

**Бакалаврська робота**

**БДР.ПМ-098.00.000ПЗ**

**Група ПМ-21-1К**

**Сергій ПЕТРИК**

**2023 р.**

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

Інститут інженерної механіки  
Кафедра комп'ютеризованого машинобудування

**Петрик Сергій Юрійович**  
(прізвище, ім'я, по батькові)

**УДК621.91**  
(індекс)

**БАКАЛАВРСЬКА РОБОТА**

**Тема роботи:** «Вдосконалення технології виготовлення деталі  
«Штир22.05.2963- 25.06/004»  
(назва роботи)

бакалавр  
(назва освітньої програми)

131- Прикладна механіка  
(шифр і назва спеціальності)

С.Ю Петрик  
(підпис, ініціали та прізвище здобувача освітнього ступеня)

**Керівник:** Лоліта Дмитрівна ПІТУЛЕЙ к.т.н. доцент  
(прізвище, ім'я, по батькові, науковий ступінь, вчене звання)

**Допущено до захисту**

Завідувач кафедри:

професор  
(посада) (підпис) (дата)

В.Г. Панчук  
(ініціали та прізвище)

Рецензент:

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

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

м.Івано-Франківськ  
2023 рік

# Івано-Франківський національний технічний університет нафти і газу

(повне найменування закладу вищої освіти)

Інститут інженерної механіки  
Кафедра комп'ютеризованого машинобудування  
Освітній рівень - бакалавр  
Спеціальність 131-Прикладна механіка  
(шифр і назва)

**ЗАТВЕРДЖУЮ**

**Завідувач кафедри**

**проф.Панчук В.Г** \_\_\_\_\_

«\_\_\_» \_\_\_\_\_ 20\_\_ року

## **З А В Д А Н Н Я НА БАКАЛАВРСЬКУ РОБОТУ СТУДЕНТОВІ**

**Петрик Сергій Юрійович** \_\_\_\_\_

(прізвище, ім'я, по батькові)

1.Тема роботи: «Вдосконалення технології виготовлення деталі «Штир22.05.2963-25.06/004»

Керівник роботи Пітулей Лоліта Дмитрівна к.т.н. доцент кафедри КМВ  
(прізвище, ім'я, по батькові, науковий ступінь, вчене звання)

затверджені наказом закладу вищої освіти від “25”травня 2023 року №203/7

2. Строк подання студентом роботи 20 червня 2023 р.

3. Вихідні дані до роботи: креслення деталі,тех.процесмех.обробки деталі, тип виробництва середньосерійний

4. Зміст розрахунково-пояснювальної записки (перелік питань, які потрібно розробити)

1.Конструкторсько-технологічний аналіз 2.Проектування технології виготовлення деталі 3. Проектування технологічної оснастки 4.Створення керуючої програми для обробки на верстаті з ЧПК

5.Перелік графічного матеріалу (з точним зазначенням обов'язкових креслень)1.Креслення деталі і заготовки-1арк.фор.А1.

2.Карта технологічних налагоджень-1арк. фор.А1

3.Складальне креслення пристроїв-2арк.фор.А1

4. Керуюча програма для верстата з ЧПК1арк.фор.А1

### 6. Консультанти розділів роботи

Розділ	Прізвище, ініціали та посада консультанта	Підпис, дата	
		завдання видав	завдання прийняв
1	Пітулей Л. Д. _к.т.н. доцент кафедри КМВ		
2	Пітулей Л. Д. _к.т.н. доцент кафедри КМВ		
3	Пітулей Л. Д. _к.т.н. доцент кафедри КМВ		

7. Дата видачі завдання \_\_\_\_\_

### КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

№ з/п	Назва етапів бакалаврської роботи	Термін виконання етапів роботи	Примітка
	Конструкторсько-технологічний аналіз	20.03.2023	
	Проектування технології виготовлення деталі_	01.04.2023	
	. Проектування технологічної оснастки	21.04.2023	
	Створення керуючої програми для обробки на верстаті з ЧПК	19.05.2023	
	Оформлення графічного матеріалу	30.05.2023	
	Оформлення технічної документації	18.06.2023	

Студент \_\_\_\_\_ Петрик С.Ю.  
( підпис ) ( прізвище та ініціали )

Керівник роботи \_\_\_\_\_ Пітулей Л.Д.  
( підпис ) ( прізвище та ініціали )

## **Анотація**

Тема бакалаврської дипломної роботи: «Вдосконалення технології виготовлення деталі «Штир 22.05.2963-25.06/004»

**Тип виробництва:** середньосерійний.

Бакалаврська дипломна робота містить такі розділи: Конструкторсько-технологічний аналіз, проектування технологічного процесу механічної обробки деталі Штир 22.05.2963-25.06/004 сукупність технологічних та конструкторських розробок, потрібних для підготовки і виконання процесу виготовлення деталі. Призначення напусків, припусків на механічну обробку та допусків.

