

БАКАЛАВРСЬКА РОБОТА

БР.ПМ-52.00.000 ПЗ

Група ПМ-21-1

ЧЕРКОВСЬКИЙ Арсен

Романович

2025

**Івано-Франківський національний технічний університет  
нафти і газу**

Інститут інженерної механіки та робототехніки  
Кафедра Комп'ютеризованого машинобудування

Черковський Арсен Романович  
(прізвище, ім'я, по батькові)

УДК 621.9  
(індекс)

**БАКАЛАВРСЬКА РОБОТА**

Розроблення технологічного процесу виготовлення деталі “Корпус калібратора  
12-КСИ2159 СТК”

(назва роботи)

ОПП «Прикладна механіка»  
(назва освітньої програми)

131 – Прикладна механіка  
(шифр і назва спеціальності)

А. Р. Черковський

(підпис, ініціали та прізвище здобувача освітнього ступеня)

Науковий керівник

Присяжнюк Павло Миколайович, д.т.н., доц.  
(підпис, прізвище, ім'я, по батькові, науковий ступінь, вчене звання)

**Допущено до захисту**

Завідувач кафедри КМВ

професор \_\_\_\_\_ В. Г. Панчук  
(посада) (підпис) (дата) (ініціали та прізвище)

Рецензент

\_\_\_\_\_  
(посада) (підпис) (дата) (ініціали та прізвище)

Робота містить результати власних розробок. Використання ідей, результатів і текстів інших авторів мають право посилання на відповідне джерело.

м. Івано-Франківськ – 2025 рік

## РЕФЕРАТ

### кваліфікаційної бакалаврської роботи на тему: «РОЗРОБЛЕННЯ ТЕХНОЛОГІЧНОГО ПРОЦЕСУ ВИГОТОВЛЕННЯ ДЕТАЛІ “КОРПУС КАЛІБРАТОРА 12-КСИ2159 СТК”»

Розрахунково-пояснювальна записка: \_\_\_ сторінок, \_\_\_ рисунків, \_\_\_ таблиць, 8 посилань, \_\_\_ аркушів формату А4 додатків.

Графічна частина: 3 аркуші формату А1, 1 аркуш формату А2, 2 аркуші формату А3.

Об’єкт дослідження – технологічний процес механічної обробки.

Предмет дослідження – деталь “Корпус калібратора 12-КСИ2159 СТК”.

Мета роботи – розробити технологічний процес механічної обробки корпусу калібратора 12-КСИ215,9СТК, який дозволить виготовити деталь в умовах середньосерійного виробництва з мінімальними затратами , а також розробити конструкцію спеціального верстатного пристрою для фрезерування та пристрою для контрольної операції.

Відповідно до поставленої мети у роботі проведено детальний аналіз конструкції деталі , методу отримання заготовки та базового маршруту механічної обробки. На основі результатів проведеного аналізу та рекомендацій розроблено раціональний маршрут механічної обробки калібратора для умов заданого типу виробництва. Обґрунтовано спосіб одержання заготовки у вигляді поковки , розраховано припуски , розраховано режими різання та нормування операцій. Для встановлення і закріплення калібратора на механообробних операціях спроектовано кілька верстатних пристроїв, зокрема цанговий патрон з пневмоприводом для свердління та пристрій для фрезерування гвинтових канавок. Спроектовано також спеціальний пристрій для контролю радіального биття. В додатках наведено комплект технологічної документації.

Результати роботи можуть бути використані в машинобудівній галузі та на ремонтних підприємствах.

Ключові слова: калібратор, заготовка, технологічний процес, припуски, режими різання, операція, інструмент, пристрій, верстат.

Студент Черковський А. Р.

## ABSTRACT

"DEVELOPMENT OF THE TECHNOLOGICAL PROCESS FOR MANUFACTURING THE PART 'CALIBRATOR BODY 12-KSI2159 STK'"

Explanatory note: \_\_\_ pages, \_\_\_ figures, \_\_\_ tables, 8 references, \_\_\_ A4 sheets of appendices. Graphical part: 3 sheets of A1 format, 1 sheet of A2 format, 2 sheets of A3 format.

The object of the research is the technological process of machining.

The subject of the research is the part "Calibrator Body 12-KSI2159 STK".

The purpose of the work is to develop a technological process for machining the calibrator body 12-KSI215.9STK, which will allow manufacturing the part under the conditions of medium-series production with minimal costs, and also to design a special machine tool fixture for the milling operation and a device for the control operation.

In accordance with the set goal, a detailed analysis of the part's design, the method of obtaining the workpiece, and the basic machining route was carried out in the work. Based on the results of the analysis and recommendations, a rational machining route for the calibrator was developed for the conditions of the given production type. The method of obtaining the workpiece in the form of a forging has been substantiated, allowances have been calculated, cutting modes have been calculated, and operation normalization has been performed. Several machine tool fixtures have been designed for installing and securing the calibrator during machining operations, in particular, a collet chuck with a pneumatic drive for drilling and a device for milling helical grooves. A special device for controlling radial runout has also been designed. A set of technological documentation is provided in the appendices. The results of the work can be used in the machine-building industry and at repair enterprises.

Keywords: calibrator, workpiece, technological process, allowances, cutting modes, operation, tool, fixture, machine tool.

Student A. R. Cherkovskyi

**Івано-Франківський національний технічний університет нафти і газу**

(повне найменування закладу вищої освіти)

Інститут інженерної механіки та робототехніки

Кафедра комп'ютеризованого машинобудування

Освітній рівень – бакалавр

Спеціальність 131 – Прикладна механіка

(шифр і назва)

**ЗАТВЕРДЖУЮ**

**Завідувач кафедри**

В. Г. Панчук

“ \_\_\_ ” \_\_\_\_\_ 2025 року

**ЗАВДАННЯ  
НА БАКАЛАВРСЬКУ РОБОТУ**

Черковський Арсен Романович

(прізвище, ім'я, по батькові)

1. Тема роботи : Розроблення технологічного процесу виготовлення деталі “Корпус калібратора 12-КСИ2159 СТК”

Керівник роботи

Присяжнюк Павло Миколайович, д.т.н., доц.

(прізвище, ім'я, по батькові, науковий ступень, вчене звання)

затверджені наказом закладу вищої освіти від “ \_\_\_ ” \_\_\_\_\_ 2025 року № \_\_\_\_\_

2. Термін подання студентом роботи 20.06.2025 р.

3. Вихідні дані до проекту (роботи) Креслення деталі. Тип виробництва – середьосерійний.

4. Зміст розрахунково-пояснювальної записки (перелік питань, що їх належить розробити)

1) Конструкторсько-технологічний аналіз.

2) Проектування технології виготовлення деталі.

3) Проектування технологічного оснащення.

4) Створення керуючої програми для обробки на верстаті з ЧПК.

5. Перелік графічного матеріалу (з точним зазначенням обов'язкових креслень):

5.1. Карти технологічного налагодження (формат А1, 1 лист).

5.2. Патрон цанговий (формат А1, 1 лист).

5.3. Патрон трикулачковий (формат А1, 1 лист).

5.4. Задня бабка (формат А1, 1 лист).

5.5. Пристрій для вимірювання радіального биття (формат А1, 1 лист).

6. Консультанти розділів роботи

Розділ	Прізвище, ініціали та посада консультанта	Підпис, дата	
		Завдання видав	Завдання прийняв
1-5	Присяжнюк Павло Миколайович, д.т.н., доц.		

7. Дата видачі завдання \_\_\_\_\_ 2025 р.

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

№ з/п	Назва етапів бакалаврської роботи	Термін виконання етапів роботи	Примітка
1	Конструкторсько-технологічний аналіз	23.05.2025	
2	Проектування технології виготовлення деталі	26.05.2025	
3	Проектування технологічного оснащення	07.06.2025	
4	Створення керуючої програми для обробки на верстаті з ЧПК	06.06.2025	
5	Пояснювальна записка	14.06.2025	
6	Графічна частина	15.06.2025	

Студент

\_\_\_\_\_ (підпис)

Черковський А.Р.  
(прізвище та ініціали)

Керівник роботи

\_\_\_\_\_ (підпис)

Присяжнюк П.М.  
(прізвище та ініціали)

# Зміст

<b>Вступ .....</b>	<b>5</b>
<b>1 Конструкторсько-технологічний аналіз.....</b>	<b>6</b>
1.1. Аналіз призначення і конструкції деталі .....	6
1.2. Аналіз технологічності деталі .....	10
1.3. Визначення організаційних умов виробництва .....	12
1.4. Аналіз базового технологічного процесу виготовлення деталі .....	14
<b>2 Проектування технології виготовлення деталі .....</b>	<b>18</b>
2.1. Вибір заготовки .....	18
2.2. Вибір маршруту і операцій обробки деталі .....	19
2.3. Визначення міжопераційних припусків і розмірів обробки .....	23
2.4. Визначення режимів різання .....	27
2.5. Нормування технологічної операції .....	34
2.6. Техніко-економічні показники розробленого технологічного процесу.....	35
<b>3 Проектування технологічної оснастки .....</b>	<b>37</b>
3.1. Розробка верстатного пристрою на операцію 030.....	37
3.2. Розробка верстатного пристрою на операцію 070.....	40
3.3 Розробка верстатного пристрою на операцію 090.....	44
3.4 Розрахунок контрольного пристрою.....	48
<b>4 Створення керуючої програми для обробки на верстаті із ЧПК.49</b>	
<b>Перелік літературних джерел .....</b>	<b>53</b>

Змн.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата				
Розроб.		Черковський			ПОЯСНЮВАЛЬНА ЗАПИСКА	Літ.	Аркуш	Акрушів
Перевір.		Присяжнюк					4	52
Реценз.						ІФНТУНГ гр. ПМ-21-1		
Н. Контр.								
Затверд.		Панчук						

## Вступ

В умовах повномасштабної агресії та курсу на європейську інтеграцію машинобудівна галузь України проходить етап докорінної трансформації, перетворюючись на стратегічний фундамент обороноздатності та майбутньої відбудови держави.

Економічна стійкість та розвиток неможливі без глибокої технологічної модернізації, що базується на принципах ринкової економіки. Жорстка конкуренція та нові виклики, зокрема потреби оборонно-промислового комплексу (ОПК), змушують промисловість не просто підвищувати якість. Водночас основою для залучення інвестицій та інновацій залишається модель соціально-орієнтованої ринкової економіки, де вільна конкуренція є рушієм прогресу. Проте в сьогоденних реаліях ринок потребує чіткої та стратегічної ролі держави. Завдання полягає у пошуку ефективного балансу: держава має виступати не лише регулятором, а й стратегічним замовником в оборонній сфері, створювати умови для локалізації виробництв та стимулювати трансфер технологій. Йдеться про створення симбіозу, де державні інтереси безпеки посилюються динамізмом приватного бізнесу, що є запорукою не лише стійкості під час війни, а й успішного повоєнного відновлення України як повноправної частини європейського економічного простору.

						Арк.
						5
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

# 1 Конструкторсько-технологічний аналіз

## 1.1. Аналіз призначення і конструкції деталі

Корпус калібратора 12-КСИ215,9СТК призначений для встановлення на його поверхні зубів із твердого сплаву марки ВК. Зуби кріпляться в спеціально виготовлених отворах за допомогою пайки генератором ТВЧ-ПАЗ-67В.

Сам калібратор відноситься до бурового інструменту і використовується для зачистки, тобто калібрування отворів. В процесі буріння свердловин долото спрацьовується, а отже діаметр свердловин зменшується. Тому для запобігання заклинювання і поломки наступного долота використовується проміжна операція – калібрування, за допомогою даного калібратора.

Основними робочими поверхнями, які безпосередньо приймають участь в зачищенні отворів є поверхні зубів. Тому до корпусу калібратора в цілому не ставляться високі вимоги до точності виготовлення і якості поверхонь.

Вищі вимоги при виготовленні корпусу калібратора до точності ставляться до зовнішньої поверхні  $\varnothing 215,7_{-0,3}$ , шорсткість якої Rz40 і до поверхонь отворів на зовнішній поверхні калібратора, які призначені для встановлення зубців, шорсткість яких Rz40. На зовнішній поверхні корпусу вифрезеровані три гвинтові канавки які призначені для видалення знятого шару ґрунту із зони обробки. Загальна довжина корпусу калібратора  $L=480_{-3}^{+10}$ . Робоча довжина калібратора  $l=360\pm 2$ . Найбільш якісною поверхнею корпусу калібратора є поверхня торця калібратора, шорсткість якої Rz20. Така якість поверхні необхідна для забезпечення щільного і якісного з'єднання труби з калібратором. Важливим елементом корпусу калібратора є замкова різьба, яка виготовляється по ДСТУ20592-75. Замкова різьба призначена для з'єднання калібратора з бурильною трубою. Вона повинна забезпечувати швидке розгвинчування і згвинчування труб при спуску - підйомних операціях. Для цього замкова різьба виконуються конічною з крупним кроком  $P=3\text{мм}$ , і плоскорізаним профілем. Замкова різьба відноситься до різьб упорного типу і повинна забезпечувати герметичність з'єднання, зносостійкість, відсутність заклинювань під час згвинчування.

Матеріал з якого виготовляється корпус калібратора легована сталь 40ХН ГОСТ4543-71.

						Арк.
						6
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Таблиця 1.1 Хімічний склад і механічні властивості матеріалу.

Вміст елементів 6%					Границя міцності $\sigma_B$ КГ/ММ <sup>2</sup>	Твердість по Брінелю (НВ)
Вуглець (С)	Кремній (Si)	Марганець (Mn)	Хром (Cr)	Нікель (Ni)		
0,36-0,44	0,17-0,37	0,5-0,8	0,45-0,75	1-1,4	100	207

Кожна деталь при сучасному рівні машинобудівного виробництва повинна задовольнятися як вимогам службово-експлуатаційного характеру, так і виробничим вимогам, обумовленими можливістю застосування високопродуктивних і рентабельних технологічних процесів з врахуванням конкретних умов та об'єму виробництва. Все це повинно задовольнятися при розробці технологічності конструкції деталі.

Кожна деталь повинна виготовлятися з мінімальними трудовими і матеріальними затратами. Ці затрати можна скоротити правильно вибравши варіант технологічного процесу, його оснащення, механізацію, автоматизацію, застосувавши оптимальні режими обробки і проведення підготовки виробництва.

Деталь прийнято називати технологічною, якщо вона дозволяє в повній мірі використовувати всі можливості і особливості найбільш економічного технологічного процесу, що забезпечує її якість необхідному характерному випуску.

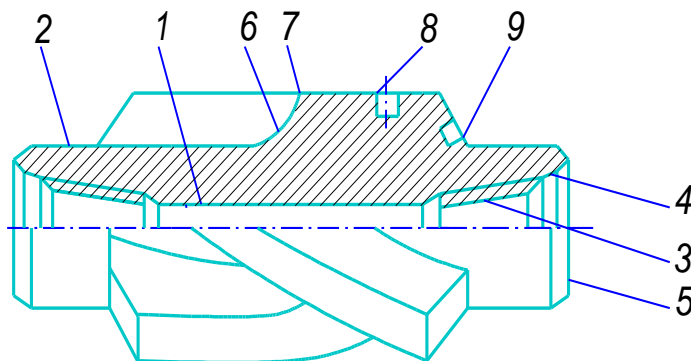


Рисунок 1.1– Ескіз деталі

Дана деталь відноситься до класу корпусів і виготовляється із

№ поверх.	Конструкція поверхні	Розміри мм,	Квалітет точності, допуск Т, мм.	Шорсткість.
1	2	3	4	6
1	Циліндрична внутрішня поверхня	Ø 80	TD=6000 16 кв.т.	Rz 80
2	Зовнішня циліндрична поверхня	Ø10.2	T=0.46	Rz80
3	Внутрішня конічна різьба, призначена для з'єднання калібратора із трубою	3-117 ГОСТ 20692-75		
4	Внутрішня конічна поверхня	Ø 119	TD=1200 14 кв.т.	Rz=80
5	Плоскі поверхні торців, для з'єднання калібратора із трубою	L=480	TD=13000	Rz=20
6	Поверхні гвинтових канавок, призначені для виносу породи	Ø 146	TD=250 11 кв.т.	Rz 80
7	Зовнішня циліндрична поверхня, призначена для направлення калібратора в свердловині	Ø 215,7	TD=300 11 кв.т.	Rz 40
8	Циліндрична внутрішня поверхня, призначена для встановлення зубців	Ø 12,2	TD=200 12 кв.т.	Rz 40
9	Циліндрична внутрішня поверхня, призначена для встановлення зубців	Ø 12,07	TD=200 12 кв.т.	Rz 40

конструкційної легованої сталі 40ХН.

Заготовка, яка запропонована заводським технологічним процесом представляє собою круглий прокат. Тому всі елементи деталі отримуються шляхом механічної обробки.

З точки зору технологічності виготовлення деталі вона має наступні недоліки. Через великі габарити і масу заготовки отвір Ø 80±3 отримують з двох установок. Аналогічним чином отримують торці деталі, зовнішню шийку діаметром Ø 146, отвори під замкову різьбу і саму замкову різьбу 3-117 ДСТУ 20692-75 на довжині L=124Н16 тільки з двох установок. Це призводить до виникнення ряду похибок при обробці. Значні труднощі викликають також обробка отворів для встановлення зубців, так як вони розміщені близько один відносно другого і розміщені на циліндричній і конічній частині, то їхня одночасна обробка на багатошпиндельних верстатах неможлива. Ці отвори можна отримати тільки поштучно з певним розміщенням деталі.

					Арк.
					8
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	

Виключаючи дані недоліки в іншому деталь є досить технологічна і відповідає наступним основним вимогам:

- елементи деталі є правильної геометричної форми, що дає можливість її повної обробки від постійної бази;
- підвід і відвід різального інструменту по всіх елементах конфігурації деталі не ускладнений;
- конструкція деталі забезпечує можливість обробки поверхонь з мінімальними числами проходів.

						Арк.
						9
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

## 1.2 Аналіз технологічності деталі.

Згідно базового технологічного процесу заготовка для виготовлення корпусу калібратора являє собою круглий прокат  $\varnothing 230$  довжиною  $487^{+5,0}$  мм. При даному виді заготовки значна кількість металу в процесі виготовлення корпусу калібратора відійде в стружку. Тому при виборі заготовки завжди намагаються прийняти заготовку, яка б по своїй формі і розмірах була найбільш наближена до форми і розмірів готової деталі.

В даному випадку методом, яким можна було б наблизити форму заготовки до форми деталі є отримання заготовки поковки на кривошипних гарячекатаних пресах.

Отже для того, щоб визначити який метод отримання заготовки буде оптимальнішим з точки зору використання матеріалу, а також по собівартості отримання заготовки проведемо попередні розрахунки для двох варіантів заготовки проведемо попередні розрахунки для двох варіантів заготовки проведемо попередні розрахунки для двох варіантів заготовок: круглого прокату і поковки.

I варіант

Коефіцієнт використання матеріалу визначаємо за формулою:

$$K = \frac{G_d}{G_z} \quad (1.1)$$

де  $G_d = 58,3$  кг. - вага деталі;

$G_z$  - вага заготовки, кг.;

$$G_z = V \cdot \rho, \quad (1.2)$$

де  $V$  - об'єм заготовки,  $\text{м}^3$ ;

$$\rho = 7800 \text{ кг/м}^3$$

Об'єм заготовки з круглого прокату буде визначатись за формулою.

$$V_1 = \frac{\pi \cdot D}{4} \cdot L = \frac{3.14 \cdot 0.23^2}{4} \cdot 0.487 = 0.01199 \text{ м}^3,$$

де  $D = 0.23$  м. – діаметр заготовки,

$L = 0.487$  м. – довжина заготовки.

Отже:

$$G_{z1} = V_1 \cdot \rho = 0.01199 \cdot 7800 = 93.56 \text{ кг.}$$

$$K_1 = \frac{58.3}{93.56} = 0.62$$

Визначаємо вартість заготовки із прокату по [2]

$$S_{заг} = M + C_{o.з}, \quad (1.3)$$

де  $M$  - витрати на матеріал заготовки, грн;

$C_{o.з}$  - технологічна вартість операції різки, грн

$$M = Q \cdot S - (Q - g) \cdot \frac{S_{омх}}{1000}, \quad (1.)$$

де  $Q = 93,56$  кг – маса заготовки;

$S$  – ціна 1 кг матеріалу заготовки, грн ;  $S = 1,083$  грн/кг для сталі 40 ХН;

$g = 58,3$  кг - маса готової деталі;

$S_{ом} = 108$  грн/т – ціна одної тони відходів;

						Арк.
						10
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

€

Отже:

$$M = 93.56 \cdot 1.083 - (93.56 - 58.3) \cdot \frac{108}{1000} = 97.5 \text{ грн.}$$

$$C_{o.з} = \frac{C_{n.з} \cdot T_{ш.к}}{60 \cdot 100}, \quad (1.5)$$

де  $C_{n.з} = 2300$  коп/год – приведені затрати на робочому місці;  
 $T_{ш.к} = 3,4$  хв – штучно-калькуляційний час виконання заготівельної операції;

Отже :

$$C_{n.з} = \frac{3,4 \cdot 2300}{60 \cdot 100} = 1,3 \text{ грн.}$$

$$S_{заг1} = 97,5 + 1,3 = 98,8 \text{ грн.}$$

## II варіант

Визначення припусків на механічну обробку заготовки поковки і заносимо їх в таблицю 1.2. Для цього визначимо вихідний індекс деталі.

Знаючи, що:

- група сталі М2 [3];
- степінь складності С2 [3];
- клас точності Т2 [3].

