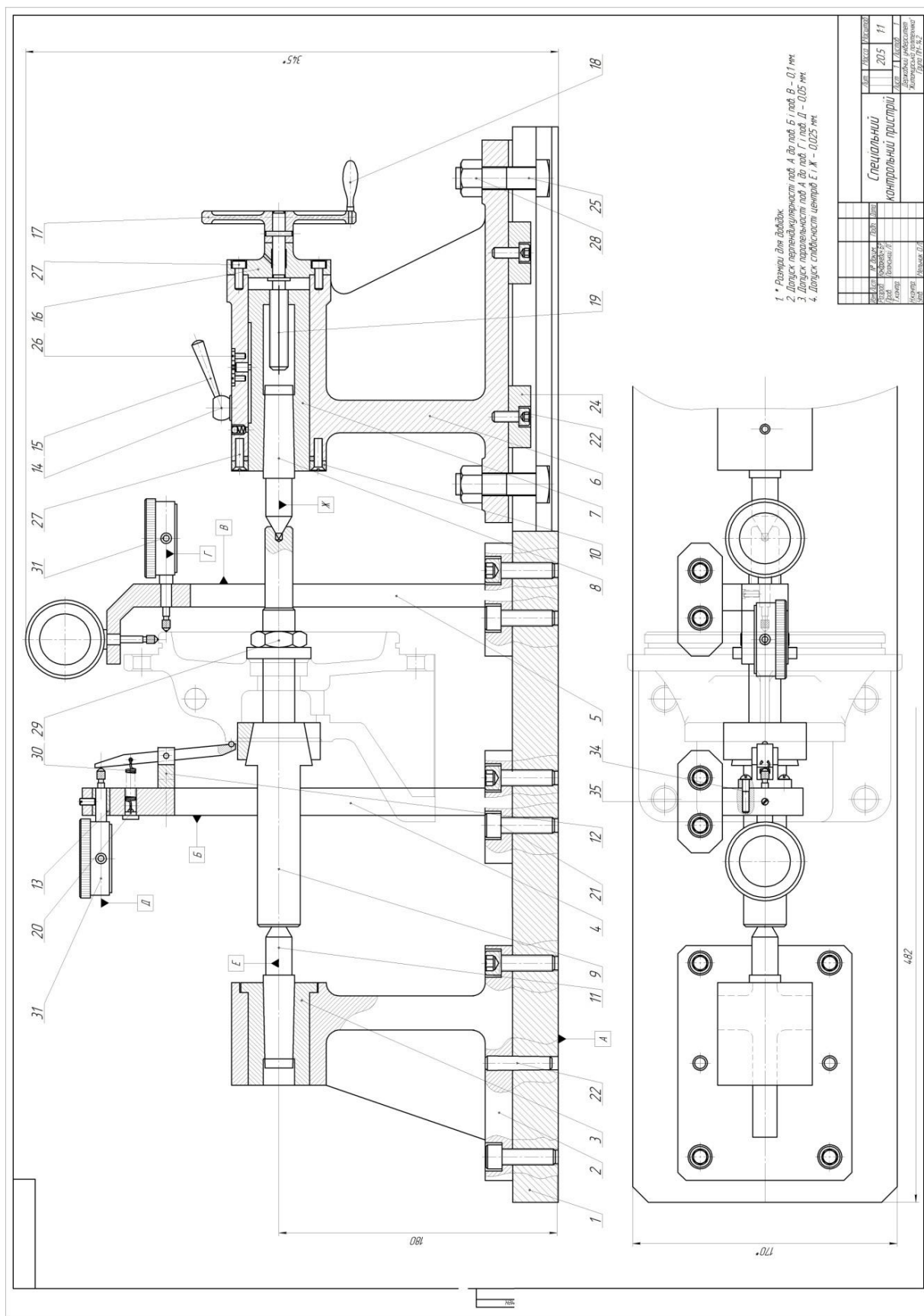
- 1. НВ 163...229.
- 2. Неказані либарні нахили 1...3°.
- 3. Неказані либарні радыусы 3...5 мм.
- 4. Неказані зрачунныя адхіленні размяркі атрыманых літцям па II класу ДСТУ 2009-96.
- 5. Змяшчэння па лініі раззнімання фармы дазваляюцца да 0,4 мм.
- 6. Точністэ відлідка 9-0-0-10 ДСТУ 8833-2019.
- 7. Вага 7,5-0,6-0,2-8,3 ДСТУ 8833-2019.