Проведено нормування операцій ТП, відповідно для яких здійснено розрахунок припусків на механічну обробку, режимів різання. Для ефективнішого закріплення деталі при механічній обробці на верстатах розроблено верстатні пристрої з параметрами, які можуть запобігти негативним явищам, що мають місце при реальному процесі даної обробки.

Для програмного керування обробкою деталі на цьому верстатах зЧПК необхідно створити керуючу програму. Використовуємо САМ-систему SPRUT-SAM для її створення. Програма призначена для розробки керуючих програм для верстатів токарної та фрезерної груп з ЧПК.

**Ключові слова:** технологічність конструкції, технологічний процес, штир, технологічна оснастка, режими різання, заготовки, верстати, механічна обробка, припуски, допуски

## **Abstract**

Topic of the bachelor's thesis: "Improvement of the manufacturing technology of the part "Styr 22.05.2963-25.06/004"

**Production type:** medium series.

The bachelor's thesis contains the following sections: Design and technological analysis, design of the technological process of mechanical processing of the part Shtyr 22.05.2963-25.06/004 a set of technological and design developments necessary for the preparation and execution of the manufacturing process of the part. Designation of tolerances, machining allowances and tolerances.

Standardization of TP operations was carried out, according to which allowances for mechanical processing and cutting modes were calculated. For more effective fastening of the part during mechanical processing on machine tools, machine tools with parameters that can prevent negative phenomena that occur during the actual process of this processing have been developed.

For software control of part processing on this CNC machine tool, it is necessary to create a control program. We use the SPRUT-CAM CAM system for its creation. The program is intended for the development of control programs for machines of turning and milling groups with CNC.

**Keywords:** design technology, technological process, pin, technological equipment, cutting modes, blanks, machine tools, machining, allowances, tolerances

## Зміст

Вступ	
1 Конструкторсько-технологічний аналіз .....	
1.1 Аналіз призначення і конструкція деталі.....	
1.2. Аналіз технологічності деталі	
1.3 Характеристика матеріалу деталі.....	
1.4 Визначення організаційних умов виробництва.....	
1.4.1 Організаційні умови.	
1.5 Аналіз типового технологічного процесу виготовлення деталі.....	
2. Проектування технології виготовлення деталі.....	
2.1 Вибір і обґрунтування методу отримання заготовок.....	
2.2 Вибір маршруту і операцій обробки деталі.....	
2.3 Розробка вдосконаленого технологічного процесу.....	
2.4 Розробка операційного технологічного процесу.....	
2.4.1 Визначення міжопераційних припусків та міжопераційних розмірів.	
2.4.2 Визначення режимів різання.....	
2.5 2.4.3 Визначення норм часу.....	
3. Проектування технологічної оснастки.....	
3.1 Конструювання та розробка свердлильного пристрою.....	
3.1.1 Опис роботи пристрою.....	
3.1.2 Розрахунок сил затиску.....	
3.1.3. Розрахунок конструктивних параметрів рушія.....	
3.1.4. Розрахунок пристрою на точність.....	
3.2 Пристрій контрольний.....	
3.2.1 Опис та принцип роботи пристрою.....	
3.2.2 Розрахунок пристрою на точність.....	
4 Розробка керуючої програми для верстату з ЧПК.....	
Висновок .....	
Список використаних джерел.....	
Додатки.....	

					БДР.ПМ-098.00.00.000 ПЗ				
Змн.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата	Пояснювальна записка		Літ.	Арк.	Акрушів
Розроб.		Петрик С.Ю.							
Перевір.		Пітулей Л.Д.							
Реценз.									
Н. Контр.		Пітулей Л.Д.							
Затверд.		Панчук В.Г.			ІФНТУНГ ПМ-21-1К				

## Вступ

Машинобудівний комплекс охоплює два десятки спеціалізованих галузей. До нього належить практично всі галузі машинобудування (крім годинникової). Він є основою важкої індустрії й відіграє вирішальну роль у створенні матеріально-технічної бази. В сучасних умовах машинобудуванню належить винятково важлива роль у прискоренні науково-технічного прогресу. Випускаючи знаряддя праці для різних галузей народного господарства, машинобудування реалізує досягнення науково-технічного прогресу і забезпечує комплексну механізацію та автоматизацію виробництва.

На машинобудівний комплекс України припадає понад 40 % усього промислово-виробничого потенціалу індустріального виробництва: частка продукції комплексу в загальному обсязі продукції промисловості становить 29 %. Машинобудівний комплекс належить до трудомістких галузей промисловості, про що свідчить співвідношення зайнятих у ньому та обсяг вироблюваної продукції. Водночас машинобудування належить до металомістких галузей. На 1 т готової продукції воно витрачає 1,3 – 1,5 т металу, а в цілому машинобудівний комплекс споживає третину прокату, 40 % чавунного і понад 65 % сталюого литва, що їх випускає металургійна промисловість України.