Таблиця 1.2 – Припуски на механічну обробку (розміри в міліметрах)

Розмір	Ø215,7	480	Ø146	20	60	Ø80	Ø119
Припуск	3,2	3,8	3,0	2,0	2,2	2,2	3,0
Допуск	+3,3 -1,7	+4,2 -2,1	+3,0 -1,5	+2,4 -1,3	+2,7 -1,3	+2,7 -1,3	+3,0 -1,5
Кінцевий розмір	Ø 222.1 <sup>+3.3</sup> <sub>-1.7</sub>	487.6 <sup>+4.2</sup> <sub>-2.1</sub>	Ø152 <sup>+3.0</sup> <sub>-1.5</sub>	21.2 <sup>+2.4</sup> <sub>-2.1</sub>	61 <sup>+2.7</sup> <sub>-1.3</sub>	75.6 <sup>+2.7</sup> <sub>-1.3</sub>	113 <sup>+3.0</sup> <sub>-1.5</sub>

Величина намітки  $h \leq d_{ocn}$  - [3]

Приймаємо  $h = d_{ocn} = 113$  мм.

Мінімальна величина радіуса заокруглень  $R = 5$  мм [3].

Штапування ухилів по [3]:

- на зовнішні поверхні  $5^0$ ;
- на внутрішній поверхні  $7^0$ .

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

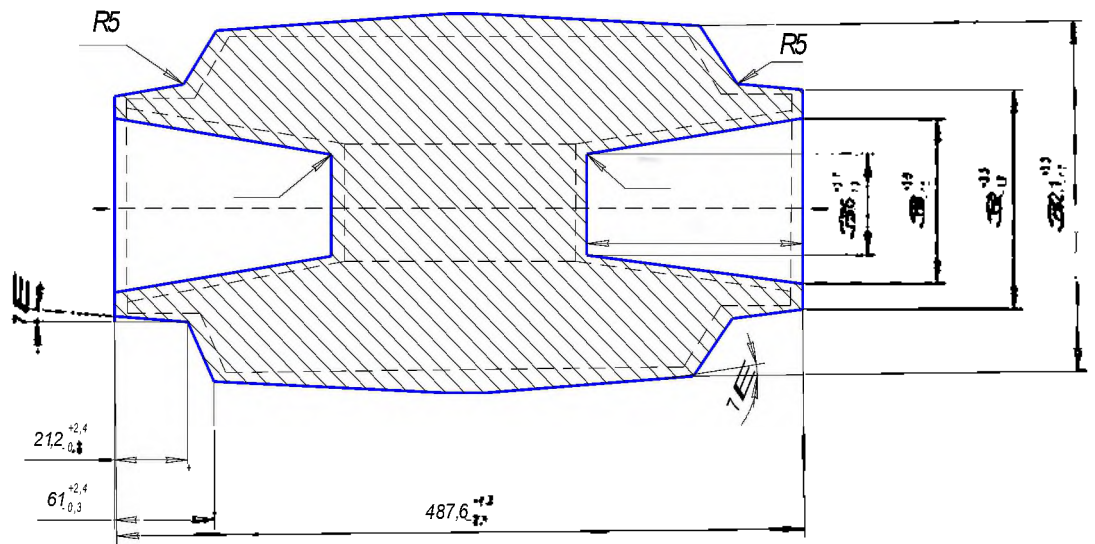


Рисунок 1.2 – Ескіз заготовки поковки.

### 1.3. Визначення організаційних умов виробництва.

#### 1.3.1. Організаційні умови.

Вихідні дані для розрахунку:

- тип виробництва: середньо серійне;
- коефіцієнти серійності для серійного виробництва:  $K_c=10...20$ ;
- режими роботи підприємства: 2 зміни на добу.

Таблиця 1.3 – Трудомісткість операцій

Назва операції	$T_{шт}$	Назва операції	$T_{шт}$
Токарно-гвинторізна	14,075	Горизонтально-фрезерна	70,389
Токарно-копіювальна	28,25	Свердлильна з ЧПК	54,665
Токарна з ЧПК	23,297	Свердлильна з ЧПК	7,474

Середній штучний час визначаємо за формулою

$$T_{шт.ср} = \frac{\sum T_{шт}}{n}$$

(1.6)

де  $\sum T_{шт}$  - сумарний штучний час,  $\sum T_{шт} = 198,55$  хв;

$n$  - число операцій,  $n = 6$ .

Таким чином:

$$T_{шт.ср} = \frac{198,55}{6} = 33,09 \text{ хв.}$$

Такт випуску деталей визначається по формулі.

$$t_г = K_c \cdot T_{шт.ср} = 15 \cdot 33,09 = 496,35 \text{ хв.}$$

Річна програми випуску деталей визначається по формулі.

						Арк.
						12
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

$$N_p = \frac{F_o \cdot 60}{t_g} \quad (1.7)$$

де  $t_g = 469,35$  хв. – так випуску;

$F_o$  - дійсний річний фонд роботи обладнання, год/зм

$$F_o = F_n \cdot K$$

де  $F_n = 4100$  год. – номінальний річний фонд часу роботи обладнання при двохзмінній роботі;

$K = 0.95$  - коефіцієнт втрат часу для металорізальних верстатів  
Отже,

$$N = \frac{F_o \cdot K \cdot 60}{t_g} = \frac{4100 \cdot 0,95 \cdot 60}{496,35} = 470,8 \text{ шт.}$$

Приймаємо:  $N = 470$  шт.

Розрахунок кількості деталей в партії визначається за формулою:

$$n = \frac{N \cdot a}{F} \quad (1.8)$$

де  $a = 5$  - періодичність запуску,

$F = 250$  - число робочих днів в році,

$$n = \frac{470 \cdot 5}{250} = 9.4 \text{ шт.}$$

Розрахункове число змін на обробку партії деталей

$$C = \frac{T_{um.c} \cdot n}{480 \cdot 0,8} = \frac{33,09 \cdot 9,4}{480 \cdot 0,8} = 0,81 \text{ зм,}$$

де 480 – дійсний фонд часу роботи обладнання в зміні;

0,8- нормативний коефіцієнт завантаження верстатів у серійному виробництві.

Приймаємо  $c=1$  зміну.

Визначаємо число деталей в партії, необхідний для завантаження обладнання.

$$n = \frac{C_{np} \cdot 480 \cdot 0,8}{T_{um.c}} = \frac{1 \cdot 480 \cdot 0,8}{33,09} = 11,6 \text{ шт.}$$

Приймаємо  $n = 11$  шт.

						Арк.
						13
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

#### 1.4. Аналіз базового технологічного процесу виготовлення деталі.

Розглянемо заводський технологічний процес проаналізуємо всі його позитивні і негативні сторони.

Заготовка для виготовлення деталі згідно заводського технологічного процесу є круглий прокат  $\varnothing 230\text{мм}$ .

Провівши розрахунок заготовки ми бачимо, що такий варіант отримання заготовки є більш матеріалоемним і менш економічно вигідним в порівнянні із заготовкою поковкою.

Розглянемо операцію 030 – токарно-гвинторізальну, на якій на токарно-гвинторізальному верстаті моделі 163, здійснюється обробка отвору  $\varnothing 80 \pm 3$  мм бачимо, що згідно заводського технологічного процесу отвір отримується за три проходи. Проаналізувавши вимоги до якості і точності отвору ми бачимо, що такий спосіб отримання отвору не є необхідний. Його можна замінити на отримання отвору за допомогою перового свердла, що дозволяє і потужність верстату.

На операції 070 на якій здійснюється токарна обробка деталі відмітимо, що токарний автомат іноземного виробництва моделі 2SDS-RV4/4 можна було б замінити на вітчизняний верстат з ЧПК 16K20Ф33, технічні характеристики якого не поступаються характеристикам базового верстату, а вартість якого в 5 разів менша.

Операція 085 на якій здійснюється розмітка деталі перед фрезерною операцією можна було б вилучити з технологічного процесу, так як вона є недоцільною в зв'язку тим, що на фрезерній операції застосовується поділова головка, яка дає можливість повернути деталь на потрібний кут.

Розглянемо операцію 110 і 120, на мою думку їх можна було б виконувати на вертикально – свердлильному верстаті з ЧПК, де стіл пересувався б автоматично на крок, що рівний відстані між отворами, а поворот деталі на певний кут  $\gamma = 6^{\circ}14'$  здійснюється за допомогою крокового двигуна. Поки зміна може призвести до того, що відпаде необхідність в переміщенні заготовки вручну і в здійснити розмітку всіх отворів. Тобто на операції 100 здійснювалася б розмітка тільки першого отвору, на який необхідно вставити заготовку.

Базовий технологічний процес виготовлення корпусу калібратора 12-КСИ215,9СТК показаний в таблиці 1.4.

						Арк.
						14
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Таблиця 1.4 – Базовий технологічний процес виготовлення корпусу калібратора 12-КСИ215,9СТК.

№ операції	Назва і зміст операції	Тип і модель верстата	Характеристика пристрою	Схема базування
1	2	3	4	5
010	<p>Пилівдрізна А. Встановити, закріпити і зняти деталь. 1. Різати круг на заготовки, витримуючи розмір 1</p>	Пилівдрізна автомат мод. 8Г663-100	Строп УСК8,010-8,0/К1-8,0/2500 ОСТ 24.090.48-79	
020	<p>Контрольна 1. Контролювати розмір 1-100%</p>	Стіл 124.000		
030	<p>Токарно-гвинторізна А. Встановити, закріпити і зняти деталь. 1. Свердли отвір витримавши розмір 1 2. Переустановити деталь 3. Свердли отвір витримавши розмір 2 4. Свердли отвір на прохід в розмір 3</p>	Токарно-гвинторізна верстат мод. 163	Патрон 7100-0011 ГОСТ2675-71	
040	<p>Контрольна 1. Перевірити отвір <math>\varnothing 80 \pm 3</math> - 100%</p>			
050	<p>Токарно-копіювальна. А. Вставити, закріпити і зняти деталь 1. Точити корпус калібратора подіаметру в розмір 1 2. Зачистити заусениці</p>	Токарно-копіювальний півавтомат мод. КМ151	Різцетрима ч 6729-7027 Центр 7032-7029.05	
060	<p>Контрольна 1. Крнтролювати розмір 1.</p>	Стіл 124000		

Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата

Арк.

15



110	<p>Вертикально-свердлильна А. Вставити, закріпити і зняти деталь 1. Свердлити на циліндричній частині отвори, витримуючи розміри 1- 10</p>	<p>Вертикально - свердлильний верстат мод. 2Н135</p>	<p>Оправка 6030-0009 ГОСТ2682-72 Патрон свердлильний <math>\varnothing 3-16</math> ГОСТ 8512-70</p>	
120	<p>Вертикально-свердлильна А. Встановити, закріпити і зняти деталь. 1. Свердлити отвори на конічній частині деталі в розмір 1-5 2. Переустановити деталь 3. свердлити отвори на конічній частині деталі в розмір 1-5</p>	<p>Вертикально - свердлильний верстат мод. 2Н135</p>	<p>Пристрій 7001-7016 Патрон свердлильний <math>\varnothing 3-16</math> ГОСТ 8512-70</p>	
130	<p>Контрольна 1.Перевірити чистоту обробки 2. Перевірити розміри діаметрів 3. Перевірити кількість отворів</p>	<p>Стіл 124-000</p>		

## 2. Проектування технології виготовлення деталі.

### 2.1. Вибір заготовки.

Деталь корпус калібратора 12-КСИ215.9СТК.

Визначаємо об'єм заготовки поковки розбивши фігуру заготовки на окремі правильні фігури.

$$V_2 = V_2^I - 2V_2^{II} - 2V_2^{III} - 2V_2^{IV} \quad (2.1)$$

де  $V_2^I, V_2^{II}, V_2^{III}, V_2^{IV}$  - об'єми простих фігур, м<sup>3</sup>;

$$V_2^I = \frac{\pi \cdot D^2 \cdot L}{4} = \frac{3,14 \cdot 0,221^2 \cdot 0,4876}{4} = 0,0189 \text{ м}^3;$$

$$V_2^{II} = \frac{1}{3} \cdot \pi \cdot H \cdot (R^2 + Rr + r^2) =$$

$$= \frac{1}{3} \cdot 3,14 \cdot 0,113 \cdot (0,0565^2 + 0,0565 \cdot 0,0378 + 0,0378^2) = 0,0008$$

$$V_2^{III} = \frac{\pi \cdot L}{4} \cdot (D^2 - d^2) = \frac{3,14 \cdot 0,061}{4} \cdot (0,2221^2 - 0,151^2) = 0,0013$$

$$V_2^{IV} = \frac{1}{3} \pi \cdot H (R^2 + R \cdot r + r^2) - \frac{\pi \cdot d^2 \cdot L}{4} =$$

$$= 3,14 \cdot 0,0398 \left( \frac{1}{3} (0,11105^2 + 0,11105^2 \cdot 0,076 + 0,075^2) - \frac{0,151^2}{4} \right) = 0,0004$$

Таким чином:

$$V_2 = 0,0189 - 2 \cdot 0,0008 - 2 \cdot 0,0013 + 2 \cdot 0,0004 = 0,0095 \text{ м}^3$$

$$G_{за} = V_2 \cdot \rho = 0,0095 \cdot 7800 = 74,7 \text{ кг.}$$

$$K_2 = \frac{58,3}{74,7} = 0,78$$

Визначимо вартість заготовки поковки по [5]

$$S_{за} = \left( \frac{C_i}{1000} \cdot Q \cdot R_T \cdot R_C \cdot R_B \cdot R_M \cdot R_{II} \right) - (Q - q) \cdot \frac{S_{онм}}{1000}, \quad (2.2)$$

де  $C_i = 13600$  грн. – базова вартість 1т заготовок;

$R_C = 1$  – коефіцієнт, що залежить від групи складності;

$R_B = 0,74$  – коефіцієнт, що залежить від маси,

$R_T = 1$  – коефіцієнт, що залежить від класу точності,

$R_M = 1,21$  – коефіцієнт, що залежить від марки матеріалу,;

$R_{II} = 1$  – коефіцієнт, що залежить від об'єму виробництва.

Отже, відповідно до (1.10)

$$S_{за} = \left( \frac{13600}{1000} \cdot 74,7 \cdot 1 \cdot 0,74 \cdot 1 \cdot 1 \cdot 1,21 \right) - (74,7 - 58,3) \cdot \frac{108}{1000} = 890,2 \text{ грн.}$$

Отже порівнявши два варіанти отримання заготовки ми бачимо, що заготовка поковка є більш економічно вигідна в порівнянні із заготовкою з прокату. Тому в проектному технологічному процесі приймаємо заготовку поковку.

						Арк.
						18
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

## 2.2. Вибір маршруту і операцій виготовлення деталі.

Розробка проектного варіанту механічної обробки корпусу калібратора проводимо на базі заводського технологічного процесу. Проектний варіант розробляємо врахувавши зауваження, які ми зробили в попередньому пункті і вносимо наступні зміни.

Як було вище в проектному варіанті приймаємо заготовку поковку, яка отримується методом штампування на кривошипному гарячештампованому пресі.

На операції 030 отримуємо отвір за один прохід за допомогою перового свердла замість отримання отвору за три переходи тим самим ми зменшуємо трудомісткість операції забезпечуючи при цьому необхідну якість і точність отвору.

На операції 070 здійснюємо заміну дорогого верстату іноземного виробництва 2SDS-RV4/4 на вітчизняний верстат 16К30Ф33, який не поступається характеристиками базовому.

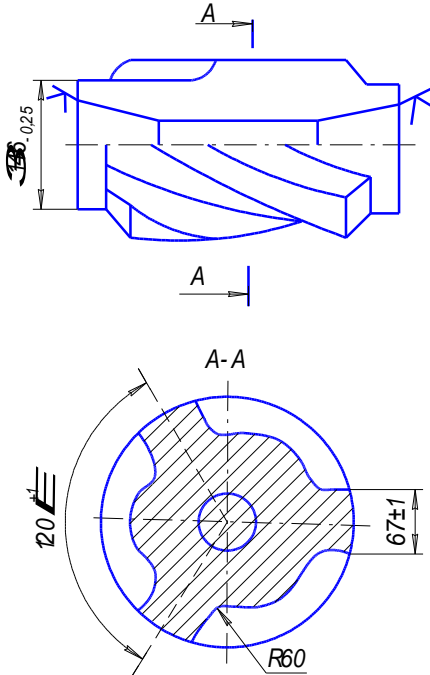
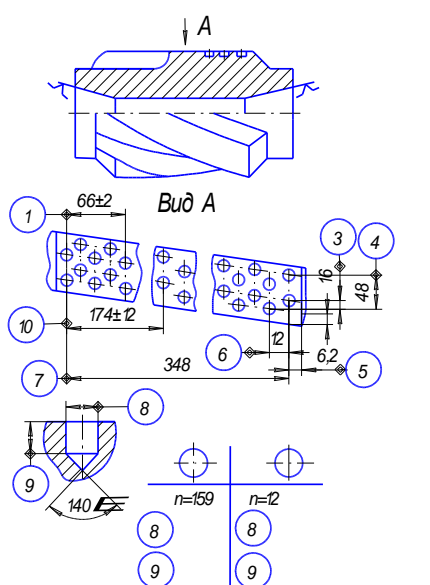
Операція 085 виключає з технологічного базового процесу так як вона недоцільна на наступні горизонтально-фрезерній операції.

На операціях 110 і 120 змінюємо верстати 2Н135 на вертикально свердлильний верстат з ЧПК 2Р118Ф2. Така зміна значно зменшує трудомісткість операції за рахунок часу на переміщення деталі. Також відпадає необхідність в розмітці всіх отворів на операції 100. Достатньо буде розмітити на циліндричній поверхні перший отвір на лопаті. Всі інші отвори будуть утворюватися автоматично, завдяки системі ЧПК.

Проектний технологічний процес виготовлення корпусу калібратора 12-КСИ215,9СТК показаний в таблиці 2.1.

						Арк.
						19
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		



080	Контрольна 1. Перевірити радіальне биття зовнішньої поверхні. 2. Неперпендикулярність упорного торця до осі різьби. 3. Неспівісність різьб		Пристрій 8731-700906  Пристрій 8371-7018.06		
090	Горизонтально-фрезерна А Встановити і зняти деталь 1. Фрезерувати почерзі 3 гвинтові канавки повертаючи заготовку на $\angle 120^0$ 2. Зачистити заусениці	Горизонтально-фрезерний верстат мод. 6М83	Задня бабка 7033-7031. Ділильна головка УДГ-400 Гітара 7065-7005.02	 <p>Набір шестерень: <math>a=30</math>; <math>v=80</math>;  <math>c=40</math>; <math>d=90</math>.          Крок гвинтової канавки 1440мм</p>	
100	Розміточна Розмітити точки розміщення центрів отворів на циліндричній і конічній частині лопастей				
110	Вертикально-свердлильна з ЧПК А Встановити і зняти деталь 1. Свердлити на циліндричній частині отвори, витримуючи розміри 1-10	Вертикально-свердлильний верстат з ЧПК мод. 2Р118Ф2	Задня бабка 7033-7031 Патрон свердлильний $\varnothing 3-16$ ГОСТ 8512-70		
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	Арк. 21

120	<p>Вертикально-свердлильна з ЧПК А Встановити і зняти деталь</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Свердлити отвори на конічній частині деталі в розмір 1-5</li> <li>2. Переустановити деталь.</li> <li>3. Свердлити отвори на конічній частині деталі в розмір 1-5</li> </ol>	<p>Вертикально-свердлильний верстат з ЧПК мод. 2P118Ф2</p>	<p>Пристрій 7001-7016 Патрон Свердлильний Ø3-16 ГОСТ 8512-70</p>	
130	<p>Контрольна</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Перевірити чистоту обробки.</li> <li>2. Перевірити розміри діаметрів.</li> <li>3. Перевірити кількість отворів</li> </ol>			

																	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата												22	

### 2.3. Визначення міждопераційних припусків і розмірів обробки.

На розрахунок припусків на механічну обробку впливає який вид заготовки ми вибираємо. Тому зауважимо, що моя деталь виготовляється із заготовки поковки. Згідно завдання на дипломний проект розраховуємо припуски на механічну обробку аналітичним методом на зовнішню циліндричну поверхню  $\varnothing 215,7_{-0,3}$ .

Таблиця 2.2 – припуски на механічну обробку зовнішньої циліндричної поверхні  $\varnothing 215,7_{-0,3}$ .

Технологічні переходи обробки поверхні $\varnothing 215,7_{-0,3}$ .	Елементи припуску, мкм				Розрахунковий припуск $2Z_{\min}$ , мкм.	Розрахунковий розмір $d_p$ , мм.	Допуск $\delta$ , мкм	Граничний розмір, мм		Граничні значення припусків, мкм	
	Rz	T	$\rho$	E				d <sub>мін</sub>	d <sub>мак</sub>	$2Z_{\min}^{np}$	$2Z_{\max}^{np}$
Заготовка	300	400	2510	-	-	222,62	5000	222,6	227,6	-	-
Чорнове точіння	50	50	150	0	2.3210	216,2	1000	216,2	217,2	6400	10400
Кінцеве точіння	40	30	100	0	2.250	215,7	300	215,4	215,7	800	1500
Всього										7200	11900

Користуючись [5] визначаємо елементи припуску Rz і T на заготовку для всіх технологічних переходів оброблюваної поверхні.