--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--



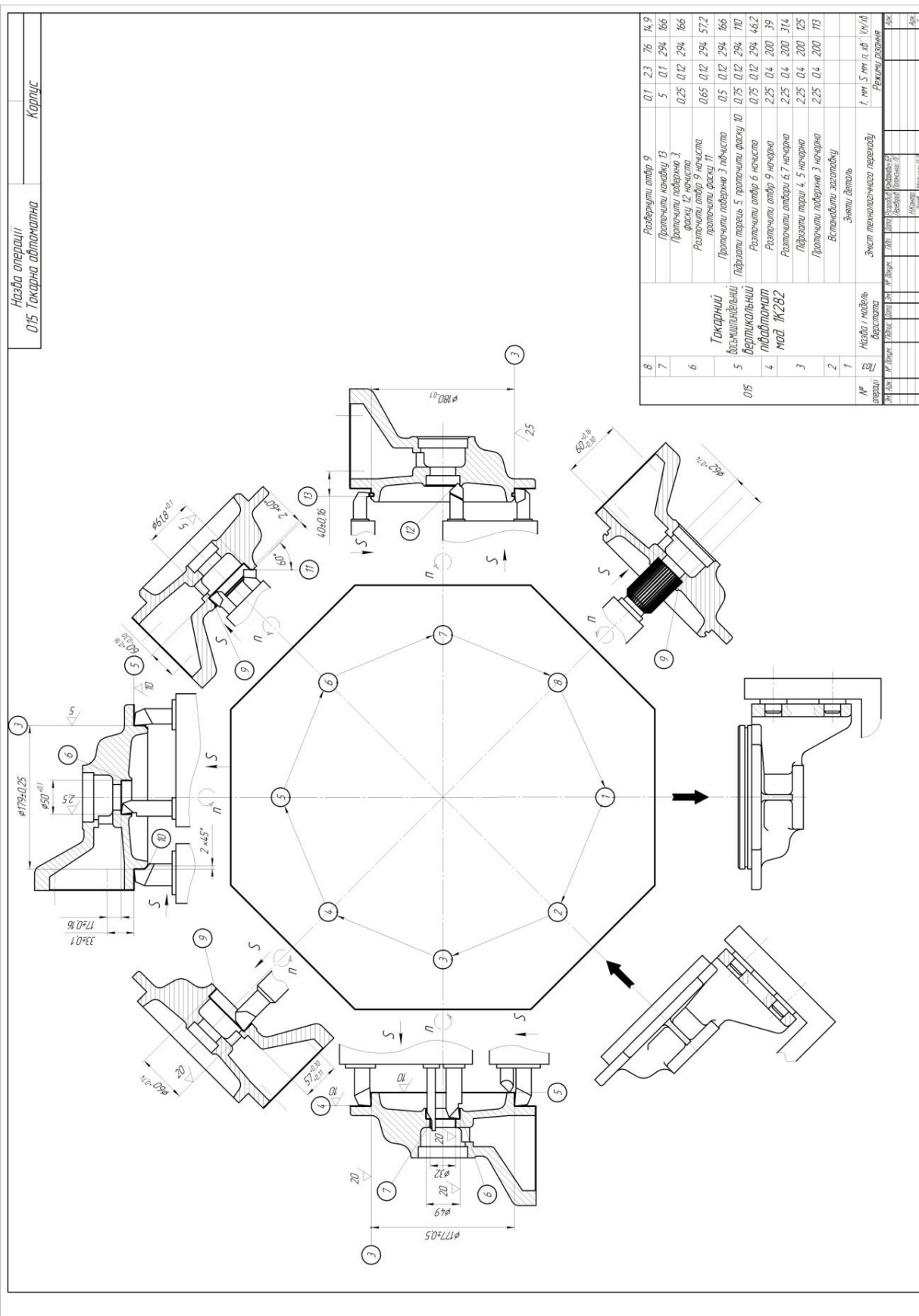
[illegible]





[illegible]

[illegible]



[illegible]

Додаток І

[illegible][illegible]