Галузева структура й асортимент продукції машинобудування зумовлюють особливості розміщення його виробництва. Особливо великий вплив на розміщення окремих галузей і підгалузей машинобудування мають технологічні процеси, форми організації виробництва. Проте машинобудування насамперед належить до галузей "вільного розміщення", оскільки на нього менше, ніж на інші галузі, впливають природні умови й ресурси.

В даній роботі ставлю перед собою мету дослідити такі питання як: технологію виробництва машин, умови розвитку та розміщення та сучасний стан машинобудування України.

					БДР.ПМ-098.00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис			



Таблиця 1 – Вимоги до точності розмірів та якості поверхонь деталі – «Штир 22.05.2963-25.06/004»

№ пов.	Поверхня, конфігурація, призначення поверхонь	Розміри, мм	Квалітет Точності	Точність форми	Шорсткість, Ra
1	2	3	4	5	6
1	Зовнішня фаска	1,6x45 <sup>0</sup>	14	—	6,3
2	Зовнішня торцева поверхня	80	14	—	6,3
3	Внутрішня циліндрична пов.	Ø22	14	—	6,3
4	Зовнішня циліндрична пов.	Ø48	14	—	6,3
5	Зовнішня циліндрична пов.	Ø50	6	—	0,8
6	Зовнішня торцева поверхня	48	14		6,3
7	Зовнішня циліндрична пов.	Ø95	14	—	6,3
8-10	Внутрішня фаска	1,6x45 <sup>0</sup>	14	—	6,3
11-13	Внутрішня циліндрична пов.	Ø16	8	—	0,8
14	Торцева поверхня	80	14	—	6,3
15	Внутрішня фаска	1,6x45 <sup>0</sup>	14	—	6,3
16	Внутрішня циліндрична пов.	Ø32	7		6,3
17	Внутрішня торцева поверхня	40	14	—	6,3
18	Внутрішня циліндрична пов.	31	14	—	6,3
19	Внутрішня торцева поверхня	75	14	—	6,3
20-22	Внутрішня торцева поверхня	25	14	—	6,3
23-25	Внутрішня торцева поверхня	17	14	—	6,3
26-28	Внутрішня торцева поверхня	10	14	—	6,3
29-31	Внутрішня циліндрична пов.	Ø18	14	—	6,3
32-34	Внутрішня циліндрична пов.	Ø11	14		6,3
35	Зовнішня канавка	Ø49,5	14	—	6,3
36	Внутрішня торцева пов. канавки	0,3	14	—	6,3
37	Зовнішня фасонна поверхня	R1	14	—	6,3
38-39	Зовнішня фасонна поверхня	R0.5	14	—	6,3
40	Внутрішня фаска	120 <sup>0</sup>	14	—	6,3
41	Внутрішня циліндрична пов.	Ø5,0	14	—	3,2
42	Внутрішня різьбова поверхня	M6	7	—	6,3

					БДР.ПМ-098.00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис			

## 1.2 Аналіз технологічності

Деталь «Штир 22.05.2963-25.06/004» відноситься до деталей типу тіл обертання. Креслення виконано правильно і технологічно про це свідчить ряд факторів. Правило розмірного ланцюга витримано та показані всі необхідні розрізи, перерізи та вигляди для повного розуміння конструкції деталі. Проставлені всі розміри та загальна шорсткість. Вказані технологічні параметри, радіуси заокруглення під вихід інструменту. На деталі є осьовий отвір, який є наскрізним, замінити глухим його немає змоги виходячи з конструкції деталі. На кресленні проставлена загальна шорсткість та по Ra = 6,3 мкм та не вказані граничні відхилення H14, h14, ±IT14/2, твердість деталі досягається механічними та фізичними властивостями матеріалу. Визначаємо технологічність деталі по трьох показниках – коефіцієнту уніфікації, точності і шорсткості, для цього зводимо таблицю 2.

Таблиця 2. Розрахунок технологічності

№ поверхні	Точність, квалітет	Шорсткість, клас	Уніфіковані поверхні
1	2	3	4
1	14	6,3 (4)	-
2	14	6,3 (4)	-
3	14	6,3 (4)	-
4	14	6,3 (4)	-
5	6	0,8 (7)	-
6	14	6,3 (4)	-
7	14	6,3 (4)	-
8-10	14	6,3 (4)	3
11-13	8	0,8 (7)	3
14	14	6,3 (4)	-
15	14	6,3 (4)	-
16	7	6,3 (4)	-