Сумарні відхилення розміщення поверхні визначаємо по формулі і записуємо в графу 4.

$$\text{- заготовка} \quad \rho = \sqrt{\rho_u^2 + \rho_k^2} \quad (2.3)$$

де  $\rho_k$  - кривизна поверхні, мкм;

$$\rho_k = \Delta_k \cdot l = 243 \cdot 0.3 = 72.9 \text{ мкм.}$$

де  $\Delta_k = 0,3$  мкм./мм. – питома кривизна заготовки,

$l = 243$  мм. – виліт заготовки

$$\rho_u = \sqrt{\left(\frac{\delta_3}{2}\right)^2 + 0,25^2} = \sqrt{\left(\frac{5}{2}\right)^2 + 0,25^2} = 2,51 \text{ мм.}$$

де  $\delta_3 = 5$  мм. – допуск заготовки.

Отже, за (1.11)

$$\rho = \sqrt{72,9^2 + 2510^2} \approx 2510 \text{ мкм.}$$

- точіння чорнове

$$\rho_2 = 0,06 \cdot 2510 = 150 \text{ мкм.}$$

де 0,06 – коефіцієнт уточнення

- точіння чистове

$$\rho_1 = 0,04 \cdot 2510 = 100 \text{ мкм.}$$

де 0,04 – коефіцієнт уточнення.

										Арк.
										23
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата						

Похибка установки при базуванні в центрах рівна нулю  $\varepsilon_3 = 0$ .

Визначаємо мінімальні припуски для всіх технологічних переходів :

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

- точіння чорнове

$$2Z_{\min 2} = 2 \cdot (300 + 400 + 2510) = 2 \cdot 3210 \text{ мкм.}$$

- точіння чистове

$$2Z_{\min 1} = 2 \cdot (50 + 50 + 150) = 2 \cdot 250 \text{ мкм.}$$

Визначаємо розрахункові розміри .

- чистове точіння  $d_1 = 215,7 + 0,5 = 216,2 \text{ мм};$

- чорнове точіння  $d_2 = 216,2 + 2 \cdot 3,21 = 222,62 \text{ мм.}$

Найбільші граничні розміри вираховуємо додаванням допуску до округленого найменшого граничного розміру заготовка  $d_{\max 3} = 222,6 + 5 = 227,6 \text{ мм};$

- точіння чорнове  $d_{\max 2} = 216,2 + 1 = 217,2 \text{ мм};$

- точіння чистове  $d_{\max 1} = 215,4 + 0,03 = 215,7 \text{ мм};$

Визначаємо значення припусків  $Z_{\max}^{np}$  - як різниця найбільших граничних розмірів, і  $Z_{\min}^{np}$  - як різниця найменших граничних розмірів.

- точіння чистове:

$$2Z_{\max 1}^{np} = 217,2 - 215,7 = 1,5 = 1500 \text{ мкм}$$

$$2Z_{\min 1}^{np} = 216,2 - 215,4 = 0,8 = 800 \text{ мкм}$$

- точіння чорнове:

$$2Z_{\max 2}^{np} = 227,6 - 217,2 = 10,4 = 10400 \text{ мкм}$$

$$2Z_{\min 1}^{np} = 222,6 - 216,2 = 6,4 = 6400 \text{ мкм}$$

Виконаємо перевірку:

$$2Z_{\max 2}^{np} - 2Z_{\min 1}^{np} = \delta_3 - \delta_2$$

$$10400 - 6400 = 5000 - 1000 = 100$$

$$2Z_{\max 1}^{np} - 2Z_{\min 1}^{np} = \delta_2 - \delta_1$$

$$1500 - 800 = 1000 - 300 = 700$$

Складаємо схему розміщення припусків і полів допусків на обробку зовнішньої циліндричної поверхні  $\varnothing 215,7_{-0,3}$ .

						Арк.
						24
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

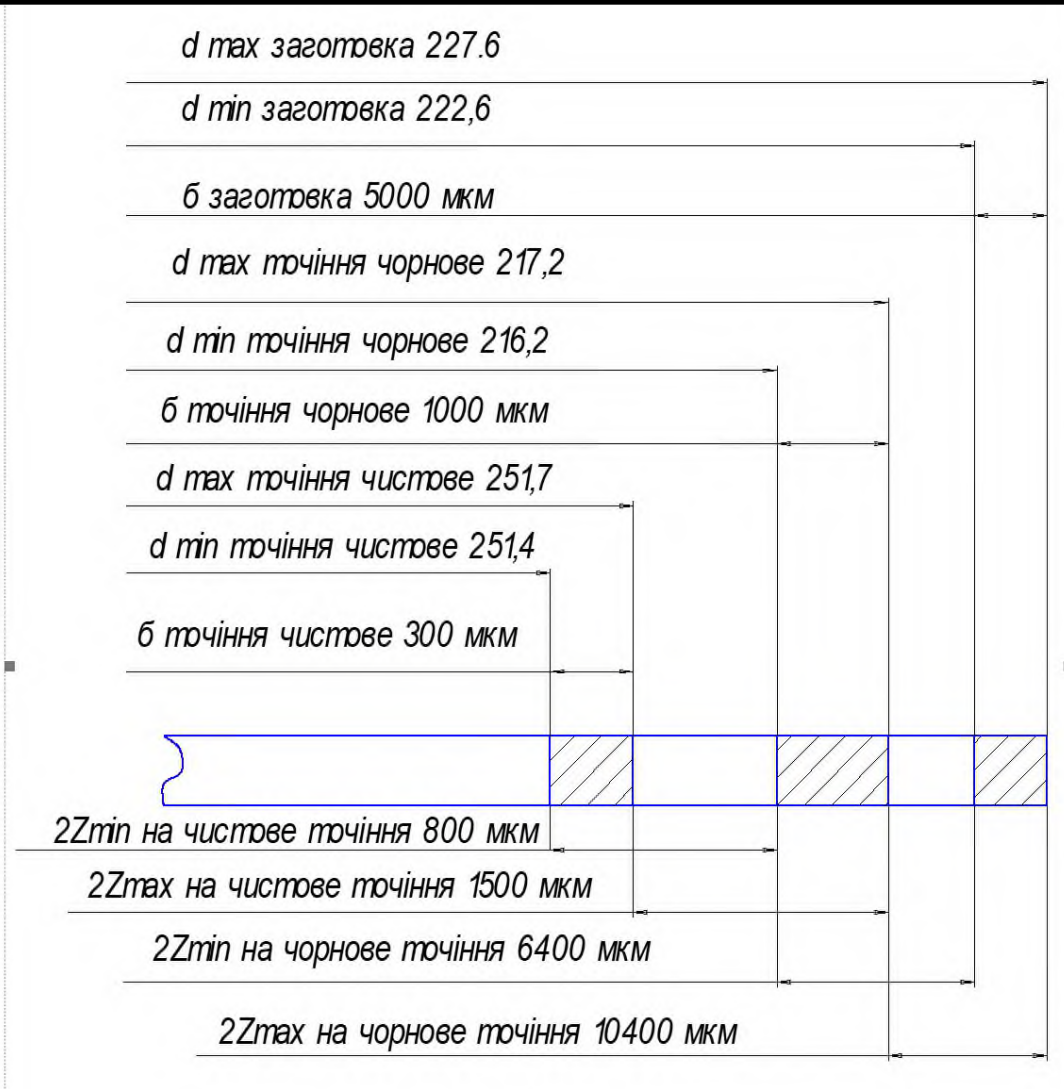


Рисунок 2.1 – Схема розміщення припусків і полів допусків на обробку зовнішньої циліндричної поверхні.

Припуски – на інші поверхні деталі визначаємо табличним методом по ДСТУ1855-55, а саме припуски на технологічні переходи визначаємо по [6] .

						Арк.
						25
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Таблиця 2.2 – загальні припуски на механічну обробку і технологічні переходи.

Поверхні і методи їх обробки	Точність обробки	Шорсткість	Припуск, мм.	Оперативні розміри	
				По розрахунку	Прийнятий з допуском
1	2	3	4	5	6
1. Свердлити отвір $\varnothing 80_{-5}^{+1}$	16 кв.т.	Rz 80	80	80	$80_{-5}^{+1}$
2. Точити поверхню $\varnothing 146_{-0,25}$ - начисто - начорно - заготовка	11 кв.т. 13 кв.т. інд 17	Rz 80 Rz 80	1 5	146 147 152	$146_{-0,25}$ 147 $152_{-0,3}^{+3}$
3. Точити кінцеву поверхню $d_{\max}=112,21\pm 0,1$ - начисто - начорно - заготовка	11 кв.т. 13 кв.т. інд 17	Rz 80 Rz 150	1 5	112,21 11,21 106,21	$112,21\pm 0,1$ 112,21 $106,21_{-1,3}^{+2,7}$
4. Точити внутрішню шийку $\varnothing 119\pm 0,6$ Заготовка	11 кв.т. інд 17	Rz 80	6	119 113	$119\pm 0,6$ $113_{-2,1}^{+4,2}$
5. Точити торці L= $480_{-3}^{+10}$ - начисто - начорно - заготовка	Інд 17	Rz 20 Rz 80 Rz 150	1,6 6	480 481,6 487,6	$480_{-3}^{+10}$ 481,6 $487,6_{-2,1}^{+4,2}$
Фрезерування гвинтової канавки	11 кв.т.	Rz 80	34,85	146	$146_{-0,25}$
Свердлити отвір $\varnothing 12,2^{+0,2}$	12 кв.т.	Rz 40	12,2	12,2	$12,2^{+0,2}$
Свердлити отвір $\varnothing 12,07^{+0,2}$	12 кв.т.	Rz 40	12,07	12,07	$12,07^{+0,2}$

					Арк.
					26
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	

## 2.4. Визначення режимів різання

Операція 030: токарно-гвинторізна.

Верстат: токарно-гвинторізний моделі 163.

Різальний інструмент: свердло перове  $\varnothing 80$  Р6М5,  $\alpha=15^\circ$ ,  $\Psi=60^\circ$ ,  $\phi=0,1$ мм

Вимірний інструмент: лінійка 0-500 ГОСТ 427-75.

Свердлити отвір  $\varnothing 80 \pm 3$ .

1) Глибина різання

$$t = \frac{d}{2} = \frac{80}{2} = 40 \text{ мм.}$$

2) Подача  $S_0$ , мм/об

$$S_0=0,45-0,50 \text{ мм/об}$$

Приймаємо  $S_0=0,45 \cdot 0,8=0,36$  мм/об.

3) швидкість різання  $U$ , м/хв визначаємо по формулі

$$U = \frac{C_v \cdot D^{g_v}}{T^m \cdot t^{x_v} \cdot S^{y_v}} \cdot K_v = \frac{9,8 \cdot 80^{0,4}}{110^{0,2} \cdot 40^0 \cdot 0,36^{0,7}} \cdot 0,482 = 21,6 \text{ м/хв}$$

де  $C_v=9,8$ ;  $g_v=0,4$ ;  $x_v=0$ ;  $y_v=0,7$ ;  $m=0,2$  [8]

$T=110$  хв – стійкість інструменту, [8]

$K_v$  – поправочний коефіцієнт

$$K_v = K_{M_v} \cdot K_{U_v} \cdot K_{L_v} = 0,69 \cdot 0,7 \cdot 1 = 0,483$$

де  $K_{U_v}=1$  – коефіцієнт на інструментальний матеріал, [8];

$K_{L_v}=0,7$  – коефіцієнт, що враховує глибину свердоління, [8];

$K_{M_v}$  - коефіцієнт на якість оброблюваного матеріалу:

$$K_{M_v} = C_M \cdot \left( \frac{75}{\sigma_B} \right)^{n_v} = 0,9 \left[ \frac{75}{100} \right]^{0,9} = 0,69$$

де  $C_M=0,9$ ;  $n_v=0,9$ ; [8];

4) Визначаємо частоту обертання шпінделя  $n$ , хв<sup>-1</sup>

$$n = \frac{1000 \cdot V}{\pi \cdot D} = \frac{1000 \cdot 21,6}{3,14 \cdot 80} = 86 \text{ хв}^{-1}$$

$$n_{кор}=80 \text{ хв}^{-1}$$

5) Визначаємо дійсну швидкість різання  $V_\delta$ , м/хв

$$V_\delta = \frac{\pi \cdot D \cdot n_{кор}}{1000} = \frac{3,14 \cdot 80 \cdot 80}{1000} = 20,1 \text{ м/хв.}$$

6) Визначаємо крутний момент і осьву силу при свердлінні

$$M = 10 C_m \cdot D^{g_m} \cdot S^{y_m} \cdot K_p, \text{ Нм} \quad (2.4)$$

$$P_o = 10 \cdot C_p \cdot D^{g_p} \cdot S^{y_p} \cdot K_p, \text{ Н} \quad (2.5)$$

де  $C_m=0,041$ ;  $g_m=2,0$ ;  $y_m=0,7$

$$C_p=143; g_p=1,0; y_p=0,7 \quad [8];$$

$$K_{mp} = \left( \frac{\sigma_B}{75} \right)^{n_p} = \left( \frac{100}{75} \right)^{0,75} = 1,25 \quad [8];$$

де  $n=0,75$  [8];

Отже,

$$M = 10 \cdot 0,041 \cdot 80^2 \cdot 0,36^{0,7} \cdot 1,25 = 1604,3 \text{ Нм};$$

$$P_o = 10 \cdot 143 \cdot 80^1 \cdot 0,36^{0,7} \cdot 1,25 = 69943,57 \text{ Н.}$$

					Арк.
					27
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	

7) Визначаємо потужність різання

$$N_p = \frac{M \cdot n}{9750} = \frac{1604,3 \cdot 80}{9750} = 13,1 \text{ кВт}$$

Згідно паспорту верстату  $N_{ед} = 22 \text{ кВт}$

8) Перевірка достатності потужності

$$N_p \leq N_{ун}, \quad N_{ун} = N_{г} \cdot \eta = 22 \cdot 0,75 = 16,5 \text{ кВт}$$

$$13,1 < 16,5$$

9) Визначаємо основний час обробки  $T_c$ , хв.

$$T_o = \frac{L}{S_{хв}} = \frac{288,6}{80 \cdot 0,36} = 10,02 \text{ хв.}$$

$$L = l + \Delta + y = 261,6 + 27 = 288,6 \text{ мм}$$

де  $\Delta + y = 27 \text{ мм}$ ;

$$l = 261,6 \text{ мм}$$

Операція 050: токарно-копіювальна.

Верстат: токарно-копіювальний моделі КМ 151.

Різальний інструмент:

- чорнове точіння: різець 2100-0809 Т5К10 ГОСТ 18878-73;
- чистове точіння: різець 2100-0809 Т15К6 ГОСТ 18878-73;

Вимірний інструмент: штангенциркуль ШЦ-ІІ-250-0,5 ГОСТ 166-80.

Точити копус калібратора в розмір  $\varnothing 215,7$ .

1) Глибина різання

- чорнове точіння  $t = 5,2 \text{ мм}$ ;
- чистове точіння  $t = 0,75 \text{ мм}$ ;

2) Вибираємо подачу

- чорнове точіння  $S_0 = 0,6 - 1,0 \text{ мм/об}$  [8]
- чистове точіння  $S_0 = 0,18 - 0,25 \text{ мм/об}$  [8]

Приймаємо  $S_{0\text{чор}} = 1 \text{ мм/об}$ ;  $S_{0\text{чис}} = 0,2 \text{ мм/об}$ .

3) Швидкість різання визначаємо за формулою

$$V = \frac{C_v}{T^m \cdot t^{x_v} \cdot S^{+1v}} \cdot K_v, \text{ м/хв.}$$

-чорнове точіння

$$\text{де } C_v = 340; x_v = 0,15; y_v = 0,45; m = 0,2 \text{ [8];}$$

T-стійкість інструментів, хв; T=60хв [8];

$$K_v = K_{mv} \cdot K_{nv} \cdot K_{uv} \cdot K_{\varphi v} \cdot K_{\varphi 1v} = 0,75 \cdot 0,9 \cdot 0,65 \cdot 0,91 = 0,4$$

$$\text{де } K_{mv} = \frac{75}{C_b} = \frac{75}{100} = 0,75;$$

$$K_{nv} = 0,9 \text{ [8];}$$

$$K_{uv} = 0,65 \text{ [8];}$$

$$K_{\varphi v} = 1, K_{\varphi 1v} = 0,91 \text{ [8].}$$

Отже, за (1.14)

						Арк.
						28
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

$$V_{\text{чор}} = \frac{340}{60^{0,2} \cdot 5,2^{0,16} \cdot 1^{0,45}} \cdot 0,4 = 46,7 \text{ м/хв.}$$

- чистове точіння

де  $C_v = 420$ ;  $x_v = 0.15$ ;  $y_v = 0.2$ ;  $m = 0.2$  [8]

$$K_v = K_{mv} \cdot K_{nv} \cdot K_{uv} \cdot K_{\varphi v} \cdot K_{\varphi 1v} = 0.75 \cdot 1 \cdot 0.65 \cdot 1 \cdot 0.91 = 0.44$$

$$\text{де } K_{mv} = \frac{75}{C_b} = \frac{75}{100} = 0.75 \text{ [8];}$$

$$K_{nv} = 1 ;$$

$$K_{uv} = 0.65 ;$$

$$K_{\varphi v} = 1, K_{\varphi 1v} = 0.91 .$$

Отже :

$$V_{\text{чис}} = \frac{440}{60^{0,2} \cdot 0,75^{0,15} \cdot 0,2^{0,2}} \cdot 0,44 = 118,3 \text{ м/хв.}$$

4) Визначаємо частоту обертання шпинделя  $n, \text{хв}^{-1}$

$$n_{\text{чор}} = \frac{1000 \cdot V_{\text{чор}}}{\pi \cdot D} = \frac{1000 \cdot 46,7}{3,14 \cdot 227,6} = 65,3 \text{ хв}^{-1}; n_{\text{кор}} = 63 \text{ хв}^{-1};$$

$$n_{\text{чис}} = \frac{1000 \cdot V_{\text{чис}}}{\pi \cdot D} = \frac{1000 \cdot 118,3}{3,14 \cdot 217,2} = 173,4 \text{ хв}^{-1}; n_{\text{кор}} = 160 \text{ хв}^{-1}.$$

5) Визначаємо дійсну швидкість різання  $V_g, \text{м/хв}$

$$V_{\text{фчор}} = \frac{\pi \cdot D \cdot n_{\text{кор}}}{1000} = \frac{3,14 \cdot 227,6 \cdot 63}{1000} = 45 \text{ м/хв}$$

$$V_{\text{фчис}} = \frac{\pi \cdot D \cdot n_{\text{кор}}}{1000} = \frac{3,14 \cdot 217,2 \cdot 160}{1000} = 109 \text{ м/хв}$$

6) Визначаємо силу різання  $P_z, H$

$$P_z = 10 \cdot C_p \cdot t^{xp} \cdot S^{yp} \cdot V^{np} \cdot K_p, H$$

де  $C_p = 300$ ;  $x_p = 1.0$ ;  $y_p = 0.75$ ;  $n_p = 0$  ;

$$K_p = K_{mp} \cdot K_{pp} \cdot K_{\lambda p} \cdot K_{rp} = 1.24 \cdot 1 \cdot 1 \cdot 1 \cdot 0.93 = 1.15 ,$$

$$\text{де } K_{mp} = \left( \frac{\delta_u}{75} \right)^{n_p} = \left( \frac{100}{75} \right)^{0,75} = 1.24 ;$$

$$n_p = 0.75 ;$$

$$K_{\varphi p} = 1; K_{\lambda p} = 1; K_{rp} = 1; K_{rp} = 0.93 ;$$

Таким чином :

- чорнове точіння  $P_{z\text{чор}} = 10 \cdot 300 \cdot 5,2^1 \cdot 1^{0,75} \cdot 1 \cdot 1,15 = 13782,5H$ ;

-чистове точіння  $P_{z\text{чис}} = 10 \cdot 300 \cdot 0,75^1 \cdot 0,2^{0,75} \cdot 1 \cdot 1,15 = 594,5H$ ;

7) Визначаємо силу  $P_x, H$

									Арк.
									29
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата					

$$P_x = 10 \cdot C_p \cdot t^x \cdot S^y \cdot V^n \cdot K_p, H \quad (2.6)$$

де  $C_p = 339$ ;  $x_p = 1,0$ ;  $y_p = 0,5$ ;  $n_p = -0,4$ ;

Таким чином :

- чорнове точіння  $P_{x,чор} = 10 \cdot 339 \cdot 5,2^1 \cdot 1^{0,5} \cdot 45^{-0,4} \cdot 1,15 = 3397,2H$ ;

-чистове точіння  $P_{x,чис} = 10 \cdot 339 \cdot 0,75^1 \cdot 0,2^{0,75} \cdot 109^{-0,4} \cdot 1,15 = 343,9H$ ;

8) Визначаємо потужність приводу головного руху і приводу подачі для чорнового точіння

$$N = \frac{P_z \cdot V}{1020 \cdot 60} = \frac{13782,5 \cdot 45}{1020 \cdot 60} = 10,1 \text{ кВт};$$

$$N_{n.n} = 1,63 \cdot 10^{-8} \cdot P_x \cdot S_{\text{дд}} = 1,63 \cdot 10^{-8} \cdot 3397,2 \cdot 1 \cdot 63 = 0,0035 \text{ кВт}.$$

Потужність різання

$$N_p = N + N_{n.n} = 10,1 + 0,0035 = 10,1035 \text{ кВт}.$$

9) Перевірка достатності потужності

$$N_p \leq N_{\text{ун}}, \quad N_{\text{ун}} = N_e \cdot \eta = 14 \cdot 0,8 = 11,2 \text{ кВт}$$

$$10,1035 < 11,2$$

Отже обробка можлива.