Додаток І

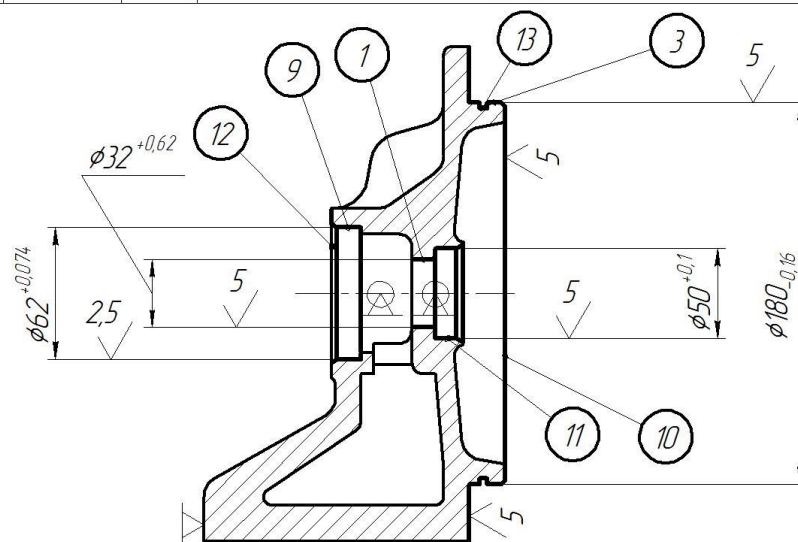
ГОСТ 3.1404-86 форма 3									
Дубл.									
Взам.									
Ориг.									
								1	1
Розроб.									
Перевірів									
				МЗК 06.101		01142		60141	
Н.контр.				Корпус					005
Назва операції		Матеріал		Твердість	ЕВ	МД	Профіль і розміри		МЗ
Вертикально-фрезерна		СЧ 20		250	к2	7,5	Виливок		8,32
Обладнання, пристрій ЧПК		Позначення програми		То	Тв	Тпз	Тшт.	МОР	
6Р11				1,03	1,01	17	2,24		
Р		Пі	Д або В	L	t	i	S	n	V
01	Фрезерувати поверхню 1								
02	Фреза 2214-0157 ВКЗ ГОСТ 9473-80; оправка 6222-0039 ГОСТ 13785-78, ШЦ 1-125-01 ГОСТ 166-89								
03		1	160	240	3	1	300	315	198
04									
05									
06									
07									
08									
09									
10									
11									
12									
13									
OK		Операційна карта							1
Дубл.									
Взам.									
Ориг.									
								2	1
Розроб.									
Перевірів									
				МЗК 06.101		01142		60141	
Н.контр.				Корпус					010
Назва операції		Матеріал		Твердість	ЕВ	МД	Профіль і розміри		МЗ
Вертикально-свердлильна		СЧ 20		160	к2	7,5	Виливок		8,2
Обладнання, пристрій ЧПК		Позначення програми		То	Тв	Тпз	Тшт.	МОР	
Вертикально-фрезерний верстат 2Н135				0,84	0,86	12	1,84		
Р		Пі	Д або В	L	t	i	S	n	V
01	Свердлити 2 отвори 2, свердлити та розвернути 2 отвори 3 одночасно								
02	Свердло 2301-0057 ГОСТ 22736-77, свердло-розсертка d=16,8 - 17 Р6М5, втулка 6100-0203, ШЦ 1-125-01 ГОСТ 166-89								
03		1	17	23	8,5	1	0,2	250	14
04									
05									
06									
07									
08									
09									
10									
11									
12									
13									
OK		Операційна карта							2

[illegible]

[illegible]

[illegible]

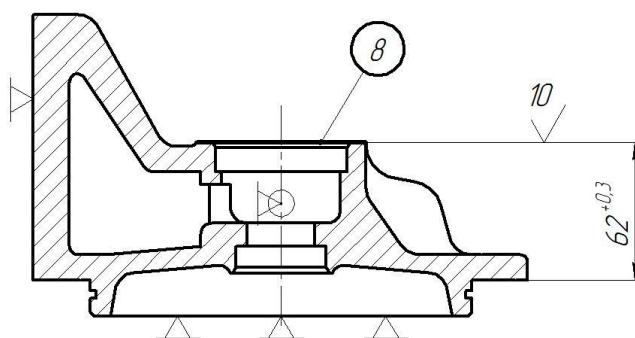
<i>Разработ.</i>								
<i>Перев.</i>					MЗК 06.101	011042		
<i>Н. контр.</i>					Корпус			015