					БДР.ПМ-098.00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис			

Продовження табл.2

1	2	3	4
17	14	6,3 (4)	-
18	14	6,3 (4)	-
19	14	6,3 (4)	-
20-22	14	6,3 (4)	3
23-25	14	6,3 (4)	3
26-28	14	6,3 (4)	3
29-31	14	6,3 (4)	3
32-34	14	6,3 (4)	3
35	14	6,3 (4)	-
36	14	6,3 (4)	-
37	14	6,3 (4)	-
38-39	14	6,3 (4)	2
40	14	6,3 (4)	-
41	14	3,2 (5)	-
42	7	6,3 (4)	-

1. Визначаємо коефіцієнт уніфікації:

$$K_y = \frac{Q_{y\Sigma}}{Q_\Sigma}; \text{ де } Q_{y\Sigma} - \text{ Сума уніфікованих поверхонь, } Q_\Sigma - \text{ загальна}$$

кількість поверхонь.

$$K_y = \frac{23}{42} = 0,55 \text{ р } 0,6, \text{ де } 0,6 - \text{ мінімальний показник уніфікації.}$$

Значить деталь по даному показнику не технологічна.

2. Визначаємо коефіцієнт точності:

$$K_m = 1 - \frac{1}{A_{cp}};$$

					БДР.ПМ-098.00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис			

де  $A_{cp} = \frac{\sum Ani}{\sum n}$ ; де  $\sum Ani$  - сума добутку кількості поверхонь одного квалітету на даний квалітет,  $\sum n$  - загальна кількість поверхонь.

$$A_{cp} = \frac{36 \cdot 14 + 3 \cdot 8 + 2 \cdot 7 + 1 \cdot 6}{42} = \frac{504 + 24 + 14 + 6}{42} = 13,05,$$

$$Km = 1 - \frac{1}{13,05} = 0,92 \text{ f } 0,8$$

Де 0,8 – мінімальний показник точності.

Значить деталь по даному показнику технологічна.

3. Визначаємо коефіцієнт шорсткості:

$$Kш = \frac{1}{B_{cp}};$$

де  $B_{cp} = \frac{\sum Bni}{\sum n}$ ;

де  $\sum Bni$  - сума добутку кількості поверхонь одного класу шорсткості на даний клас,  $\sum n$  - загальна кількість поверхонь.

$$B_{cp} = \frac{37 \cdot 4 + 4 \cdot 7 + 1 \cdot 5}{42} = \frac{148 + 28 + 5}{42} = 4,31,$$

де  $Kш = \frac{1}{4,31} = 0,23 \text{ f } 0,16$ ; 0,16 – мінімальний показник шорсткості.

Значить деталь по даному показнику технологічна.

Дана деталь технологічна за двома показниками, а саме по показнику точності і шорсткості, це значить, що вона не складна у виготовленні.

					БДР.ПМ-098.00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ док.м.	Підпис			

### 1.3 Характеристика матеріалу деталі

Перед вибором матеріалу для даної деталі(Штир 22.05.2963-25.06/004) приведемо її механічні властивості та хімічний склад.

При відсутності сталі 40X її можна замінити сталями: Сталь 45, Сталь 45Г. 45ХН. Даний матеріал переважно служить для виготовлення: шестірень, зубчастих коліс, циліндрів, валів, шатунів, зірочок. Хімічний склад сталі 40X наведені у таблиці 3. Механічні властивості у таблиці 4.

Таблиця3.Хімічний склад сталі 40X ДСТУ 4543

C %	Si %	Mn %	Cr	S	P	Cu	Ni	As
			Не більше, %					
0.32-0.40	0.17-0.37	0.50-0.80	1,1-1,2	0.04	0.035	0.25	0.25	0.08

ст. 65 [11]

Таблиця4 .Механічні властивості сталі 40X

Марка матеріалу	Твердість по Брінелю НВ, не більше	Границя міцності при розтягу, $\sigma_B$ МПа	Межа текучості, $\sigma_T$ МПа	Відносне видовження, $\delta$ , %
Сталь 40X	207	590	245	18

Дана марка сталі добре обробляється і тиском і литтям; з неї виготовляють прокат різного роду в тому числі стрічки, поковки, листи ковані заготовки.

Згідно стандарту ISO 513:2012, вибраний матеріал, а саме Сталь 40X за оброблюваність відноситься до групи «Р», тобто сталі які кодуються синім кольором. Ця категорія досить легко обробляється і частіше за все не потребує особливих умов різання. Сталь 40X відноситься до сталей загального призначення, її замінниками можуть бути такі сталі: : Сталь 45, Сталь 45Г. 45ХН. Температура кування 1300-750° С, коефіцієнт оброблюваності цієї сталі швидкорізальним інструментом - 1,65, твердосплавним – 1,7.

З цієї сталі виготовляють профільний прокат, рами, каркаси, щитки, кожухи для зварних конструкцій. Запропонована марка сталі найкраще підходить для виробництва даної деталі , оскільки вона має високі механічні властивості, які забезпечують надійність і довговічність експлуатації даної деталі.