10) Визначаємо основний час обробки  $T_c$ , хв.

$$T_o = T_{\text{очор}} + T_{\text{очис}}, \quad (2.7)$$

$$\text{- чорнове точіння} \quad T_o = \frac{L}{S_{\text{дд}}} \cdot i = \frac{372,8}{1 \cdot 63} = 7,85 \text{ хв.}$$

де  $i$  –кількість проходів,  $i = 1$ ;

$$L = l + \Delta + y = 365,6 + 2 + 5,2 = 372,8 \text{ мм}$$

де  $l = 365,6$  мм;

$\Delta = 2$  мм;

$l = 261,6$  мм

$y = t \cdot tq\phi = 5,25 \cdot tq45^0 = 5,2$  мм.

$$\text{- чистове точіння} \quad T_o = \frac{L}{S_{\text{дд}}} \cdot i = \frac{368,35}{0,2 \cdot 160} = 15,33 \text{ хв.}$$

Таким чином :

$$T_o = 7,85 + 15,33 = 23,18 \text{ хв.}$$

Решту режимів різання розраховуємо табличним методом:

Операція 070: токарно-гвинторізна з ЧПК.

Верстат: токарно-гвинторізний з ЧПК моделі 16К30Ф33.

Перехід 1 Підрізати торець начорно.

Різальний інструмент: різець 2112-0035 Т5К10 ГОСТ 2379-77.

Вимірний інструмент: лінійка 0-500 ГОСТ 427-75.

1) Глибина різання.

$$t = \frac{2 \cdot z}{2} = \frac{6000}{2} = 3000_{\text{мкм}} = 3_{\text{мм}}$$

2) Вибираємо подачу  $S_o$ , мм/об

$S_o = 0,8 - 1,2$  мм/об [8];

3) Швидкість різання  $V$ , м/хв.

					Арк.
					30
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	

$$V=88;$$

4) Частота обертання шпинделя  $n$ ,  $\text{хв}^{-1}$ .

$$n = \frac{1000 \cdot V}{\pi \cdot D} = \frac{1000 \cdot 88}{3,14 \cdot 152} = 184 \text{ хв}^{-1}, n_{\text{кор}} = 160 \text{ хв}^{-1}.$$

5) дійсна швидкість різання  $V_d$ ,  $\text{м/хв}$

$$V_d = \frac{\pi \cdot D \cdot n}{1000} = \frac{3,14 \cdot 152 \cdot 160}{1000} = 76,3 \text{ м/хв}$$

6) Перевірка вибраного режиму по потужності

$$N_p = 7,0 \text{ кВт};$$

$$N_{\text{ун}} = N_d \cdot \eta = 22 \cdot 0,75 = 16,5 \text{ кВт}, \quad 7 < 16,5$$

Отже обробка можлива.

7) Основний час обробки.

$$T_o = \frac{L}{S_{\text{хв}}} \cdot i = \frac{24,5}{1 \cdot 160} \cdot 2 = 0,306 \text{ хв.}$$

$$\text{де } L = 3 + 2 + (152 - 113) / 2 = 24,5 \text{ мм}$$

$$i = 2$$

Перехід 2 Точити шийку в розмір  $\varnothing 146_{-0,26}$

Різальний інструмент: різець 2103-0009 Т5К10 ГОСТ 18879-73.

Вимірний інструмент: скоба  $\varnothing 146_{-0,25}$  8113-7019.33.

1) Глибина різання.

$$t_{\text{чор}} = 2,5 \text{ мм.}, \quad t_{\text{чис}} = 0,5 \text{ мм.}$$

2) Вибираємо подачу  $S_o$ ,  $\text{мм/об}$ .

$$S_o = 1,0 - 1,2 \text{ мм/об};$$

Приймаємо  $S_o = 1,1 \text{ мм/об}$

3) Швидкість різання  $V$ ,  $\text{м/хв}$ .

$$V = 65 \text{ м/хв};$$

4) число обертів шпинделя  $n$ ,  $\text{хв}^{-1}$ .

$$\text{- чорнове точіння } n_{\text{чор}} = \frac{1000 \cdot V}{\pi \cdot D} = \frac{1000 \cdot 65}{3,14 \cdot 152} = 136,2 \text{ хв}^{-1}.$$

$$\text{- чистове точіння } n_{\text{чис}} = \frac{1000 \cdot V}{\pi \cdot D} = \frac{1000 \cdot 65}{3,14 \cdot 147} = 140,8 \text{ хв}^{-1}.$$

$$n_{\text{кор}} = 125 \text{ хв}^{-1}.$$

5) Дійсна швидкість різання  $V_d$ ,  $\text{м/хв}$

$$\text{- чорнове точіння } V_{d\text{чор}} = \frac{\pi \cdot D \cdot n_{\text{чор}}}{1000} = \frac{3,14 \cdot 152 \cdot 125}{1000} = 59,66 \text{ м/хв};$$

$$\text{- чистове точіння } V_{d\text{чис}} = \frac{\pi \cdot D \cdot n_{\text{чис}}}{1000} = \frac{3,14 \cdot 147 \cdot 125}{1000} = 57,7 \text{ м/хв.}$$

6) Перевірка вибраного режиму по потужності

$$N_p = 7 \text{ кВт};$$

$$N_{\text{ун}} = N_d \cdot \eta = 22 \cdot 0,75 = 16,5 \text{ кВт}, \quad 7 < 16,5$$

Отже обробка можлива.

7) Основний час обробки

$$T_o = (T_{\text{чор}} + T_{\text{чис}}) \cdot i = \left( \frac{63,3 + 2,5 + 2}{1,1 \cdot 125} + \frac{69,3 + 0,5 + 2}{1,1 \cdot 125} \right) \cdot 2 = 2,11 \text{ хв}$$

					Арк.
					31
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	

$$T_o = \frac{L}{i \cdot n \cdot S}$$

де  $\Delta = 2$  мм;

$y_{чор}=2,5$  мм,  $y_{чис}=0,5$  мм;

$l_{чор}=63,3$  мм,  $l_{чис}=69,3$  мм.

### Перехід 3 Розточити конічний отвір

Різальний інструмент: різець 2141-0011 Т5К10 ГОСТ 18883-73.

Вимірний інструмент: калібр-пробка 3-117 В321-7004.05.

1) Глибина різання  $t$ , мм

$t_{чор}=2,5$  мм,  $t_{чис}=0,5$  мм,  $t=3,4$  – для розточування шийки.

2) Вибираємо подачу  $S_o$ , мм/об

$S_o=0,12-0,30$  мм/об [8];

Приймаємо  $S_o=0,25$  мм/об

3) Швидкість різання  $V$ , м/хв.

$V=93$  м/хв ;

4) число обертів шпінделя  $n$ , хв<sup>-1</sup>.

$$- \text{чорнове точіння } n_{чор} = \frac{1000 \cdot V}{\pi \cdot D} = \frac{1000 \cdot 93}{3,14 \cdot 106,21} = 278,8 \text{ хв}^{-1}.$$

$$- \text{чистове точіння } n_{чис} = \frac{1000 \cdot V}{\pi \cdot D} = \frac{1000 \cdot 93}{3,14 \cdot 111,21} = 266,3 \text{ хв}^{-1}.$$

$n_{кор}=250$  хв<sup>-1</sup>.

- точіння шийки

$$n = \frac{1000 \cdot V}{\pi \cdot D} = \frac{1000 \cdot 93}{3,14 \cdot 112,21} = 264,1 \text{ хв}^{-1}.$$

$n_{кор}=250$  хв<sup>-1</sup>.

5) Дійсна швидкість різання  $V_o$ , м/хв

$$- \text{чорнове точіння } V_{дчор} = \frac{\pi \cdot D \cdot n_{кор}}{100} = \frac{3,14 \cdot 106,21 \cdot 250}{1000} = 83,4 \text{ м/хв};$$

$$- \text{чистове точіння } V_{дчис} = \frac{\pi \cdot D \cdot n_{кор}}{100} = \frac{3,14 \cdot 111,21 \cdot 250}{1000} = 87,3 \text{ м/хв}.$$

$$- \text{точіння шийки } V = \frac{\pi \cdot D \cdot n_{кор}}{100} = \frac{3,14 \cdot 112,21 \cdot 250}{1000} = 88,1 \text{ м/хв}$$

б) Перевірка вибраного режиму по потужності

$N_p=2,9$  кВт ;

$N_{шт}=16,5$  кВт,  $2,9 < 16,5$

Отже обробка можлива.

7) Основний час обробки

$$T_o = \sum T_i (T_{чор} + T_{чис} + T_{ш}) \cdot i = \left( \frac{135 + 2,5 + 2}{250 \cdot 0,25} + \frac{135 + 0,5 + 2}{250 \cdot 0,25} + \frac{16 + 3,4}{250 \cdot 0,25} \right) \cdot 2 = 9,586 \text{ хв}$$

$$\text{де } T_i = \frac{l + y + \Delta}{n \cdot S};$$

де  $l_{чор}=l_{чис}=135$  мм,  $l_{ш}=16$  мм;

$y_{чор}=2,5$  мм,  $y_{чис}=0,5$  мм,  $y_{ш}=3,4$  мм;

$\Delta_{чор}=\Delta_{чис}=2$  мм;  $\Delta_{ш}=0$

$i=2$ .

### Перехід 4 Нарізати замкову різьбу.

Різальний інструмент: різець 2666-0027 Т15К6 ГОСТ 18885-73.

Вимірний інструмент: калібр-пробка різьбова 3-117 ГОСТ 8867-77.

						Арк.
						32
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

1) Глибина різання  $t$ , мм

$$t = 3 \text{ мм.}$$

Приймаємо число проходів: чорнових – 6; чистових – 2;

2) Швидкість різання  $V$ , м/хв.

$$V = 112 \text{ м/хв.}$$

3) Частота обертання шпинделя  $n$ , хв<sup>-1</sup>.

$$n_{\text{чор}} = \frac{1000 \cdot V}{\pi \cdot D} = \frac{1000 \cdot 112}{3,14 \cdot 112,21} = 317,8 \text{ хв}^{-1}.$$

$$n_{\text{кор}} = 315 \text{ хв}^{-1}.$$

4) Дійсна швидкість різання  $V_{\text{д}}$ , м/хв

$$V_{\text{д}} = \frac{\pi \cdot D \cdot n_{\text{кор}}}{1000} = \frac{3,14 \cdot 112,21 \cdot 315}{1000} = 106,1 \text{ м/хв.}$$

2) Перевірка вибраного режиму по потужності

$$N_p = 2,6 \text{ кВт};$$

$$N_{\text{ун}} = 16,5 \text{ кВт}, \quad 2,6 < 16,5$$

Отже обробка можлива.

3) Основний час обробки

$$T_o = \left( \frac{L}{n \cdot p} + \frac{L}{n_{\text{зв}} \cdot p} \right) \cdot i = \left( \frac{98 + 8}{315 \cdot 3} + \frac{98 + 8}{315 \cdot 3} \right) \cdot 8 \cdot 2 = 3,59 \text{ хв}$$

де  $P=3$  мм – крок різби.

Перехід 5 Підрізати торець начисто

Різальний інструмент: різець 2112-0035 Т5К10 ГОСТ 2379-77.

Вимірний інструмент: лінійка 0-500 ГОСТ 427-75.

1) Глибина різання.

$$t = \frac{2 \cdot z}{2} = \frac{1,6}{2} = 0,8 \text{ мм.}$$

2) Вибираємо подачу  $S_o$ , мм/об

$$S_o = 0,25 - 0,3 \text{ мм/об.}$$

3) Швидкість різання  $V$ , м/хв.

$$V = 201 \text{ м/хв.}$$

4) Частота обертання шпинделя  $n$ , хв<sup>-1</sup>.

$$n = \frac{1000 \cdot V}{\pi \cdot D} = \frac{1000 \cdot 201}{3,14 \cdot 146} = 438,4 \text{ хв}^{-1},$$

$$n_{\text{кор}} = 400 \text{ хв}^{-1}.$$

5) Дійсна швидкість різання  $V_{\text{д}}$ , м/хв

$$V_{\text{д}} = \frac{\pi \cdot D \cdot n}{1000} = \frac{3,14 \cdot 146 \cdot 400}{1000} = 183,4 \text{ м/хв}$$

6) Перевірка вибраного режиму по потужності

$$N_p = 7,0 \text{ кВт.}$$

$$N_{\text{ун}} = 16,5 \text{ кВт}, \quad 7 < 16,5$$

Отже обробка можлива.

7) Основний час обробки.

$$T_o = \frac{L}{S_{\text{хв}}} \cdot i = \frac{16,65}{0,3 \cdot 400} \cdot 2 = 0,278 \text{ хв.}$$

					Арк.
					33
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	

$$де L=0,8+2+(146-119)/2=16,65 \text{ мм}$$

$$i=2$$

Таблиця 2.3 – Режими різання на операції 110 і 120.

№ операції	Глибина різання $t$ , мм	Подача $S$ , мм/об	Швидкість різання $V$ , м/хв	Частота обертання шпінделя $n$ , хв <sup>-1</sup>	Коректована частота $n_{кор}$ , хв <sup>-1</sup>	Дійсна швидкість різання $V_0$ , м/хв	Потужність різання $N$ , кВт	Основний час обробки $T_0$ , хв	Література	
110	Свердлити отвір на циліндричній частині діаметром $\varnothing 12,6$ і $\varnothing 12,07$ . Верстат: вертикально-свердлильний з ЧПК моделі 2P118Ф2. Різальний інструмент: свердло спіральне 2301- 3423 P6M5 ГОСТ12121-77. Вимірний інструмент: пробка $\varnothing 12,6^{+0,2}$ 8130-7006,06 .									
	6,3	6,035	0,185	$27,5 \cdot 0,65 = 17,9$	452,4	500	21,1	20,3	0,9	26,6
120	Свердлити отвір на конічній частині $\varnothing 12,07$ . Верстат: вертикально-свердлильний з ЧПК моделі 2P118Ф2. Різальний інструмент: свердло спіральне 2301- 3423 P6M5 ГОСТ12121-77. Вимірний інструмент: пробка $\varnothing 12,6^{+0,2}$ 8130-7006,06 .									
	6,035	0,185	$27,5 \cdot 0,65 = 17,9$	452,4	500	20,3	0,9	1,82	[8]	
090	Фрезерувати по черзі три гвинтові канавки, повертаючи заготовку на $\angle 120^0$ . Верстат: горизонтально-фрезерний моделі 6M83. Різальний інструмент: фреза дискова фасона P6M5, $z=10$ , $D=125$ мм.									
	12	0,12 мм/зуб	18	46	50	18,8	5,7	60,9	[8]	

## 2.5. Нормування технологічної операції.

### Операція 050 токарно-копіювальна

1) Основний час на нормовану операцію становить  $T_0=23,18$  хв.

2) Визначаємо допоміжний час  $T_{доп}$  хв:

$$T_{доп} = T_{уст} + T_{вим} + T_{пер} \quad (2.8)$$

де  $T_{уст} = 2,5$  хв - час на установку і зняття деталі, [7];

$T_{вим}$  - час на вимірювання, хв:

$$T_{вим} = t_{вим} \cdot K_{тв} \cdot i = 0,17 \cdot 0,6 \cdot 2 = 0,204 \text{ хв.}$$

де  $t_{вим} = 0,17$  хв;

$K_{тв} = 0,6$  – коефіцієнт вибірковості;

$i = 2$  – кількість проходів;

$T_{пер}$  - час на перехід:

$$T_{пер} = t_{пер1} + t_{пер2} + t_{пер3} + t_{пер4} = 0,2 + 0,07 + 0,06 + 0,07 = 0,4 \text{ хв.}$$

де  $t_{пер1} = 0,1 \cdot 2$  хв – час зв'язаний з переходом;

$t_{пер2} = 0,07$  хв – час на зміну чмсла обертів шпінделя;

$t_{пер3} = 0,06$  хв – час на зміну подачі;

$t_{пер4} = 0,07$  хв час на зміну інструменту.

Таким чином :

$$T_{доп} = 2,5 + 0,204 + 0,4 = 3,104 \text{ хв.}$$

					Арк.
					34
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	

3) Визначаємо оперативний час  $T_{on}$  хв.

$$T_{on} = T_o + T_{дон} = 23,18 + 3,104 = 26,28 \text{ хв.}$$

4) Час на обслуговування робочого місця  $T_{обс}$  хв.

$$T_{обс} = T_{on} \cdot a_{обс} / 100 = 26,28 \cdot 3,5 / 100 = 0,92 \text{ хв.}$$

де  $a_{обс} = 3,5\%$  - процент часу від  $T_{on}$  на обслуговування робочого місця.

5) Час на відпочинок і особисті потреби  $T_{від}$  хв.

$$T_{від} = T_{on} \cdot a_{від} / 100 = 26,28 \cdot 4 / 100 = 1,05 \text{ хв}$$

де  $a_{від} = 4\%$  - процент часу від  $T_{on}$  на відпочинок і особисті потреби.

б) розрахунок норм штучного часу  $T_{шт}$  хв,

$$T_{шт} = T_{on} + T_{обс} + T_{від} = 26,28 + 0,92 + 1,05 = 28,25 \text{ хв.}$$

7) Вибір норм підготовчо-заключного часу на партію деталей  $T_{пз}$  хв,

$$T_{пз} = 14 \text{ хв.}$$

8) Розрахунок норм штучно-калькуляційного часу  $T_{ш-к}$  хв,

$$T_{ш-к} = T_{шт} + T_{пз} / n = 28,25 + 14 / 11 = 29,52 \text{ хв}$$

де  $n = 11 шт$  – число деталей в партії.

2.6. Техніко-економічні показники розробленого технологічного процесу.

Вибір технологічного обладнання проводимо на базі проектного технологічного процесу, для якого використані наступні верстати:

- токарно-гвинторізний верстат моделі 163 на операції 030;
- токарно-копіювальний верстат моделі КМ151 на операції 050;
- токарно-гвинторізний верстат з ЧПК моделі 16К30Ф33 на операції 070;
- горизонтально-фрезерний верстат моделі 6М83 на операції 090;
- вертикально-свердлиль верстат з ЧПК моделі 2Р118Ф2 на операціях 110 і 120.

1) На операції 030 використовується верстат моделі 163

2) На операції 050 використовується верстат моделі КМ151

3) На операції 070 використовується верстат моделі 16К30Ф33

4) На операції 090 використовується верстат моделі 6М83

5) На операції 110 використовується верстат моделі 2Р118Ф2

6) На операції 120 використовується верстат моделі 2Р118Ф2

Визначаємо середній коефіцієнт завантаження

						Арк.
						35
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Таблиця 2.4 – Кількість і вартість основного технологічного обладнання

Назва обладнання	Модель обладнання	Потужність одиниці обладнання, кВт	Прийнята одиниця обладнання	Загальна установочна потужність, кВт	Вартість одиниці обладнання, грн
Токарно-гвинторізний верстат мод. 163	163	22	1	22	41010
Токарно-копіювальний верстат мод. KM151	KM151	14	1	14	400961
Токарний верстат з ЧПК мод. 16K30Ф33	16K30Ф33	22	1	22	960630
Горизонтально-фрезерний верстат мод. 6M83	6M83	13	1	13	35023
Свердлильний верстат з ЧПК мод. 2P118Ф2	2P118Ф2	3,7	1	3,7	280200
Свердлильний верстат з ЧПК мод. 2P118Ф2	2P118Ф2	3,7	1	3,7	280200
<b>Всього</b>		78,4	6	78,4	560400,10

						Арк.
						36
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

### 3. Проектування технологічної оснастки.

#### 3.1. Розробка верстатного пристрою на операцію 030

##### 3.1.1. Опис та принцип роботи пристрою

Даний пристрій – патрон цанговий встановлюється на токарно-гвинторізному верстаті моделі 163. Цей пристрій призначений для встановлення і закріплення заготовок корпусу калібратора 12-КСИ215,9СТК на токарно-гвинторізальній операції 030 при свердлінні отвору  $\varnothing 80 \pm 3$ .

Основними деталями даного пристрою є: фланець передній 1, який за допомогою гвинтів кріпиться до корпусу 6. В корпусі також встановлюється втулка 2, а на передній частині пристрою до корпусу кріпиться обмежувачем 7. Також в корпусі монтується робочий орган пристрою-цанга 3. Цанга через тягу 5 з'єднана із штоком пневмоциліндра 18. Пневмоциліндр за допомогою болтів кріпиться до заднього фланця 8.

Принцип роботи пристрою полягає в наступному. Повітря під тиском подається в штокову порожнину і переміщає поршень з'єднаний із штоком і через тягу передає зусилля на цангу. Цангові пелюстки ковзаючи по конічній поверхні корпусам здійснюють переміщення в поперечному напрямі і тим самим затискають деталь.

Розтискання заготовки здійснюється аналогічно, при подачі повітря в безштокову порожнину.