KE

[illegible]

<i>Разреш.</i>								
<i>Перев.</i>					MЗК 06.101	011042		
<i>Н. контр.</i>					Копиус			020

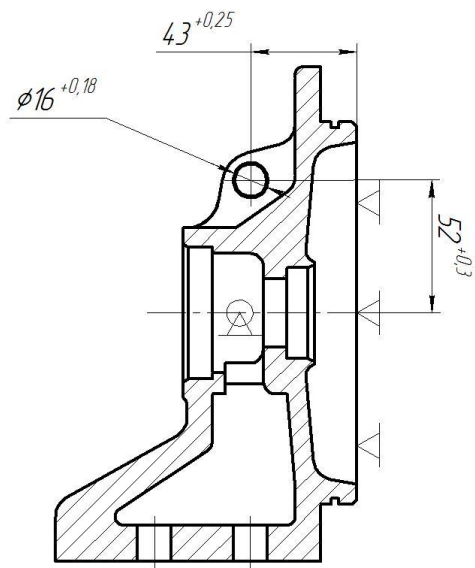


KE

Дубл.			
Взам.			
Оригін.			

--	--	--	--	--	--

Разроб.					МЗК 06.101	011042		
Перев.								
					Карпус			035
Н. контр.								



KE

Додаток К

Формат	Зона	Поз.	Обозначение	Наименование	Кол.	Примечание
				<u>Документация</u>		
				<u>Складальне креслення</u>		
				<u>Детали</u>		
		1		Плита	1	
		2		Стойка	1	
		3		Втулка	1	
		4		Стойка	1	
		5		Стойка	1	
		6		Корпус	1	
		7		Гильза	1	
		8		Центр	1	
		9		Вал	1	
		10		Втулка	1	
		11		Центр	1	
		12		Кронштейн	1	
		13		Втулка	1	
		14		Фланець	1	
		15		Рукоятка	1	
		16		Втулка	1	
		17		Маховик	1	
		18		Рукоятка	1	
		19		Гвинт	1	
		20		Опора	1	
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата	Спеціальний контрольний пристрій	
Разраб.						
Пров.						
Н.контр.						
Утв.						
					Лит.	Лист
						1
						2

Додаток Л

Формат	Зона	Поз.	ПОЗНАЧЕННЯ	НАЗВА	Кільк.	Прим.
				<u>Документація</u>		
A1				Складальне креслення		
				<u>Складальні одиниці</u>		
A4		1		Корпус	1	
A4		1		Штовхач	1	
				<u>Деталі</u>		
A4		4		Втулка	1	
A4		5		Ролик	2	
A4		6		Важіль	1	
A4		7		Втулка	2	
A4		8		Втулка	1	
A4		9		Пластина	1	
A4		10		Гвинт	2	
A4		11		Упор	1	
A4		12		Важіль	1	

Формат	Зона	Поз.	ПОЗНАЧЕННЯ	НАЗВА	Кільк.	Прим.
				<u>Стандартні вироби</u>		
				<u>Осі ДСТУ 9650-96</u>		
		13		616h11×65,45,40 <u>ОКС</u>	2	
		14		620h11×50,45,40 <u>ОКС</u>	2	
		15		620h11×65,45,40 <u>ОКС</u>	1	
		16		Гвинт М8-8g×20.5805		
				<u>ДСТУ 1478-95</u>	1	
		17		Гвинт М6-8g×16.5805		
				<u>ДСТУ 1478-95</u>	2	
		18		Гвинт М10×16.48		
				<u>ДСТУ 1776-95</u>	2	
		19		Гвинт М8×30-8g		
				<u>ДСТУ 1775-75</u>	6	
		20		Гайка М18.5		
				<u>ДСТУ 5927-98</u>	1	
		21		Гайка М20.5		
				<u>ДСТУ 5927-98</u>	4	
		22		Установ 7052-0002		
				<u>ДСТУ 13443-98</u>	1	
		23		Шпонка 7031-0607		
				<u>ДСТУ 14737-99</u>	2	

[illegible]