					БДР.ПМ-098.00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис			

## 1.4 Визначення організаційних умов виробництва.

### 1.4.1 Організаційні умови.

Середньо-серійний тип виробництва характеризується великою номенклатурою виробів, які виготовляються великими партіями, а також порівняно великими об'ємами випуску. При середньо-серійному виробництві використовують як і універсальне, спеціальне, а інколи і спеціалізоване обладнання. Середньо-серійне виробництво характеризує:

- Оснастка використовується універсальна, зрідка спеціальна, часто УЗД. В нашому випадку оснастка спеціальна на фрезерних та свердлильних операціях
- Ріжучий та вимірний інструмент переважно стандартизований, але частково і використовують і спеціалізований. Для нашої деталі різці спеціалізовані для обробки канавок та спеціальна фреза для обробки заокруглення а вимірний інструмент спеціальний для контролю проміжних розмірів деталі, а також спеціальні шаблони для контролю фасок та канавок.
- Не потрібно високої кваліфікації робітників оскільки робітник закріплений за однією операцією довший час. Для обробки даної деталі розряд робітника переважно третій.

Визначаємо партію деталей.

В залежності від маси деталі типу виробництва задаємо програму випуску та приймаємо для середньо-серійного типу виробництва та масою деталі 1,5 кг, програма випуску становить  $N = 10000$  штук. Ст. 24 табл. 3 [1].

Визначаємо партію за формулою:

$$n = \frac{N \cdot t}{\Phi_y},$$

де  $n$  – операційна партія,  $t$  – необхідний запас заготовок, для середньо-серійного типу виробництва  $t = 5$ .  $\Phi_y = 251$  дні – число робочих днів у році.

$$n = \frac{10000 \cdot 5}{251} = 199 \text{ шт.}$$

Приймаємо партію рівною 200 штук.

					БДР.ПМ-098.00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис			

### 1.5 Аналіз типового технологічного процесу виготовлення деталі.

Технології обробки за типовим тех. процесом приведені в табл. 5

Інші можливі варіанти обробки поверхонь, що дозволяють забезпечити задану точність і шорсткість поверхонь та точність їх розміщення - в табл.5

Маршрут технологічної обробки деталі і зміст операцій (типовий технологічний процес) - в табл.5

Типовий тех. процес спроектований під одиничне з елементами дрібносерійного виробництва без застосування спеціальних пристроїв. Заготовки встановлюють на столі верстата і закріплюються при допомозі заводського комплекту технологічних кріпильних деталей, куди крім болтів, гайок та шайб входять опори, упори, притискачі, трикулачкові патрони, лещата.

Таблиця 5 – Технології обробки за типовим технологічним процесом.

№ операції	Назва та зміст операції	Модель верстату	Пристрій
1	2	3	4
005	Контрольна	-	-
010	Токарно-гвинторізна (обробка з права) 1. Точити поверхню 2; 2. Свердлити поверхню 3 3. Точити поверхню 5 (начорно); 4. Точити поверхню 6 5. Точити поверхню 5 (начисто) 6. Точити поверхню 4 7. Точити канавку пов. 35 8. Точити фаску пов.1	16K20	Трикулачковий самоцентруючий патрон
015	Токарно-гвинторізна (обробка з ліва) 1. Точити поверхню 14 2. Точити поверхню 7 3. Розточити поверхню 18 4. Розточити поверхню 19 5. Розточити поверхню 16 (начисто) 6. Розточити фаску 15	16K20	Трикулачковий самоцентруючий патрон
020	Фрезерна 1. Фрезерувати пази пов.25 -23	6P13Ф	Пристрій спеціальний
025	Свердлильна 1. Свердлити три отвори пов. 32-34 2. Свердлити пов. 29-31 3. Цекувати внутр.. торець отв. пов. 29-31	2H125	Пристрій спеціальний

					БДР.ПМ-098.00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис			

030	Вертикально свердлильна 1. Свердлити отвір пов. 41 2. Зенкувати фаску пов. 40 3. Нарізати різьб пов. у 42 4. Свердлити три отвори пов. 13-31 5. Зенкувати три фаски пов. 10-8	2Н125	Пристрій спеціальний
035	Внутрішньо-шліфувальна (шліфування отвору Ø32Н7) 1. Шліфувати отвір Ø32Н7	3К228	Пристрій спеціальний
040	Кругло-шліфувальна 1. Шліфувати поверхню 5	3М151	Пристрій спеціальний
045	Термічна	-	-
050	Контрольна	-	-

010,015 Токарно-гвинторізна, недоліком цієї операції є те, що закріплення заготовки тобто її затиск здійснюється вручну, тому на цій операції я пропоную використати верстат з числовим програмним керуванням з пневматичним затиском, тобто з пневмопатроном.

020 Фрезерна - недолік цієї операції - застосування стандартних затискних пристроїв з ручним затиском, а також завелика потужність верстату, крім того для цієї операції необхідна розмітка, оскільки спеціальний пристрій не використовується.