##### 3.1.2 Визначення сили затискання та розрахунок силового приводу

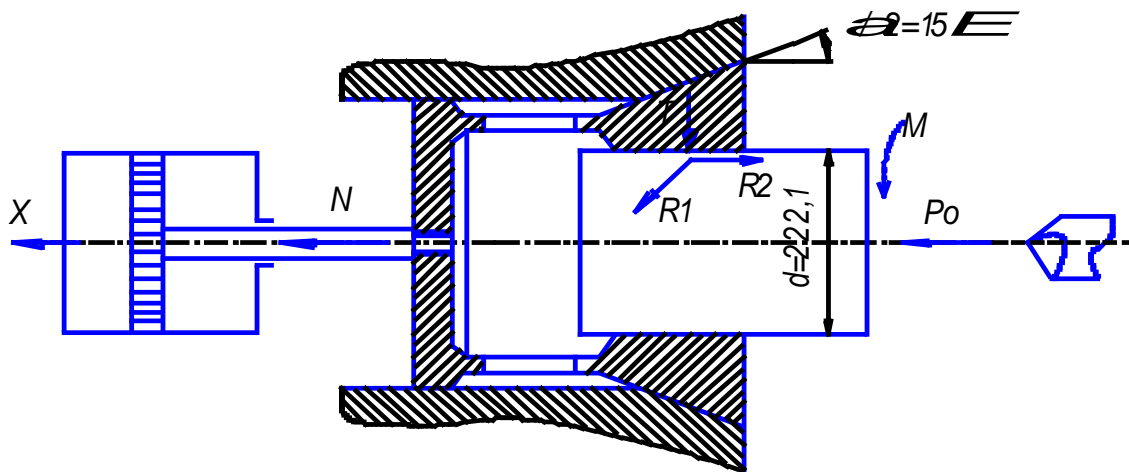


Рисунок 3.1 – Схема дії сил на деталь

Мінімальні сили, які отримують заготовку від прокручування і осьового зміщення будуть рівні

$$R_z = P_0 = 69943,5 \text{ Н} \quad ;$$
$$R_z = \frac{2 \cdot M}{d} = \frac{2 \cdot 1604,3}{0,2221} = 13950,4 \text{ Н};$$

					Арк.
					37
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	

де  $M=1604,3$  Нм – крутний момент;

$d=0,2221$ м – діаметр заготовки;

Повна розрахункова сила на поверхні зажиму діаметром  $d$  визначаємо за формулою:

$$R_z = \sqrt{R_1^2 + R_2^2} = \sqrt{69943,5^2 + 13950,4^2} = 71321,2 \text{ Н.}$$

Загальне радіальна сила затиску, що притискає губки цанги до заготовки

$$T = \frac{K_{зан} \cdot R_z}{\mu} = \frac{2 \cdot 71321,2}{0,7} = 204 \text{ кН,}$$

де  $\mu = 0,7$  - коефіцієнт початкового зсуву, [7];

$K_{зан}=2$  – коефіцієнт запасу.

Визначаємо мінімальну силу, яку повинен розвинути пневмоциліндрі для закріплення деталі.

$$N = T \cdot \left[ \operatorname{tg} \left( \frac{\alpha}{2} + \varphi \right) + \operatorname{tg} \varphi_1 \right] \quad (3.1)$$

де  $\alpha = 30^\circ$  - кут конуса цанги;

$\varphi$  - кут терте,

$$\varphi = \operatorname{arctg} f_1 = \operatorname{arctg} 0,1 = 5,7^\circ;$$

де  $f_1=0,1$  – коефіцієнт тертя конусної поверхні;

$\varphi_1$  - кут тертя;

$$\varphi_1 = \operatorname{arctg} f_2 = \operatorname{arctg} 0,1 = 5,7^\circ;$$

де  $f_2$  - коефіцієнт тертя для поверхні цанги, що дотикається з заготовкою.

Отже, за (3.1)

$$N = 204 \cdot \left[ \operatorname{tg} (15^\circ + 5,7^\circ) + \operatorname{tg} 5,7^\circ \right] = 86,6 \text{ кН.}$$

Визначаємо діаметр пневмоциліндра, який забезпечив би необхідне зусилля затиску за формулою:

$$N = \frac{\pi \cdot D^2 \cdot P}{4} \cdot \eta, \quad (3.2)$$

де  $P=0,6$  МПа – робочий тиск в системі;

$\eta = 0,8$  - механічний коефіцієнт.

Отже, за (3.2)

$$D = \sqrt{\frac{4 \cdot N}{\pi \cdot P \cdot \eta}} = \sqrt{\frac{4 \cdot 86,6 \cdot 10^3}{3,14 \cdot 0,6 \cdot 10^6 \cdot 0,8}} = 0,379 \text{ м.}$$

Приймаємо  $D=400$  мм. [9, с.234, т.16]

Тоді дійсне зусилля затиску буде рівне:

$$N = \frac{3,14 \cdot 0,4 \cdot 0,6 \cdot 10^6}{4} \cdot 0,8 = 91320 \text{ Н.}$$

### 3.1.3 Розрахунок пристрою на міцність

Як слабку ланку розглянемо різьбове з'єднання штоку поршня і тяги, що в парі передають зусилля на цангу. З умови міцності на розтяг визначаємо мінімальний діаметр різьби, а з умови міцності на зминання визначаємо мінімальну довжину згвинчування, а відповідно і мінімальну кількість витків різьби.

						Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		38

Умова міцності на розтяг

$$\sigma_p = \frac{4F}{\pi \cdot d^2} \leq [\sigma_p]; \quad (3.3)$$

де  $F=91,32$  кН – зусилля, яке розвиває пневмоциліндр;

$d$  - діаметр різьби, мм;

$[\sigma_p]$  - допустимі напруження розтягу;

$$[\sigma_p] = \frac{\sigma_T}{n} = \frac{590}{3} = 197 \text{ мПа},$$

де  $[\sigma_T] = 590$  мПа – границя текучості матеріалу, [7];

$n=2\dots 5$  – коефіцієнти запасу міцності, приймаємо  $n=3$ .

Отже, за (2.3)

$$d = \sqrt{\frac{4F}{\pi \cdot [\sigma_p]}} = \sqrt{\frac{4 \cdot 91320}{3,14 \cdot 197}} = 24,3 \text{ мм.}$$

Приймаємо  $d=25$  мм.

Умова міцності на зминання:

$$\sigma_{zm} = \frac{F}{d \cdot \delta} \leq [\sigma_{zm}], \quad (3.4)$$

де  $[\sigma_{zm}]$  - допустиме напруження зминання, мПа;

$$[\sigma_{zm}] = 0,8 \cdot 590 = 472 \text{ мПа.}$$

$\delta$  - довжина згвинчування.

Отже, за (2.4)

$$\delta = \frac{F}{d \cdot [\sigma_{zm}]} = \frac{91320}{25 \cdot 472} = 7,7 \text{ мм.}$$

Мінімальне число витків

$$h = \frac{\delta}{P} = \frac{7,7}{2} = 3,85, \text{ приймаємо } n_{min}=4,$$

де  $P=2$  – крок різьби.

Приймаємо довжину різьби  $l=30$  мм.

Отже дане різьбове з'єднання має достатню міцність на розтяг і на зминання.

### 3.1.4 Рівень уніфікації і стандартизації пристрою

Для визначення рівня уніфікації і стандартизації пристрою користуються коефіцієнт уніфікації

$$K_y = \frac{C}{K} \cdot 100\%, \quad (3.5)$$

де  $C=37$  – кількість стандартних деталей в пристрої;

$K=46$  мм – загальна кількість деталей в пристрої.

Отже, за (3.5)

$$K_y = \frac{37}{46} \cdot 100\% = 80,4\% .$$

Отже пристрій є доволі уніфікований, оскільки його конструкція містить багато стандартних деталей, про що і говорить коефіцієнт уніфікації  $K_y=80,4\%$ .

						Арк.
						39
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

### 3.1.5 Розрахунок пристрою на точність.

Допустима неточність виготовлення даного пристрою  $T_{np}$  визначається за формулою

$$T_{np} \leq T_3 - 1,2 \cdot \sqrt{(0,8 \cdot \varepsilon_\delta)^2 + \varepsilon_3^2 + (0,8 \cdot \omega)^2}$$

де  $T_3$  – допуск на виконуваний при обробці заготовки розмір,  $T_3 = 6 \text{ мм}$ ;

$\varepsilon_\delta$  – похибка базування заготовки в пристрої,

$$\varepsilon_\delta = \Delta_\kappa \cdot l = 1 \cdot 240 = 240 \text{ мкм},$$

де  $l$  – виліт заготовки,  $l = 240 \text{ мм}$ ;

$\Delta_\kappa$  – питома кривизна заготовки,  $\Delta_\kappa = 1,0 \text{ мкм} / \text{мм}$ ;

$\varepsilon_3$  – похибка закріплення заготовки в пристрої,  $\varepsilon_3 = 0,13 \text{ мм}$

$\omega$  – економічна точність обробки даним методом,

$$\omega = 0,460 \text{ мм}$$

Отже

$$T_{np} = 6 - 1,2 \cdot \sqrt{(0,8 \cdot 0,24)^2 + 0,13^2 + (0,8 \cdot 0,46)^2} = 5,48 \text{ мм}$$

Отже допустима похибка пристрою не повинна перевищувати величину  $T_{np} = 5,48 \text{ мм}$ .

## 3.2 Розробка верстатного пристрою на операцію 070

### 3.2.1 Опис та принцип роботи пристрою

Пристрій – патрон трикулачковий призначений для встановлення і закріплення в ньому корпуса калібратора 12-КСН215,9СТК на токарно-гвинторізальній операції 070. Даний пристрій встановлюється на токарно-гвинторізальному верстаті з ЧПК моделі 16К20Ф3, на якому здійснюється обробка зовнішньої шийки, обробка конічного отвору і нарізання замкової різьби.

Пристрій складається із наступних основних частин: корпуса 1, який кріпиться до верстату і на якому монтуються всі інші деталі пристрою. На передній частині пристрою знаходиться фланець 7, який кріпиться до корпусу за допомогою гвинтів 18. В задній частині пристрою знаходиться задній фланець 2, до якого кріпиться тяга 4, що передає зусилля затиску від пневмоциліндра до кулачків 8, що безпосередньо здійснюють затиск. До кулачків за допомогою гвинтів 13 кріпляться плунжери 6, що контактують похилою поверхнею із клином 10. Всі рухомі частини пристрою, які контактують одна з одною шляхом тертя змащуються мастилом через маслянки 11.

Робота пристрою полягає в наступному. Після встановлення заготовки в пристрій, повітря подається в безштокову порожнину пневмоциліндра. Шток давить на тягу 4, яка контактує з фланцем 2, тим самим передає зусилля від пневмоциліндра до фланця 2. Фланець 2 будучи в безпосередньому контакті

						Арк.
						40
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

з клином 10 змушує його переміщатись в осьовому напрямі. При переміщенні обмежувача в осьовому напрямі він контактує з похилою поверхнею плунжера 6 і тим самим здійснює вертикальне переміщення кулачків 8. Кулачки переміщуючись в вертикальному напрямі до осі деталі здійснюють затиск деталі. Розтискання деталі проходить аналогічно, при подачі повітря в штокову порожнину пневмоциліндра.

### 3.2.2 Визначення сили затиску та розрахунок силового приводу

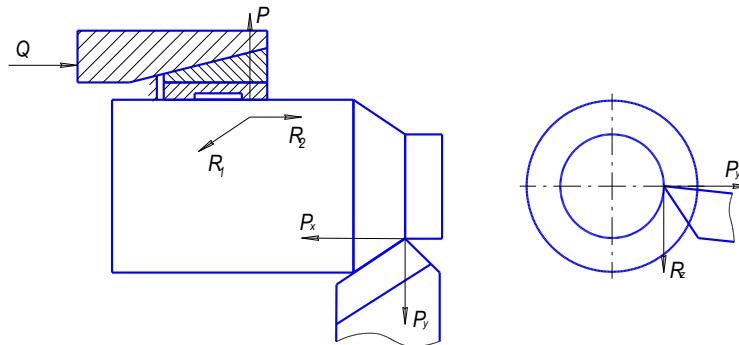


Рисунок 3.2 – Схема дії сил на деталь

Розрахунок необхідного зусилля, яке повинен розвинути пневмоциліндр визначаємо як для клиноплунжерних механізмів за формулою:

$$Q = P \frac{\operatorname{tg}(\alpha + \varphi_1') + \operatorname{tg} \varphi_2'}{1 - \operatorname{tg}(\alpha + \varphi_1') \cdot \operatorname{tg} \varphi_3'} \quad (3.6)$$

де  $P$  – необхідне зусилля затиску, Н;  
 $\alpha$  – кут клина,  $\alpha=20^\circ$ ;  
 $\varphi_1'$  – кут тертя на похилій поверхні;  
 $\varphi_2'$  – кут тертя на горизонтальній поверхні;  
 $\varphi_3'$  – кут тертя плунжера по направляючій;

$$\varphi = \operatorname{arctg} f = \operatorname{arctg} 0.16 = 9.1^\circ$$

де  $f$  – коефіцієнт тертя,  $f=0.16$  для сталі по сталі [7].

Вважаючи, що найбільші зусилля будуть виникати при точінні шийки, розрахуємо складові сили різання для цього переходу, знаючи що:  $t=2.5\text{мм}$ ,  $S=1.1\text{мм/об}$ ,  $V=59.66\text{м/хв}$  (див. 1.5.22)

$$P_z(P_y; P_x) = 10 C_p \cdot t^{X_p} \cdot S^{Y_p} \cdot V^{n_p} \cdot K_p, \text{ Н} \quad (3.7)$$

де  $K_p$  – поправочний коефіцієнт,

$$K_p = K_{M_p} \cdot K_{\varphi_p} \cdot K_{j_p} \cdot K_{\lambda_p} \cdot K_{r_p}, \quad (3.8)$$

де  $K_{M_p} = \left(\frac{\sigma_B}{75}\right)^{n_p}$  –

$$n_{P_z} = 0.75 \quad n_{P_y} = 1.35 \quad n_{P_x} = 1.0 \quad -$$

$$K_{M_{P_z}} = \left(\frac{100}{75}\right)^{0.75} = 1.24 \quad K_{M_{P_y}} = \left(\frac{100}{75}\right)^{1.35} = 1.47 \quad K_{M_{P_x}} = \left(\frac{100}{75}\right)^1 = 1.33$$

					Арк.
					41
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	

$$K_{\varphi_{Pz}} = 1 \quad K_{\varphi_{Py}} = 1 \quad K_{\varphi_{Px}} = 1$$

$$K_{j_{Pz}} = 1 \quad K_{j_{Py}} = 1 \quad K_{j_{Px}} = 1$$

$$K_{\lambda_{Pz}} = 1 \quad K_{\lambda_{Py}} = 1.25 \quad K_{\lambda_{Px}} = 0.85$$

$$K_{r_{Pz}} = 1 \quad K_{r_{Py}} = 1 \quad K_{r_{Px}} = 1$$

- для P<sub>Z</sub>: C<sub>p</sub> = 300      X<sub>p</sub> = 1.0      Y<sub>p</sub> = 0.75      n<sub>p</sub> = -0.15

- для P<sub>Y</sub>: C<sub>p</sub> = 243      X<sub>p</sub> = 0.9      Y<sub>p</sub> = 0.6      n<sub>p</sub> = -0.3

- для P<sub>X</sub>: C<sub>p</sub> = 339      X<sub>p</sub> = 1.0      Y<sub>p</sub> = 0.5      n<sub>p</sub> = -0.4

$$K_{P_z} = 1.24 \cdot 1 \cdot 1 \cdot 1 \cdot 1 = 1.24$$

$$K_{P_y} = 1.47 \cdot 1 \cdot 1 \cdot 1.25 \cdot 1 = 1.84$$

$$K_{P_x} = 1.33 \cdot 1 \cdot 1 \cdot 0.85 \cdot 1 = 1.13$$

Таким чином :

$$P_z = 10 \cdot 300 \cdot 2.5^{1.0} \cdot 1.1^{0.75} \cdot 59.66^{-0.15} \cdot 1.24 = 5409.7$$

$$P_y = 10 \cdot 243 \cdot 2.5^{0.5} \cdot 1.1^{0.6} \cdot 59.66^{-0.3} \cdot 1.84 = 3163.1$$

$$P_x = 10 \cdot 339 \cdot 2.5^{1.0} \cdot 1.1^{0.5} \cdot 59.66^{-0.4} \cdot 1.33 \cdot 0.85 = 1958.1$$

Отже мінімальні сили, які утримують заготовку від прокручування і зміщення в осьовому напрямі будуть рівні

$$P_1 = P_z = 5409.7 \quad P_2 = P_x = 1958.1$$

Повна розрахункова сила на поверхні зажиму.

$$R_{\Sigma} = \sqrt{R_1^2 + R_2^2} = \sqrt{5409.7^2 + 1958.1^2} = 5753.2 \text{ Н}$$

Загальна радіальна сила затиску, що притискає кулачки до заготовки

$$P = \frac{K_{\text{зап}} \cdot R_{\Sigma}}{\mu} = \frac{2 \cdot 5753.2}{0.5} = 23012.8 \text{ Н} = 23.0128 \text{ кН}$$

де K<sub>зап</sub> – коефіцієнт запасу, K<sub>зап</sub>=2

μ – коефіцієнт початкового зсуву, μ=0.5;

Таким чином :

$$Q = 23.0128 \cdot \frac{\text{tg}(20^\circ + 9.1^\circ) + \text{tg}9.1^\circ}{1 - \text{tg}(20^\circ + 9.1^\circ) \cdot \text{tg}9.1^\circ} = 18.107 \text{ кН.}$$

Діаметр циліндра, який забезпечить таке зусилля затиску при подачі повітря в безштокову порожнину визначається за формулою

$$Q = \frac{\pi D^2}{4} p \eta, \quad (3.9)$$

де D – діаметр пневмоциліндра, м:

η – механічний коефіцієнт, η=0.75:

p – робочий тиск в системі, p=0.6 МПа.

Отже, за (2.9)

$$D = \sqrt{\frac{4 \cdot 18107}{3.14 \cdot 0.6 \cdot 10^6 \cdot 0.75}} = 0.226$$

Приймаємо стандартний діаметр пневмоциліндра  $D=250$  мм  
Отже дійсне зусилля, яке створює пневмоциліндр буде рівне

$$Q = \frac{\pi D^2}{4} p \eta = \frac{3.14 \cdot 0.25^2}{4} \cdot 0.6 \cdot 10^6 \cdot 0.75 = 22078 \text{ Н}$$

### 3.2.3 Розрахунок пристрою на міцність

Як слабку ланку патрону розглядаємо різьбове з'єднання тяги 4 і втулки 5, яке дозволяє передавати зусилля з пневмоциліндра на кулачки і сприймає найбільше навантаження при передачі цього зусилля. З умови міцності на змикання визначимо мінімальну довжину згвинчування і відповідно кількість витків різьби.

Умова міцності на змикання

$$\sigma_{зм} = \frac{F_{зобн}}{d \cdot \delta} \leq [\sigma_{зм}], \quad (3.10)$$

де  $F_{зобн}$  – зусилля яке створює пневмоциліндр,  $F_{зобн}=22078$  Н;

$d$  – діаметр різьби,  $d=30$  мм;

$\delta$  – довжина згвинчування;

$[\sigma_{зм}]$  – допустимі напруження на змикання, МПа;

$$[\sigma_{зм}] = 0.8 \cdot \sigma_T \cdot 0.8 \cdot 290 = 232, \text{ МПа};$$

де  $\sigma_T$  – границя текучості сталі, МПа;  $\sigma_T = 290$  МПа [7].

Таким чином :

$$\delta = \frac{F_{зобн}}{d \cdot [\sigma_{зм}]} = \frac{22078}{30 \cdot 232} = 3.17 \text{ мм.}$$

Мінімальне число витків  $n = \frac{\delta}{p} = \frac{3.17}{2}, n_{\min} = 2$  витки,

де  $p$  – крок різьби,  $p=2$  мм.

Отже для забезпечення передачі зусилля достатньо, щоб довжина різьби була 4 мм.

Приймаємо довжину різьби  $l=35$  мм.

### 3.2.4 Рівень уніфікації і стандартизації пристрою

Коефіцієнт уніфікації визначається за формулою (3.5).

Кількість стандартних деталей у пристрої  $C=56$ ;

Загальна кількість деталей в пристрої  $K=78$ .

Отже, за (2.5)

$$K_y = \frac{56}{78} \cdot 100\% = 71.8\%$$

Отже пристрій є доволі уніфікованим, оскільки його конструкція містить багато стандартних деталей, про що і говорить коефіцієнт уніфікації  $K_y = 71.8\%$

### 3.2.5 Розрахунок пристрою на точність

Допустиму точність виготовлення даного пристрою  $T_{np}$  визначаємо за формулою

						Арк.
						43
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

$$T_{np} \leq T_3 - 1.2 \cdot \sqrt{(0.8\varepsilon_\delta)^2 + \varepsilon_3^2 + (0.8\omega)^2 + \varepsilon_n},$$

де  $T_3$  – допуск на виконуваний при обробці заготовки розмір,

$$T_3 = 0,25$$

$\varepsilon_\delta$  – похибка базування заготовки в пристрої

$$\varepsilon_\delta = \Delta_K \cdot l = 0.05 \cdot 240 = 0.012 \text{ мм},$$

де  $l$  – виліт заготовки,  $l=240$  мм;

$\Delta_K$  – питома кривизна заготовки,

$$\Delta_K = 0.05 \frac{\text{мкм}}{\text{мм}},$$

$\varepsilon_3$  – похибка закріплення заготовки в пристрої,

$$\varepsilon_3 = 0.12 ;$$

$\omega$  – економічна точність обробки даним методом,

$$\omega = 0.250 ,$$

$\varepsilon_K$  – похибка настроювання,

$$\varepsilon_K = 0,005 , \quad [7]$$

Отже  $T_{np} = 0.25 - 1.2 \cdot \sqrt{(0.8 \cdot 0.012)^2 + 0.12^2 + 0.005^2 + (0.8 \cdot 0.16)^2} = 0.039 \text{ мм}.$

Отже допустима похибка пристрою не повинна перевищувати величину  $T_{np} = 0.039 \text{ мм}.$

### 3.3 Розробка верстатного пристрою на операцію 090

#### 3.3.1 Опис та принцип роботи пристрою

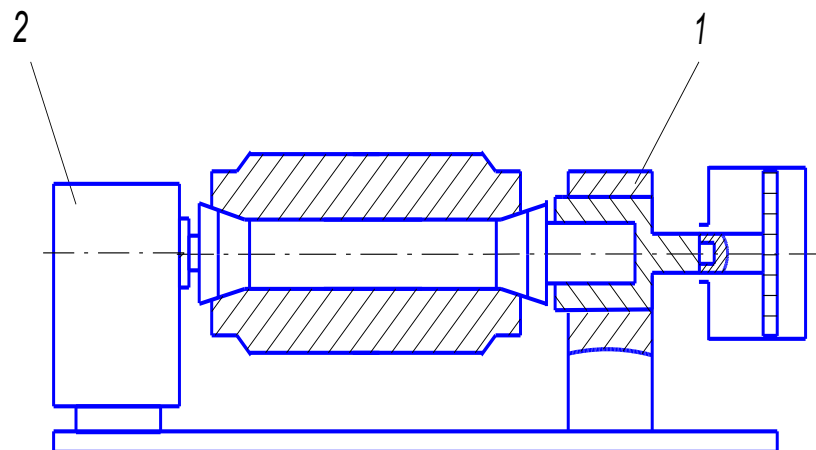


Рисунок 3.3 – Схема пристрою

Даний пристрій встановлюється на горизонтально-фрезерному верстаті і використовується на операцію 0990 для базування і закріплення деталей при послідовному фрезеруванні 3-х гвинтових канавок.