025 Вертикально-свердлильна - недолік цієї операції - застосування стандартних затискних пристроїв з ручним затиском, а також завелика потужність верстата, його типорозмір.

030 Вертикально-свердлильна - недолік цієї операції - застосування стандартних затискних пристроїв з ручним затиском, а також завелика потужність верстатного типорозмір.

040 Контрольна - всі вимірювання здійснюються вручну.

До позитивних сторін базового технологічного процесу можна віднести правильно спроектований порядок виконання операцій технологічної обробки деталей, технологічний процес спроектований вірно з точки вибору чорнових і чистових баз.

					БДР.ПМ-098.00.000 ПЗ	Арк.
<i>Змн.</i>	<i>Арк.</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>			

При розробці нового технологічного процесу необхідно максимально усунути вказані недоліки, при цьому не втративши позитивних сторін, застосувати більш сучасне та прогресивне обладнання, що дозволить скоротити час технологічного процесу, підвищити продуктивність праці і забезпечити безпечні умови праці.

При середньосерійному виробництві механічну обробку деталі здійснюємо на металорізальних верстатах, які оснащені числовим програмним керуванням.

Послідовність обробки деталі вибираємо таку, щоб забезпечити максимальну швидкість виготовлення деталі.

					БДР.ПМ-098.00.000 ПЗ	Арк.
<i>Змн.</i>	<i>Арк.</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>			

Змін.	
Арк.	
№ докум.	
Підпис	
Дата	
БДР.ПМ-098.00.000 ПЗ	
Арк.	

## 2.Проектування технології виготовлення деталі.

### 2.1 Вибір і обґрунтування методу отримання заготовок.

Для розрахунку заготовки для валів найкраще використовувати прокат та штамповку в закритих плоских штампах. Оскільки деталь не велика то використовуємо КГШП. Точність розмірів і шорсткість поверхні штампувальних заготовок підвищують холодним калібруванням і плоским чи об'ємним прогладжуванням (чеканкою). Для подальшого вибору заготовки проводимо розрахунки і заносимо в таблицю 6.

Таблиця 6. Вибір заготовки

Штамповка	Прокат																				
1	2																				
<p>Вибираємо КГШП. Форма штампа плоска.</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>Вибираємо точність штамповки – Т3, с.28 [2].</li> <li>Визначаємо теоретичну масу штамповки, <math>C_p = C_d \cdot K_p</math>, де <math>C_d</math> - маса деталі, <math>K_p</math> - коефіцієнт – 1,5, тоді <math>C_p = 1,5 \cdot 1,5 = 2,25 \text{ кг}</math></li> <li>Визначаємо групу сталі – М2, для сталі з вмістом вуглецю 0,35-0,65% с.8 [2].</li> <li>Визначаємо степінь складності штамповки для цього знаходимо об'єм квадрату і його масу за формулою <math>M_k = \frac{\pi d^2}{4} \cdot l \cdot \rho</math>, де <math>d</math> - діаметр описаного кола <math>d = 95 \cdot 1.05 = 99,75 \text{ мм}</math>, <math>l</math> - довжина описаного кола <math>l = 80 \cdot 1.05 = 84 \text{ мм}</math>, <math>\rho</math> - густина матеріалу - 7,8 т/м<sup>3</sup>  <math>M_u = \frac{3.14 \cdot 99,75^2}{4} \cdot 84 \cdot 7,8 \cdot 10^{-6} = 5,12 \text{ кг}</math>.      Визначаємо степінь складності за формулою <math>C = \frac{C_d}{M_u} = \frac{1,5}{5,12} = 0,29</math>.</li> </ol>	<ol style="list-style-type: none"> <li>Вибираємо заготовку із прокату звичайної точності круглого січення <math>\varnothing 100 \text{ мм}</math>, згідно ГОСТ 2590-88 с. 169 Т.63 [5]</li> <li>Складаємо таблицю припусків та допусків на виготовлення прокату.</li> </ol> <p style="text-align: center;">Таблиця 6.1</p> <table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse; margin-bottom: 10px;"> <thead> <tr> <th rowspan="2">№ пов</th> <th rowspan="2">Розмір</th> <th rowspan="2">Припуск</th> <th colspan="2">допуск</th> <th rowspan="2">прийнятий розмір</th> </tr> <tr> <th>+</th> <th>-</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td style="text-align: center;">7</td> <td style="text-align: center;"><math>\varnothing 95</math></td> <td style="text-align: center;">2,5x2</td> <td style="text-align: center;">0,5</td> <td style="text-align: center;">1,3</td> <td style="text-align: center;"><math>100^{+0,5}_{-1,3}</math></td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">2 - 14</td> <td style="text-align: center;">80</td> <td style="text-align: center;">2.0x2</td> <td style="text-align: center;">1,0</td> <td style="text-align: center;">1,0</td> <td style="text-align: center;"><math>80 \pm 1,0</math></td> </tr> </tbody> </table> <ol style="list-style-type: none"> <li>Визначаємо технічні вимоги згідно ГОСТ 2590-81 <ol style="list-style-type: none"> <li>3.1 Відхилення від площинності до 0,3 мм</li> <li>3.2 Допустима кривизна до 0,25мм</li> <li>3.3 Допустима кривизна різь 2мм</li> </ol> </li> </ol>	№ пов	Розмір	Припуск	допуск		прийнятий розмір	+	-	7	$\varnothing 95$	2,5x2	0,5	1,3	$100^{+0,5}_{-1,3}$	2 - 14	80	2.0x2	1,0	1,0	$80 \pm 1,0$
№ пов	Розмір				Припуск	допуск		прийнятий розмір													
		+	-																		
7	$\varnothing 95$	2,5x2	0,5	1,3	$100^{+0,5}_{-1,3}$																
2 - 14	80	2.0x2	1,0	1,0	$80 \pm 1,0$																