						Арк.
						44
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Пристрій являє собою сукупність двох основних вузлів: задньої бабки 1 і поділової головки 2 (рисунок 3.3). Поділова головка є стандартною.

Основними деталями задньої бабки є: корпус 1, який має спеціальні пази, за допомогою яких бабка кріпиться на столі верстату. В корпусі встановлюється піноль задньої бабки 2, яка в свою чергу з'єднана різьбовим з'єднанням із штоком пневмоприводу. Фіксація пінолі і забезпечення надійного затиску здійснюється за допомогою ручки 23, яка передає зусилля на прихват 9. В пінолі виготовлено отвір, який відповідає конусу МОРЗЕ 5 АТ8 ГОСТ 25557-82, для встановлення в ньому спеціального центру 39. Центр являється збірною одиницею, і складається із упорно-радіального і упорного підшипників і кришки. Для запобігання витікання масла в кришці встановлено ущільнююче кільце 12. Для монтажу і демонтажу пристрою, в корпусі вмонтовані два рим-болти 22.

На задній стороні бабки за допомогою шпильок кріпиться фланець 3, до якого в свою чергу кріпиться пневмоциліндр 4, який закритий кришкою 7. Поршень пневмоциліндра 5 монтується в циліндрі і кріпиться до штоку 10 за допомогою гайки. Для забезпечення герметичності пневмоциліндра використовують ущільнюючі кільця 30 і 31. Подача повітря в пневмоциліндр здійснюється через ніпель 6.

Принцип дії пристрою полягає в наступному.

Деталь встановлюється в спеціальних зрізаних центрах на підшипниках. Затиск деталі здійснюється при подачі стиснутого повітря під тиском 0.6 МПа в безштокову порожнину пневмоциліндра, піноль в якому міститься центр з'єднаний із штоком і при дії повітря на поршень переміщає центр, таким чином затискається заготовка. Розпуск здійснюється аналогічно, при подачі повітря в штокову порожнину.

Гвинтовий поворот деталі при фрезеруванні забезпечується гітарою змінних зубчатих коліс, що зв'язані із органом подачі верстату.

### 3.3.2 Визначення сили затиску і розрахунок силового приводу

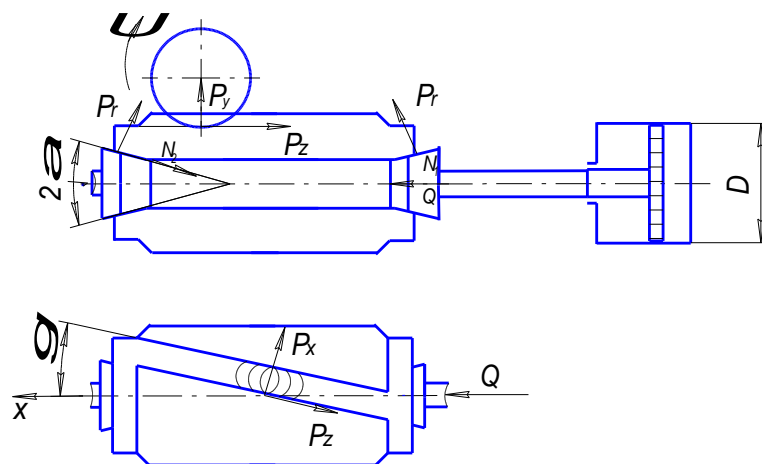


Рисунок 3.4 – Схема дії сил на заготовку

						Арк.
						45
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Визначаємо силу різання при фрезерування за формулою

$$N_c = \frac{P_z v}{1020 \cdot 60},$$

де  $N_c$  – потужність різання,  $N_c=5,7$  кВт;  
 $v$  – швидкість різання,  $v=18,8$  м/хв.

Таким чином :

$$P_z = \frac{1020 \cdot 60 \cdot N_c}{v} = \frac{1020 \cdot 60 \cdot 5.7}{18.8} = 18438.1$$

Радіальна сила  $P_y$  і осьова  $P_x$  будемо визначати за формулами

$$P_y = (0.6...0.8)P_z$$

$$P_x = 0.28 \cdot P_z$$

Отже, за (2.7)

$$P_y = 0.7 \cdot 18438.1 = 12906.7 \text{ Н};$$

$$P_x = 0.28 \cdot 18438.1 = 5200 \text{ Н}.$$

Складемо рівняння рівноваги всіх сил на вісь X

$$N_1 \cos \alpha + R_1 \sin \alpha - N_2 \cos \alpha - R_1 \sin \alpha + Q - P_z \cos \gamma - P_x \sin \gamma = 0 \quad (3.11)$$

Оскільки розміри центрів однакові, то рахуємо що

$$N_1 = N_2 \quad R_1 = R_2$$

Тоді рівняння набуде вигляду

$$Q = P_z \cos \gamma + P_x \sin \gamma = 18.4 \cos 25^\circ + 5.2 \sin 25^\circ = 18.9 \text{ кН},$$

де  $\gamma$  – кут нахилу гвинтової канавки,  $\gamma=25^\circ$ .

Визначаємо необхідний діаметр пневмоциліндра, який забезпечить необхідне зусилля затиску:

$$Q = \frac{\pi D^2}{4} p \eta, \quad (3.12)$$

де  $D$  – діаметр пневмоциліндра, м;  
 $p$  – робочий тиск в системі,  $p=0,6$  МПа;  
 $\eta$  – механічний коефіцієнт,  $\eta=0,75$ .

Отже, за (2.9)

$$D = \sqrt{\frac{4Q}{\pi p \eta}} = \sqrt{\frac{4 \cdot 18900}{3.14 \cdot 0.6 \cdot 10^6 \cdot 0.75}} = 0.231 \text{ м} = 231 \text{ мм}$$

Приймаємо стандартний діаметр пневмоциліндра  $D=250$  мм.

Отже зусилля, яке створить пневмоциліндр буде рівним

$$Q = \frac{3.14 \cdot 0.25^2}{4} \cdot 0.6 \cdot 10^6 \cdot 0.75 = 22078.1 \text{ Н}$$

### 3.3.3 Розрахунок пристрою на міцність

Як слабку ланку розглядаємо різбове з'єднання штоку поршня і пінолі в тому випадку, коли згвинчування не проходить до упору є ймовірність зминання різьби при дії зусилля на поршень.

З умови міцності на зминання визначимо мінімальну довжину згвинчування і відповідно мінімальну кількість витків різьби.

$$\sigma_{зм} = \frac{F_{зобн}}{d \cdot \delta} \leq [\sigma_{зм}], \quad (3.13)$$

						Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		46

де  $F_{зовн}$  – зусилля, яке розвиває пневмоциліндр,

$$F_{зовн} = Q = 22078.1, \text{ Н}$$

$d$  – діаметр різьби,  $d=20$  мм;

$[\sigma_{зм}]$  – допустиме напруження на зминання,

$$[\sigma_{зм}] = 0.8\sigma_T = 0.8 \cdot 290 = 232 \text{ МПа,}$$

де  $\sigma_T$  – границя текучості матеріалу,  $\sigma_T = 290$  МПа

Таким чином :

$$\delta = \frac{F_{зовн}}{d \cdot [\sigma_{зм}]} = \frac{22078.1}{20 \cdot 232} = 4.7 \text{ мм}$$

Мінімальне число витків

$$n = \frac{\delta}{p} = \frac{4.7}{2} = 2.4 \quad n_{\text{мін}} = 3$$

де  $p=2$  – крок різьби.

Отже для забезпечення перелачі зусилля штоку піноль достатньо, щоб довжина різьби була 6 мм.

Приймаємо довжину різьби  $l=30$  мм.

3.3.4 Рівень уніфікації і стандартизації пристрою

Коефіцієнт уніфікації визначається за формулою (3.5)

Кількість стандартних деталей в пристрої  $C=80$ ;

Загальна кількість деталей в пристрої  $K=87$ .

Отже, за (2.5)

$$K_y = \frac{80}{97} \cdot 100\% = 82.5\%$$

Отже, пристрій є повністю уніфікованим, оскільки його конструкція містить багатостандартних деталей, про що свідчить коефіцієнт уніфікації  $K_y=82.5\%$ .

3.3.5 Розрахунок пристрою на точність

При фрезерування гвинтових канавок заготовку необхідно повернути на кут  $120^{+1^\circ}$ .

Тому визначимо похибку кута, яка може виникати при діленні заготовки на кут  $120^\circ$

Оскільки диск фіксується фіксатором, то похибка буде рівна куту, який виникає внаслідок зазору між диском і фіксатором.

Отже

$$\varepsilon_\alpha = \arctg \frac{S_{\text{max}}}{l};$$

де  $\varepsilon_\alpha$  – кутове відхилення;

$S_{\text{max}}$  – зазор, який може бути між фіксатором і диском, які з'єднані по насадці  $\frac{H7}{g6}$ ;

$$S_{\text{max}} = ES - l_i = 12 - (-12) = 24 \text{ мкм;}$$

$l$  – відстань від центра диска до центра відповідного отвору.

						Арк.
						47
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Розглянемо два варіанти розміщення отворів

$$l_{\min} = 40 \text{ мм}; \quad l_{\max} = 85 \text{ мм}.$$

Отже

$$\varepsilon_{\alpha \min} = \arctg \frac{0.024}{40} = 0.034^\circ;$$

$$\varepsilon_{\alpha \max} = \arctg \frac{0.024}{85} = 0.016^\circ.$$

Отже, ділення ділильною головкою забезпечує відповідну точність ділення деталі.

### 3.4 Розрахунок контрольного пристрою

#### 3.4.1 Опис та принцип роботи пристрою

Даний пристрій призначений для контролю радіального биття зовнішньої поверхні корпусу калібратора на контрольній операції 080 до поверхні різьби.

Контрольний пристрій складається із кільця 3, всередині якого монтується пробка різьбова 7. Пробка утримується в кільці за допомогою болтів 10. До пробки за допомогою гвинтів 12 кріпиться штурвал 8. До зовнішньої поверхні кільця болтом 9 кріпиться кронштейн, який фіксується штифтом 13. На кронштейні за допомогою затискуючого гвинта 6 кріпиться вимірний пристрій 1, яким контролюється радіальне биття.

Контроль радіального биття зовнішньої поверхні корпусу калібратора до поверхні різьби здійснюється наступним чином. Деталь встановлюється в вертикальному положенні на контрольному столі. Пристрій встановлюється різьбовою пробкою в кінчному отворі корпусу калібратора нарізаною замковою різьбою. Повертаючи штурвал 8 здійснюємо згвинчування різьби, при цьому необхідно забезпечити правильне згвинчування, щоб не було перекосів. Після правильного встановлення пристрою проводимо контроль. Контроль здійснюється плавним обертанням кільця 3 з вимірним пристроєм 1 навколо осі корпусу калібратора. І по шкалі індикатора визначаємо значення радіального биття, яке передається через щуп вимірного пристрою.

#### 3.4.2 Розрахунок пристрою на точність

В процесі вимірювання радіального биття зовнішньої поверхні корпусу калібратора можуть виникнути наступні похибки: похибка базування, тобто похибка різьбового з'єднання  $\varepsilon_{\delta} = 0,005 \text{ мм}$ ; похибка вимірювання  $\varepsilon_{\epsilon}$  і похибка радіального биття кільця до поверхні різьби  $\varepsilon_{p\delta}$ . Враховуючи те, що допустиме радіальне биття зовнішньої поверхні корпусу калібратора до поверхні різьби  $T=0.045 \text{ мм}$ , то допустима похибка контрольного пристрою буде визначатись за формулою

$$\varepsilon_{np} = T - 1.2 \cdot \sqrt{\varepsilon_{\delta} + \varepsilon_{\epsilon} + \varepsilon_{p\delta}}, \quad (3.14)$$

де  $\varepsilon_{\delta}$  – похибка базування;

$\varepsilon_{\epsilon}$  – похибка вимірювання,

						Арк.
						48
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

$$\varepsilon_a = \frac{1}{2} \Delta = \frac{1}{2} \cdot 0.01 = 0.005 \text{ мм};$$

де  $\Delta$  – ціна поділки вимірного інструменту;

$\varepsilon_{pb}$  – похибка радіального биття кільця до поверхні різьби,  $\varepsilon_{pb} = 0.03$  мм.

Отже, за (2.11)

$$\varepsilon_{np} = 0.045 - 1.2 \cdot \sqrt{0.03^2 + 0.005^2 + 0.005^2} = 0.008 \text{ мм}$$

Отже похибка пристрою не повинна перевищувати величину  $\varepsilon_{np} = 0.008$  .

#### 4. Створення керуючої програми для обробки на верстаті з ЧПК.

Для складання керуючої програми на обробку деталі на токарно-гвинторізному верстаті з ЧПК моделі 16К20Ф33 і для виконання карти наладки необхідно провести розрахунок опорних точок .

Отже проведемо розрахунок опорних точок деталі для кожного переходу.

Перехід 1. Підрізати торець начорно.

Вихідні дані:

- зовнішній діаметр деталі:  $d=152\text{мм}$ ;
- довжина заготовки:  $L=487,6 \text{ мм}$ ;
- внутрішній діаметр деталі:  $d_1=113\text{мм}$ ;
- глибина різання:  $t=3\text{мм}$ .

Опорні точки

Точка 0:  $X_0=150$ ;

$Z_0=530$ ;

Точка 1:  $X_1 = \frac{d}{2} + t = \frac{152}{2} + 3 = 79$  ;

$Z_1=L-t=487,6-3=484,6$ ;

Точка 2:  $X_2 = \frac{d_1}{2} - 2,5 = \frac{113}{2} - 2,5 = 54$  ;

$Z_2=Z_1=484,6$ ;

Точка 3:  $X_3=X_2=54$  ;

$Z_3=Z_2+3,4=488$ .

Перехід 2. Точити шийку.

Вихідні дані:

- діаметр шийки до обробки:  $d_3=152\text{мм}$ ;
- діаметр шийки після обробки:  $d=146\text{мм}$ ;
- глибина різання:  $t_{чор}=2,5\text{мм}$ ,  $t_{чус}=0,5\text{мм}$ ;
- довжина заготовки:  $L=487,6 \text{ мм}$ ;

						Арк.
						49
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

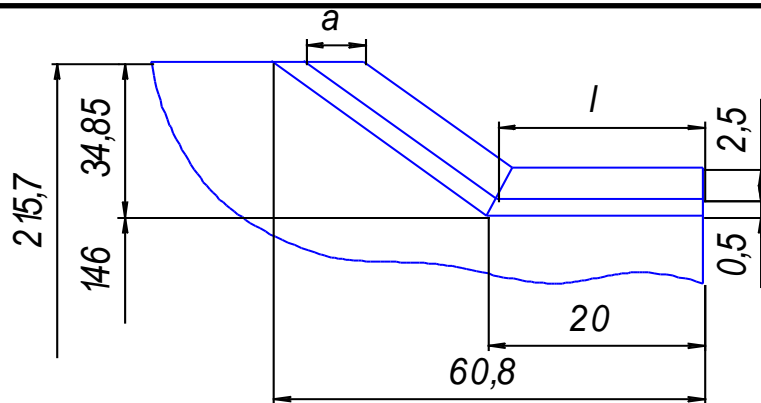


Рисунок 4.1 - Розрахункова схема

Опорні точки

Точка 0:  $X_0=150$ ;

$Z_0=530$ ;

Точка 1:  $X_1 = \frac{d_3}{2} - t = \frac{152}{2} - 2,5 = 73,5$ ;

$Z_1 = L_3 + t = 487,6 + 2,5 = 487,1$ ;

Точка 2:  $X_3 = X_2 = 54$

$Z_2 = L_3 - l_1' = 484,6 - 19,5 = 465,1$ ;

Точка 3:  $X_3 = \frac{215,1}{2} = 107,85$ ;

$Z_3 = L_3 - 60,8 + a = 484,6 - 60,8 + 3,5 = 427,3$ ;

$$a = \frac{t_{\text{зоп}}}{\sin 45^\circ} = \frac{2,5}{\sin 45^\circ} = 3,5.$$

Перехід 3. Розточувати кінцевий отвір.

Вихідні дані:

- діаметр отвору після штампування:  $d_{\text{max}}=113\text{мм}$ ;  $d_{\text{min}}=80\text{мм}$ ;
- глибина різання:  $t_{\text{чоп}}=2,5\text{мм}$ ,  $t_{\text{чус}}=0,5\text{мм}$ ;
- інші розміри показані на рисунку 1.5.

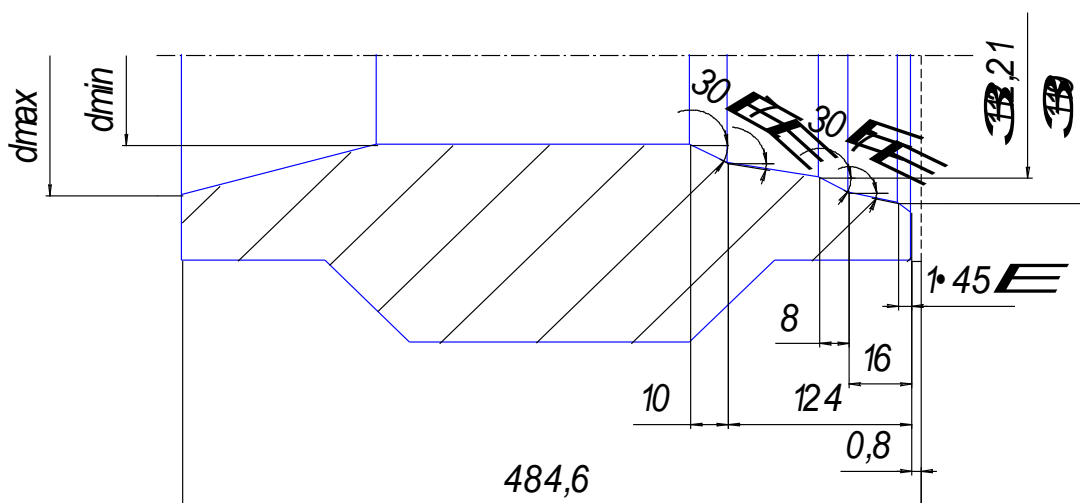


Рисунок 4.2 – Розрахункова схема.

						Арк.
						50
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Опорні точки

Точка 0:	$X_0=0;$	$Z_0=530.$
Точка 1:	$X_1=\frac{d_{\max}}{2}+t+0,8tg 7^0 = \frac{113}{2}+2,5+0,1 = 59,1;$	$Z_1=L_3=487,6.$
Точка 2:	$X_3=\frac{d_{\min}}{2} = 40;$	$Z_2=L_3 - \frac{0,5 \cdot d_{\max} + t - d_{\min}}{tg 7^0} = 484,6 - \frac{0,5 \cdot 113 + 2,5 - 40}{tg 7^0} = 329,86;$
Точка 3:	$X_3=X_2-5 = 35;$	$Z_3=Z_2=329,86;$
Точка 4:	$X_4=X_3 = 35;$	$Z_4=L_3=484,6;$
Точка 5:	$X_5=X_1+t_{\text{чир}} = 59,1+0,5 = 59,6;$	$Z_5=L_3=484,6;$
Точка 6:	$X_6=X_2+10tg 30^0 = 40 + 5,8 = 45,8;$	$Z_6=L_3-128-0,8=359,8;$
Точка 7:	$X_7=X_2 = 40;$	$Z_7=Z_6-10=349,8;$
Точка 8:	$X_8=X_3 = 35;$	$Z_8=Z_7=349,8;$
Точка 9:	$X_9=\frac{119}{2}+1+0,8 = 61,3;$	$Z_9=L_3=484,6;$
Точка 10:	$X_{10}=\frac{119}{2} = 59,5;$	$Z_{10}=L_3-1-0,8=484,6-1,8=482,8;$
Точка 11:	$X_{11}=X_{10}-15tg 7^0 = 59,5-19 = 57,6;$	$Z_{11}=Z_3-15=482,8-15=467,8;$
Точка 12:	$X_{12}=\frac{112,21}{2} = 56,105;$	$Z_{12}=Z_{11}-8=467,8-8=459,8;$

Перехід 4. Нарізати замкову різьбу.

Вихідні дані:

- кількість проходів: *чорнових* – 6, *чистових* - 2;
- глибина різання:  $t_{\text{чор}}=0,45\text{мм}, t_{\text{чир}}=0,15\text{мм};$

Опорні точки:

Точка 0:	$X_0=0;$	$Z_0=530;$
Точка 1:	$X_1= 54,6 + 0,45 = 55,05 ;$	$Z_1=467,8;$
Точка 2:	$X_3= 45,8 + 0,45 = 46,25 ;$	$Z_2= 369,8;$
Точка 3:	$X_3= 44 ;$	$Z_3=369,8;$
Точка 4:	$X_4= 52,8 ;$	$Z_4=Z_1=467,8;$
Точка 5:	$X_5=X_1+0,45 = 55,05 + 0,45 = 55,5 ;$	$Z_5=Z_1=467,8;$
Точка 6:	$X_6=X_2+0,45 = 46,25 + 0,45 = 46,7 ;$	$Z_6=Z_2=369,8;$
Точка 7:	$X_7=X_5+0,45 = 55,5 + 0,45 = 55,95 ;$	$Z_7=Z_1=467,8;$
Точка 8:	$X_8=X_6+0,45 = 46,7 + 0,45 = 47,15 ;$	$Z_8=Z_2=369,8;$
Точка 9:	$X_9=X_7+0,45 = 55,95 + 0,45 = 56,4 ;$	$Z_9=Z_1=467,8;$
Точка 10:	$X_{10}=X_8+0,45 = 47,15 + 0,45 = 47,6 ;$	$Z_{10}=Z_2=369,8;$
Точка 11:	$X_{11}=X_9+0,45 = 56,4 + 0,45 = 56,85 ;$	$Z_{11}=Z_1=467,8;$
Точка 12:	$X_{12}= X_{10} + 0,45 = 47,6 + 0,45 = 48,05 ;$	$Z_{12}=Z_2=369,8;$
Точка 13:	$X_{13}=X_{11}+0,45 = 56,85 + 0,45 = 48,05 ;$	$Z_{13}=Z_1=467,8;$
Точка 14:	$X_{14}=X_{12}+0,45 = 48,05 + 0,45 = 48,5 ;$	$Z_{14}=Z_2=369,8;$
Точка 15:	$X_{15}=X_{13}+0,15 = 57,3 + 0,15 = 57,45 ;$	$Z_{15}=Z_1=467,8;$

						Арк.
						51
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

$$\begin{aligned} \text{Точка 16: } X_{16} &= X_{14} + 0,15 = 48,5 + 0,15 = 48,65; & Z_{16} &= Z_2 = 369,8; \\ \text{Точка 17: } X_{17} &= X_{15} + 0,15 = 57,45 + 0,15 = 57,6; & Z_{17} &= Z_1 = 467,8; \\ \text{Точка 18: } X_{18} &= X_{16} + 0,15 = 48,65 + 0,15 = 48,8; & Z_{18} &= Z_2 = 369,8; \end{aligned}$$

Перехід 5. Підрізати торець начсто.

Вихідні дані:

- зовнішній діаметр деталі:  $d=146\text{мм}$ ;
- довжина заготовки:  $L=487,6\text{ мм}$ ;
- внутрішній діаметр деталі:  $d_1=119\text{мм}$ ;
- глибина різання:  $t=0,8\text{мм}$ .

Опорні точки:

$$\begin{aligned} \text{Точка 0: } X_0 &= 150; & Z_0 &= 530. \\ \text{Точка 1: } X_1 &= \frac{d}{2} + t + 1 = \frac{146}{2} + 0,8 + 1 = 74,08; & Z_1 &= L - t - 1 = 484,6 - 0,8 - 1 = 482,8; \\ \text{Точка 2: } X_2 &= \frac{d}{2} - = \frac{146}{2} = 73; & Z_2 &= Z_1 = 482,8; \\ \text{Точка 3: } X_3 &= X_2 - 1 = 73 - 1 = 72; & Z_3 &= Z_2 + 1 = 483,8; \\ \text{Точка 4: } X_4 &= 55; & Z_4 &= Z_3 = 483,8; \\ \text{Точка 5: } X_5 &= X_4 = 55; & Z_5 &= 490. \end{aligned}$$

Як приклад складаємо керуючу програму на перехід 1, на якому здійснюється підрізка торця начорно і запишемо її у вигляді таблиці 4.1.

Таблиця 4.1 – Керуюча програма на перехід 1

№ Кадра	Кодування інформації, зміст коду
N001	G27T101
N002	G58
N003	G10S041M004
N004	Z+048460F70000
N005	X+007900M008
N006	X+00540F10125
N007	Z+048800F100090
N008	X+015000
N009	Z+053000F70000
N010	M008
N011	S000M005
N012	M001

## Перелік літературних джерел:

1. Панчук В. Г., Карпик Р. Т., Врюкало В. В., Одосій З. М. Бакалаврська робота: методичні вказівки. Для студентів спеціальності 131 – «Прикладна механіка» освітньо-кваліфікаційного рівня – «бакалавр». Івано-Франківськ: ІФНТУНГ, 2021.
2. Методичні вказівки до виконання курсового проекту з дисципліни "Технологія машинобудування" для спеціальності 7.090202 – технологія машинобудування МВ 02070855-704-2000.
3. Руденко П. А. и др. Проектування технологічних процесів у машинобудуванні: Навчальний посібник. – Київ, Вища школа, 1993. – 414 с.
4. Сторож Б. Д., Карпик Р. Т. Розрахунок пристроїв на точність: навч. Посібник/Під ред.. Карпика Р. Т. – Івано-Франківськ, «Факел», 1999. 216 с., іл..
5. Технологічні основи машинобудування. [Електронний ресурс]: підручник для студ. спеціальностей 131 «Прикладна механіка», 133 «Галузеве машинобудування» / С.С. Добрянський, Ю.М. Малафеев; КПІ ім. Ігоря Сікорського. – Електронні текстові дані (1 файл: 13,4 Мбайт). – Київ : КПІ ім. Ігоря Сікорського, 2020. – 379 с.
6. Бондаренко, С. Г. Основи технології машинобудування : навчальний посібник / С. Г. Бондаренко. - Львів : Магнолія 2006, 2007. - 500 с.
7. Григурко, І. О. Технологія машинобудування : дипломне проектування: навчальний посібник для студ. вищ. навч. закл. / І. О. Григурко, М. Ф. Брендюля, С. М. Доценко. - Львів : Новий світ - 2000, 2007. - 768 с.
8. Паливода Ю. Є. Інструментальні матеріали, режими різання, технічне нормування механічної обробки : навчально-методичний посібник / Паливода Ю.Є., Дячун А.Є., Лещук Р.Я. – Тернопіль : Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя, 2019. – 240 с.

Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата

Формат	Зона	Поз.	Обозначение	Наименование	Кол.	Примечание	Перв. примен.	
							Справ. №	
				Документація				
			БР.ПМ-52.02.000.СК	Складальне креслення				
				Деталі				
		1	БР.ПМ-52.02.001	Фланець перехідний	1			
		2	БР.ПМ-52.02.002	Втулка	1			
		3	БР.ПМ-52.02.003	Цанга	1			
		4	БР.ПМ-52.02.004	Диск	1			
		5	БР.ПМ-52.02.005	Тяга	1			
		6	БР.ПМ-52.02.006	Корпус	1			
		7	БР.ПМ-52.02.007	Обмежувач	1			
		8	БР.ПМ-52.02.008	Фланець задній	1			
				Стандарті вироби				
		11		Болт М 20х60,58 ГОСТ 7798-70	6			
		12		Болт М 16х50,58 ГОСТ 7798-70	6			
		13		Болт М 8х15,58 ГОСТ 7798-70	3			
		14		Гвинт М 8х20,58 ГОСТ 1491-72				
<b>БР.ПМ-52.02.000.СК</b>								
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата				
Разраб.	Черковський				<b>Патрон цанговий</b>	Лит.	Лист	Листов
Пров.	Присяжнюк							
Н.контр.					<b>ІФНТУНГ гр.ПМ-21-1</b>			
Утв.	Панчук							



Пере. примен.		Формат	Зона	Поз.	Обозначение	Наименование	Кол.	Примечание
Справ. №						Документація		
					БР.ПМ-52.03.00.000.СК	Складальне креслення		
						Деталі		
				1	БР.ПМ-52.03.00.001	Корпус	1	
				2	БР.ПМ-52.03.00.002	Фланець	1	
				3	БР.ПМ-52.03.00.003	Пробка	3	
				4	БР.ПМ-52.03.00.004	Тяга	1	
				5	БР.ПМ-52.03.00.005	Втулка	1	
				6	БР.ПМ-52.03.00.006	Плунжер	3	
				7	БР.ПМ-52.03.00.007	Фланець	1	
				8	БР.ПМ-52.03.00.008	Кулачок	3	
Подп. и дата				9	БР.ПМ-52.03.00.009	Втулка	1	
				10	БР.ПМ-52.03.00.010	Клин	1	
				11	БР.ПМ-52.03.00.011	Масльонка	6	
						Стандартні вироби		
						Гвинт ГОСТ 1477-75		
				12		М 20x35.58	3	
				13		М 12x25.58		
				14		М 6x10.58		
				15		Шпилькака М 8-6qx12.58	1	
						ГОСТ 22036-78		
				16		Болт М 24x80.58	6	
					ГОСТ 7798-70			
					<b>БР.ПМ-52.03.00.000.СК</b>			
Инв. № подл.	Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата			
	Разраб.	Черковський				Лит.	Лист	Листов
	Пров.	Присяжнюк						
	Н.контр.					ІФНТУНГ ПМ-21-1		
Утв.	Панчук							
<b>Патрон трикулачковий</b>								

Формат	Зона	Поз.	Обозначение	Наименование	Кол.	Примечание
		17		Шпилька М 16-qx50.58 ГОСТ 22036-78	6	
		18		Гвинт М 12x25.58 ГОСТ 1477-75	18	
		19		Штифт 10Н9x20 ГОСТ 3128-70	6	
		20		Штифт 6Н9x8 ГОСТ 3128-70	3	
		21		Пружина 7039-2027 ГОСТ 13165-67	3	

Ине. № подл.	Подп. и дата	Взам. инв. №	Инев. № дубл.	Подп. и дата

Изм.	Лист	Черковский	Грисяжнюк	№ докум.	Подп.	Дата

**БР.ПМ-52.03.00.000.СК**

Лист  
2

Формат	Зона	Поз.	Обозначение	Наименование	Кол.	Примечание	Справ. №		Перв. примен.	
							№	№	№	№
				Документація						
			БР.ПМ-52.04.00.000.СК	Складальне креслення						
		1	БР.ПМ-52.04.00.000.СК	Складальні одиниці Корпус	1					
				Деталі						
		2	БР.ПМ-52.04.00.001	Піноль	1					
		3	БР.ПМ-52.04.00.002	Фланець	1					
		4	БР.ПМ-52.04.00.003	Циліндр	1					
		5	БР.ПМ-52.04.00.004	Поршень	1					
		6	БР.ПМ-52.04.00.005	Ніпель	2					
		7	БР.ПМ-52.04.00.006	Кришка	1					
		8	БР.ПМ-52.04.00.007	Втулка	1					
		9	БР.ПМ-52.04.00.008	Прихват	1					
		10	БР.ПМ-52.04.00.009	Шток	1					
		11	БР.ПМ-52.04.00.010	Прокладка картонна	1					
		12	БР.ПМ-52.04.00.011	Центр	1					
		13	БР.ПМ-52.04.00.012	Стійка	1					
		14	БР.ПМ-52.04.00.013	Кришка	1					
		15	БР.ПМ-52.04.00.014	Упор	1					
		16	БР.ПМ-52.04.00.015	Прокладка картонна	1					
				Стандартні вироби						
		17		Болт М12х35,58 ГОСТ 7798-70	6					
			<b>БР.ПМ-52.04.00.000 СК</b>							
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата	<b>Задня бабка</b>			Лит.	Лист	Листов
Разраб.	Черковський									
Пров.	Присяжнюк									
Н.контр.					<b>ІФНТУНГ ПМ-21-1</b>					
Утв.	Панчук									

Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата
Инд. № подл.	Подп. и дата	Взам. инв. №	Инд. № дубл.	Подп. и дата

Формат	Зона	Поз.	Обозначение	Наименование	Кол.	Примечание
		18		Гвинт М8х20,58 ГОСТ 1478-75	2	
		19		Гвинт М8х40,58 ГОСТ 1478-75	1	
		20		Гвинт М6х10,58 ГОСТ 1478-75 Гайка ГОСТ 5915-70	2	
		21		М 20,5	1	
		22		М 12,5	12	
		23		М 8,5	1	
		24		Рим - болт М 8 ГОСТ 4751-73	1	
		25		Ручка 7061-0033 ГОСТ 3055-69 Шайба ГОСТ 6402-70	1	
		26		20.65 Г	1	
		27		12.01.05	1	
		28		12.65 Г	18	
		29		Шпилька М12-6qx55.58 ГОСТ 14737-69	12	
		30		Шпонка 7031-0607 ГОСТ 14737-69	2	
		31		Штифт 3Н9х12 ГОСТ 3128-70	1	
		32		Кільце 240-250-36-2-4 ГОСТ 9833-73	2	
		33		Кільце 035-040-030-2-4 ГОСТ 9833-73	2	
		34		Болт М8х15.58 ГОСТ 7798-70	2	
		35		Шайба 8.65Г ГОСТ 6402-70	2	

**БР.ПМ-52.04.00.000 СК**

Лист  
2



Формат	Зона	Поз.	Обозначение	Наименование	Кол.	Примечание	Перв. примен.	
							Справ. №	
				Документація				
			БР.ПМ-52.05.000.СК	Складальне креслення				
				Складальні одиниці				
		1	БР.ПМ-52.05.000.СК	Вимірний пристрій	1			
				Деталі				
		2	БР.ПМ-52.05.001	Втулка	2			
		3	БР.ПМ-52.05.002	Кільце	1			
		4	БР.ПМ-52.05.003	Кронштейн	1			
		5	БР.ПМ-52.05.004	Шайба	2			
		6	БР.ПМ-52.05.005	Гвинт зажимний	2			
		7	БР.ПМ-52.05.006	Кільце різьбове	1			
		8	БР.ПМ-52.05.007	Штурвал	1			
				Стандартні вироби				
		9		Болт М 16x20,58	2			
				ГОСТ 7798-70				
		10		Гвинт М 5x10,58	24			
				ГОСТ 1491-72				
		11		Шайба 8 65Г	6			
				ГОСТ 6402-70				
<b>БР.ПМ-52.05.000.СК</b>								
Име. № подл.	Име. № инв.	Име. № инв.	Име. № инв.	Име. № инв.	Име. № инв.	Име. № инв.	Име. № инв.	Име. № инв.
Разраб.	Черковський	№ докум.	Подг.	Дата	Лит.	Лист	Листов	
Пров.	Присяжнюк							
Н.контр.					ІФНТУНГ гр.ПМ-21-1			
Утв.	Панчук							

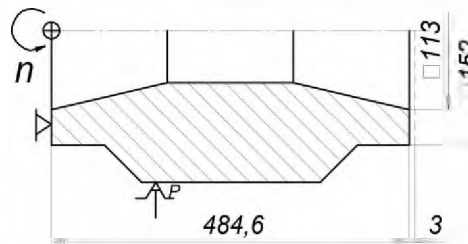


Опорні точки	1	2	3
X	150	79	54
Z	530	484,6	488

Опорні точки	1	2	3	4	5	6	7
X	150	73,5	73,5	107,85	107,85	73	73
Z	530	487,1	457,1	427,3	484,5	485,1	464,6

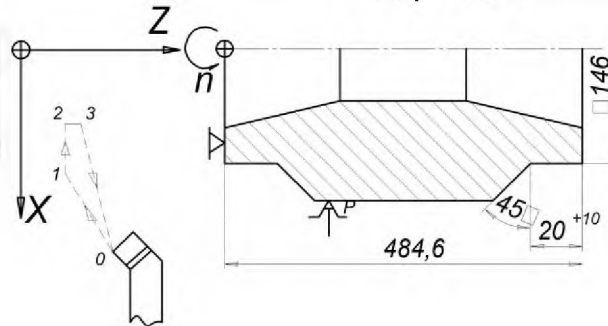
Опорні точки	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
X	0	59,1	40	35	35	59,6	45,8	40	35	61,3	59,5	57,6
Z	530	484,6	329,86	329,86	484,6	484,6	359,8	349,8	349,8	484,6	482,8	467,8

Операція 070  
Перехід 1



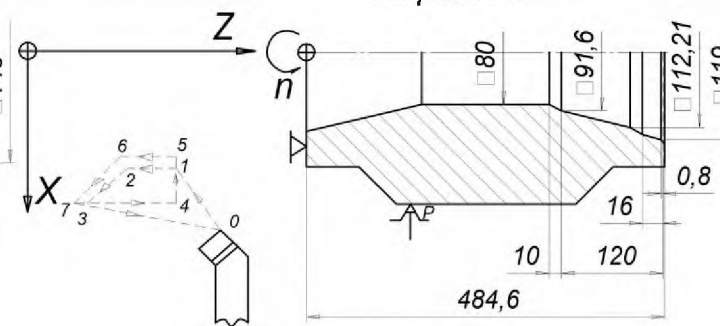
Різець 2112-0035 Т5К10 ГОСТ 2379-77

Перехід 2

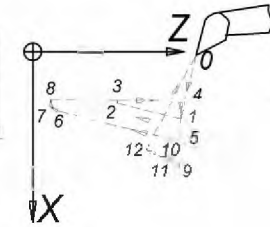


Різець 2103-0009 Т5К10 ГОСТ 18879-73

Перехід 3



Різець 2141-0011 Т5К10 ГОСТ 18883-73

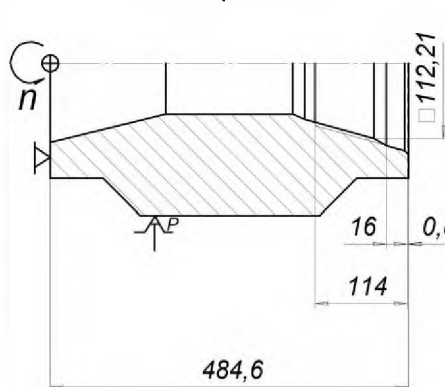


Опорні точки	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	
X	0	55,0	46,25	44	52,8	55,5	46,7	55,9	47,1	56,4	47,6	56,6	48,05	57,3	48,5	57,4	48,65	57,6	48,8
Z	530	467,8	369,8	369,8	467,8	467,8	369,8	467,8	369,8	467,8	369,8	467,8	369,8	467,8	369,8	467,8	369,8	467,8	369,8

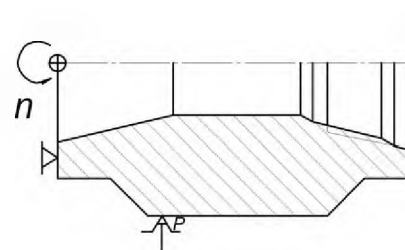
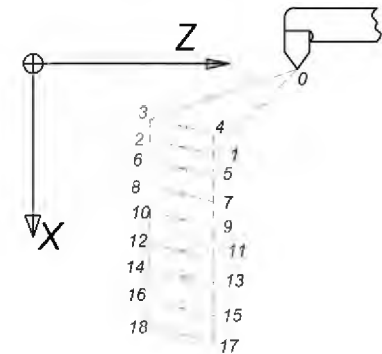
Опорні точки	1	2	3	4	5
X	150	74,0	73	72	55
Z	530	482,6	482,8	483,8	483,8