1

діаметри:

 $98,8_{-0,7}^{+1,3}, 54,2_{-0,7}^{+1,3}, 26,8_{-1,1}^{+0,5}, 18,4_{-1,1}^{+0,5}$ 

на лінійні розміри:

 $83_{-0,9}^{+1,6}, 48,3_{-0,5}^{+1,2}, 75,2_{-0,7}^{+1,3}$ 

11. Визначаємо масу штамповки. Згідно програми «Компас V16-3D» теоретична маса штамповки становить 2,15 кг

12. Заходимо коефіцієнт використання матеріалу за

$$\text{формулою: } K = \frac{M_{\phi}}{M_{\Sigma}} = \frac{1,5}{2,15} = 0,69$$

13. Розрахунки заносимо в таблицю Таблицяб

№	Розмір	Припуск	допуск		прийнятий розмір
			+	-	
Діаметральні розміри					
7	Ø95	1,9x2	1,3	0,7	Ø98,8 <sub>-0,7</sub> <sup>+1,3</sup>
5	Ø50h6	2,1x2	1,3	0,7	Ø54,2 <sub>-0,7</sub> <sup>+1,3</sup>
18	Ø31	2,1x2	0,5	1,1	Ø26,8 <sub>-1,1</sub> <sup>+0,5</sup>
3	Ø22	1,8x2	0,5	1,1	Ø18,4 <sub>-1,1</sub> <sup>+0,5</sup>
Лінійні розміри					
2 - 14	80	1,5x2	1,6	0,9	83 <sub>-0,9</sub> <sup>+1,6</sup>
2 - 6	48	1,5-1,2	1,2	0,5	48,3 <sub>-0,5</sub> <sup>+1,2</sup>
14 - 19	75	1,5-1,3	1,3	0,7	75,2 <sub>-0,7</sub> <sup>+1,3</sup>

14. Визначаємо собівартість заготовки і виконуємо

$$\text{креслення: } S_{\Sigma} = \left( \frac{C}{1000} \cdot M_{\Sigma} \right) - (M_{\Sigma} - M_{\phi}) \cdot \frac{S_{\phi}}{1000},$$

де С – вартість 1т заготовки (18200 грн),

2

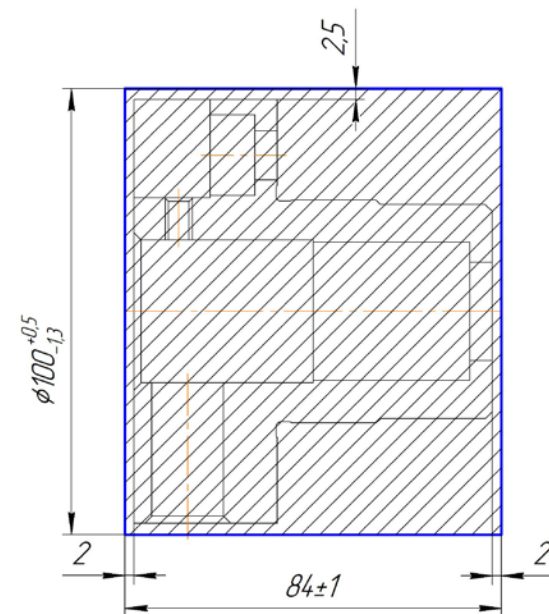


Рисунок 2 - прокат

Змін.

Арк.

№ докум.

Підпис

Дата

БДР.ЛМ-098.00.000 ПЗ

Арк.



Порівняльну характеристику заготовок заносимо таблицю 7  
Таблиця 7. Порівняльна характеристика заготовок

Показники	Штамповка	Прокат
Маса заготовки (кг)	2,15	4,89
Коефіцієнт використання металу	0,69	0,31
Собівартість 1-ї заготовки (грн.)	374.4	606.24

Оскільки коефіцієнт використання металу в штамповки вищий за коефіцієнт використання металу прокату на 38%, та ціна штамповки нижча від ціни прокату, тому вибираємо заготовку штамповку.