Перехід 5

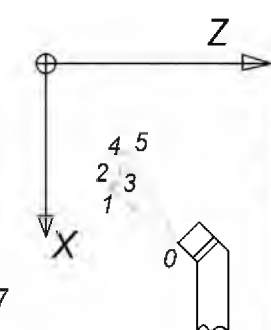
Перехід 4



Різець 2666-0027 Т5К6 ГОСТ 18885-73



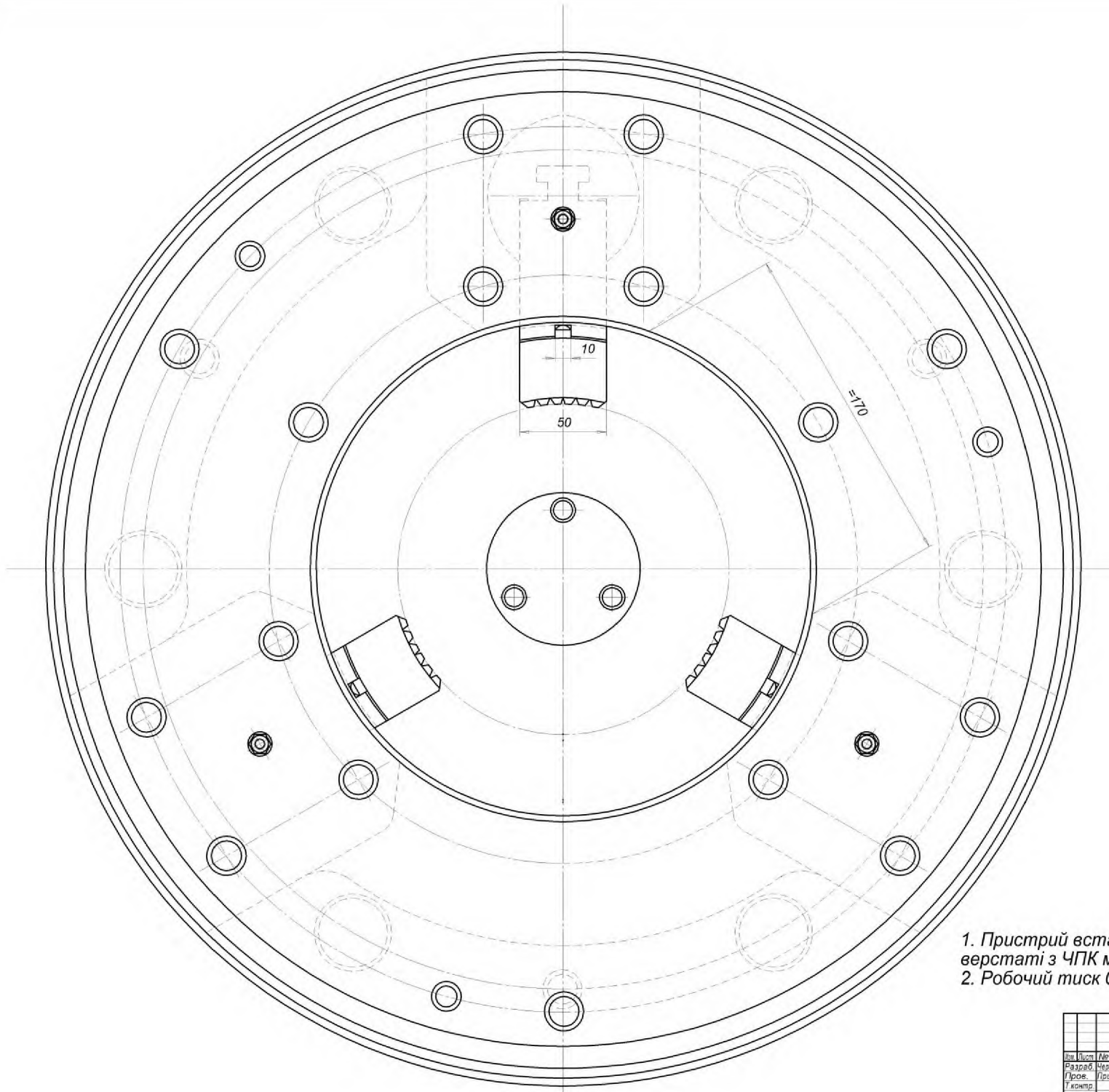
Різець 2112-0035 Т5К6 ГОСТ 2379-77



№ операції	Назва операції	Відстань між точками, мм	Висота, мм	Швидкість, м/хв	Час, хв
5	Підрізати торець на чисто	0,8	0,3	400	183,4
4	Нарізати замкову різьбу	3	3	315	106,1
3	Розточити кінцевий отвір	3	0,25	250	93
2	Точити шийку по контуру	3	1,1	125	57,7
1	Підрізати торець на чорно	3	1	125	84,5

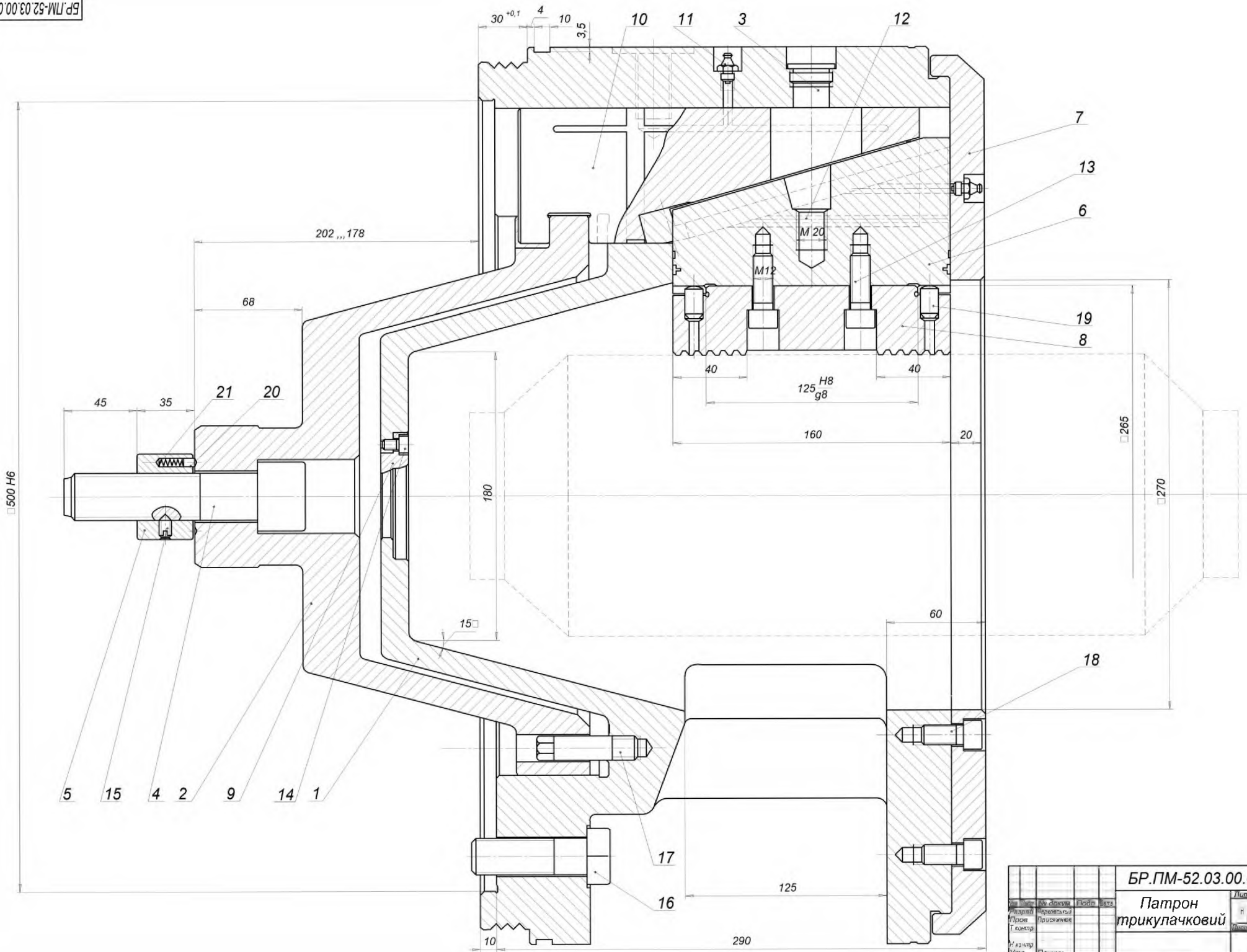
Зміст операції		Л.мм	S	л. хв	V, м/хв
Режими різання					
БР.ПМ-52.01.00.000.КН					
Карта налашки					
ІФНТУНГ ар. ПМ-21-1					





1. Пристрій встановити на токарно - гвинторізному верстаті з ЧПК мод. 16К30Ф33
2. Робочий тиск 0,6 МПа.

№	Лист	№ докум.	Підп.	Дата	Лист	Маса	Масштаб
Разроб.	Червовак					у	-
Пров.	Приймак				Лист 2	Листов 2	
Т.контр.					ІФНТУНГ ПМ-21-1		
Н.контр.					Формат А1		
Утв.	Панчук				Копіював		

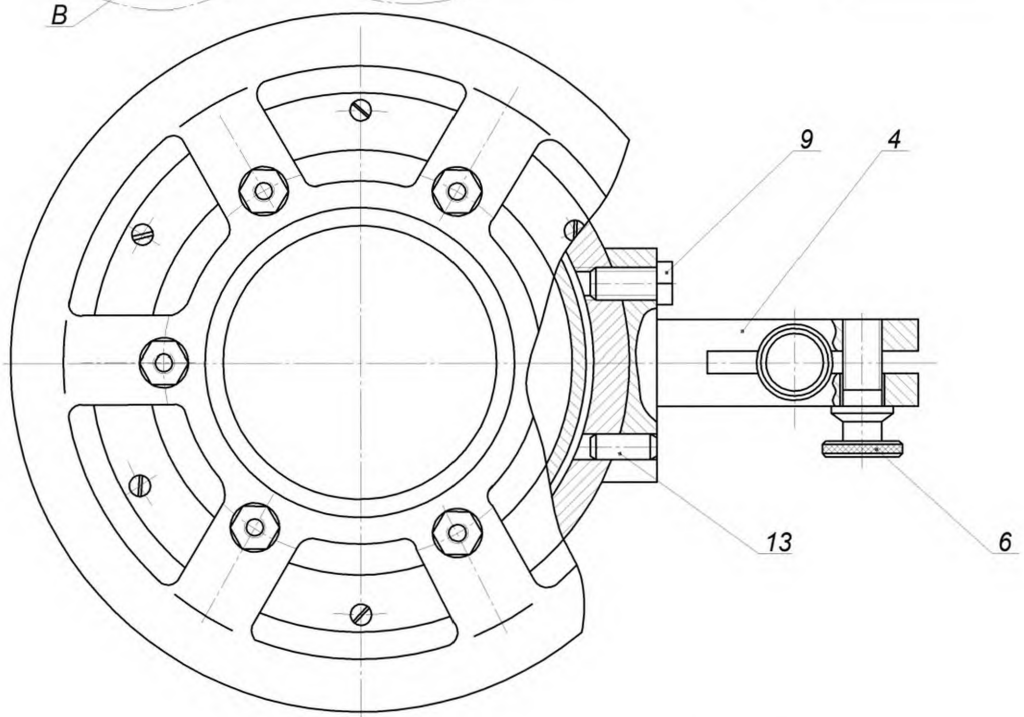
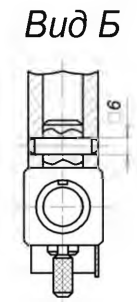
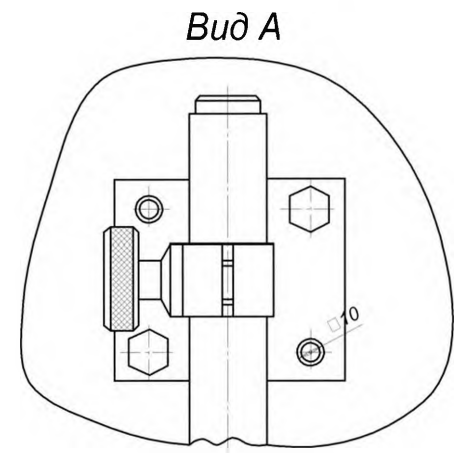
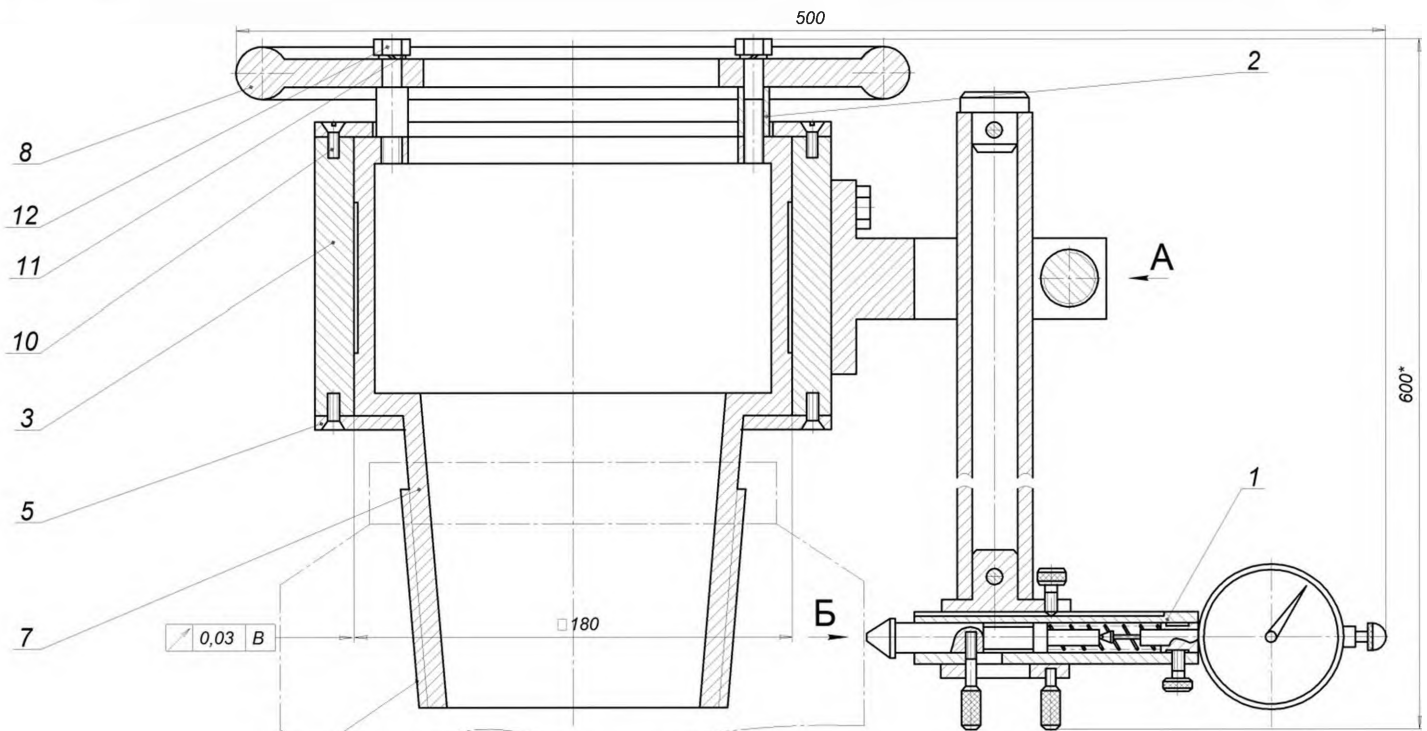


С-2011.08  
 Число  
 Дата  
 Подпись  
 Исполнитель  
 Проверенный  
 Утвержденный

БР.ПМ-52.03.00.000.СК				Лист	Масса	Материал
Патрон трикулачковий				№	-	1:1
Разработчик	Проверенный	Утвержденный	Дата	Масштаб	Листов	2
Технический контроль	Проверенный	Утвержденный	Дата	Масштаб	Листов	2
Исполнитель	Проверенный	Утвержденный	Дата	Масштаб	Листов	2
Удостоверенный	Проверенный	Утвержденный	Дата	Масштаб	Листов	2

ЮФНТУНГ  
 ПМ-21-1  
 Формат А1  
 Копировал





1. При збиранні пристрою спряжувані поверхні деталей поз. 3, 5, 7 повинні бути змащені
2. \* Розмір для довідок

БР.ПМ-52.05.00.000.СК				Приспій для контролю радіального биття		1:1	
Зроб	Червова	Проє	Присяжнюк	ІФНТУНГ	ПМ-21-1	Лист 1 з 1	
І констр	ІФНТУНГ	ПМ-21-1		Формат А1		Копіював	

Слова № \_\_\_\_\_  
 Діагн. № \_\_\_\_\_  
 Дата \_\_\_\_\_  
 Підпис \_\_\_\_\_  
 Підпис \_\_\_\_\_  
 Підпис \_\_\_\_\_

<i>Дубл.</i>			
<i>Взамін.</i>			
<i>Підпис</i>			


<i>Зм</i>	<i>Ар</i>	<i>№ док.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>

--	--	--	--	--

	<i>ІФНТУНГ</i>	<i>ПМ-21-1</i>	<i>01140.00001</i>		
	<i>Корпус калібратора 12КСИ215,9СТК</i>			<i>Н</i>	

*«Затверджую»*

*Зав.кафедрою*

***КОМПЛЕКТ  
технологічної  
документації***

*Технологічний процес  
механічної обробки деталі  
Корпус калібратора  
12КСИ215,9СТК*

*Розробив ст.гр.ПМ-21-1  
Черковський А.Р. \_\_\_\_\_  
Перевірів доц.каф.КМВ  
Присяжнюк П.М. \_\_\_\_\_*

--	--



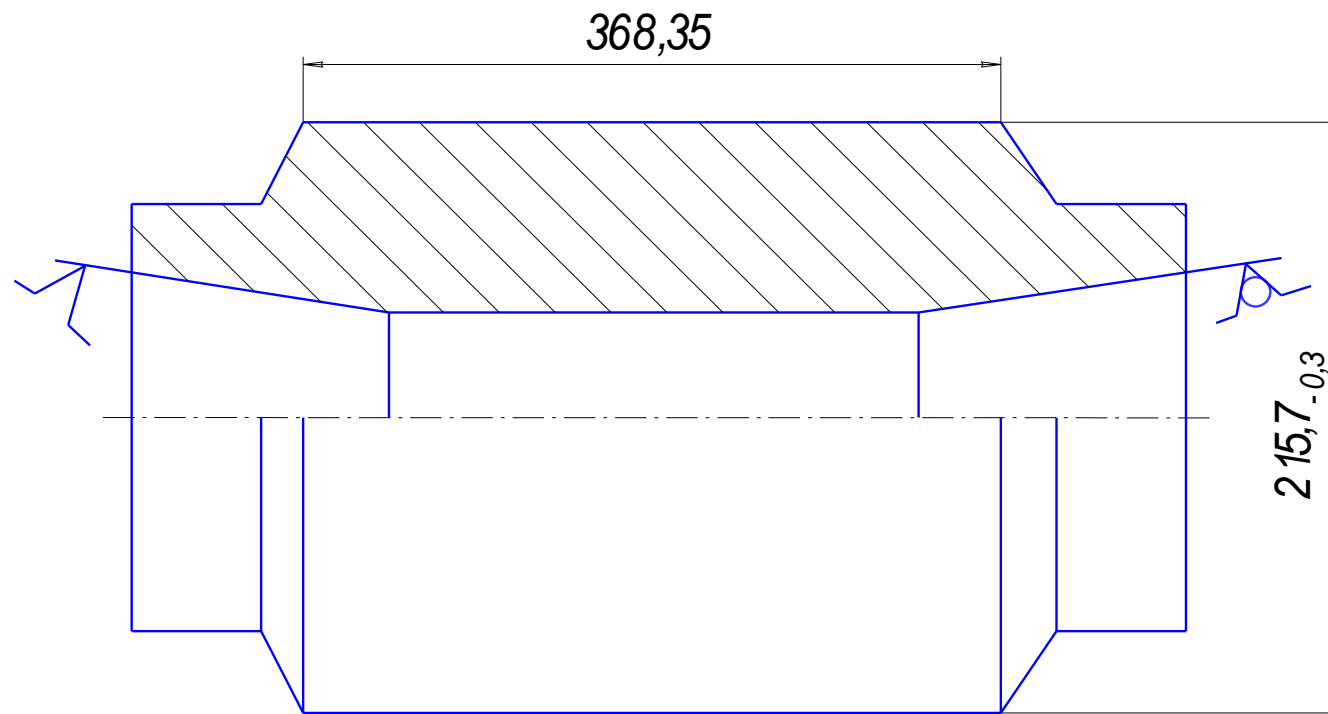
											ГОСТ 3.1118-82 Форма 1								
Дубл.																			
Взамін.																			
Підпис											Зм	Ар	Недок.	Підпис	Дата				
Розробив	Черковський						<b>ІФНТУНГ</b>		<b>ПМ-21-1</b>				10140.00001						
Перевірів	Присяжнюк																		
											<b>Корпус калібратор 12КСИ215,9СТК</b>					<b>Н</b>			
Н. контр.	Присяжнюк																		
<b>А</b>	<b>Цех</b>	<b>Уч</b>	<b>Рм</b>	<b>Опер</b>	<b>Код найменування операції</b>				<b>Позначення документа</b>										
<b>Б</b>	<b>Код найменування обладнання</b>				<b>См</b>	<b>Проф.</b>	<b>Р</b>	<b>Уп</b>	<b>Кр</b>	<b>Коед</b>	<b>Он</b>	<b>Оп</b>	<b>Кум</b>	<b>Тп.з</b>	<b>Т.шт</b>				
<b>Р</b>					<b>ПИ</b>	<b>D або B</b>		<b>L</b>	<b>t</b>	<b>i</b>	<b>S</b>		<b>n</b>	<b>v</b>					
A01				070	xxxx Токарна з ЧПК				60146.00006. 20146.00006 ІТБ№										
B02				381101	Токарний з ЧПК 16К30Ф33				2	15292	4	1	1	1	1	11	1	29	26,33
03																			
A04				080	xxxx Крнтрольна				60103.00007. 20103.00007 ІТБ№										
B05				xxxxxx	Стіл ВТК124.000				4	xxxxx	4	1	1	1	1	11			
06																			
A07				090	7115 Горизонтально фрезерна				60140.00008. 20140.00008 ІТБ№										
B08				381631	Горизонтально фрезерний 6М83				2	18632	4	1	1	1	1	11	1	26,5	72,75
09																			
A10				100	xxxx Розміточна				60140.00009. 20140.00009 ІТБ№										
B11				xxxxxx	Верстак слюсарний				4	xxxxx	4	1	1	1	1	11			
12																			
A13				110	5012 Вертикально свердлильна з ЧПК				60146.00010. 20146.00010 ІТБ№										
B14				381611	Вертикально свердлильний з ЧПК 2Р118Ф2				2	15292	4	1	1	1	1	11	1	11	55,615
15																			
A16				120	5012 Вертикально свердлильна з ЧПК				60146.00011. 20146.00011 ІТБ№										
B17				381611	Вертикально свердлильний з ЧПК 2Р118Ф2				2	15292	4	1	1	1	1	11	1	11	8,474
18																			
A19																			
B20																			





Дубл.														
Взамін.														
Підпис										Зм	Ар	№док.	Підпис	Дата

Розробив	Черковський			ІФНТУНГ	ПМ-21-1	20140.00004			
Перевірів	Присяжнюк								
Н. контр.	Присяжнюк			Корпус калібратора 12-КСИ215,9СТК				Н	050



КЕ

Обробка різанням