					БДР.ПІМ-031.00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис			

## 2.2 Вибір маршруту і операцій обробки деталі

### 2.3 Розробка вдосконаленого технологічного процесу

Таблиця 8 Опис вдосконаленого технологічного процесу

№ операції	Назва та зміст операції	Модель верстату	Пристрій
1	2	3	4
005	Контрольна	-	-
010	<b>Установ 1</b> Токарна з ЧПК 1. Точити поверхню 2; 2. Свердлити поверхню 3 3. Точити поверхню 5 (начорно); 4. Точити поверхню 6 5. Точити поверхню 5 (начисто) 6. Точити поверхню 4 7. Точити канавку 35 8. Точити фаску 1	ЧПК AVIAturm-35	Трикулачковий самоцентруючий патрон
	<b>Установ 2</b> Токарна з ЧПК 1. Точити поверхню 14 2. Точити поверхню 7 3. Розточити поверхню 18 4. Розточити поверхню 19 5. Розточити поверхню 16 (начисто) 6. Розточити фаску пов. 15	ЧПК AVIAturm-35	Трикулачковий самоцентруючий патрон
	<b>Установ 3</b> Фрезерна з ЧПК 1. Фрезерувати пази пов. 25 -23	ЧПК AVIAturm-35	Трикулачковий самоцентруючий патрон
015	Свердлильна з ЧПК 1. Свердлити три отвори пов. 32-34 2. Свердлити пов. 29-31 3. Цекувати внутр.. торець отв. пов. 29-31	2P135Ф3	Пристрій спеціальний
020	Вертикально свердлильна 1. Свердлити отвір пов. 41 2. Зенкувати фаску пов. 40 3. Нарізати різьбу пов. 42 4. Свердлити три отвори пов. 13-31 5. Зенкувати три фаски пов. 10-8	2Н125	Пристрій спеціальний
025	Внутрішньо-шліфувальна (шліфування отвору Ø32Н7) 1. Шліфувати отвір Ø32Н7	3К228	Пристрій спеціальний
030	Кругло-шліфувальна 1. Шліфувати поверхню 5	3М151	Пристрій спеціальний

					БДР.ПМ-098.00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

## 2.4 Розробка операційного технологічного процесу.

### 2.4.1 Визначення міжопераційних припусків та міжопераційних розмірів.

Досягнення необхідної точності та якості оброблюваних деталей передбачає реалізацію технологічного процесу механічної обробки, при якій з поверхні деталі знімається шар металу, що називається припуском.

Завищені припуски викликають перевитрату матеріалу на виготовлення деталей машин і потребують введення додаткових технологічних переходів, збільшують трудомісткість процесу обробки, витрату різального інструмента й електроенергії, підвищують собівартість обробки, ускладнюють досягнення необхідної точності обробки на налагоджених верстатах. При цьому може бути повністю знятий найбільш зносостійкий поверхневий шар заготовки.

Завищені припуски не забезпечують повного видалення дефектних поверхневих шарів, отримання необхідної точності оброблених поверхонь, збільшують кількість бракованих деталей. При цьому підвищується собівартість продукції. Тому призначення оптимальних припусків на обробку і технологічних допусків на розміри заготовок на всіх переходах має велике техніко-економічне значення.

Розрахунок припусків на механічну обробку зовнішньої циліндричної поверхні –  $\text{Ø}50\text{h}6_{(-0,016)}$ .

Спосіб отримання заготовки – штампування на ГKM.

Клас точності заготовки Т3.

Точність оброблюваної поверхні 6 квалітет.

Таблиця 9 Граничні розміри та припуски на обробку поверхні  $\text{Ø}50\text{h}6_{(-0,016)}$ .мм.

Технологічні операційні переходи	Елементи припусків, мкм			2Z <sub>min</sub> (мкм)	Розрахунковий розмір, $d_p$ , мм	Допуск, $\delta$ , мкм	Граничні розміри		Граничні припуски	
	$R_z$	T	$\rho$				$d_{\max}$	$d_{\min}$	$2z_{\max}^{\text{np}}$	$2z_{\min}^{\text{np}}$
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
Заготівельна	150	250	1300		54,2	2000	55,4	53,4		

					БДР.ПМ-098.00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Продовження таблиці 9

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
Токарна з ЧПК (чорнова)	50	50	150	2*1700	50,6	300	50,66	50,36	4740	3000
Токарна з ЧПК (чистова)	20	25	5	2*250	50,1	74	50,16	50,086	500	274
Круглошліфувальна	10	20	4	2*50	50	16	50,008	49,98	160	106

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

$$\text{де } \rho_{\text{кор}} = \sqrt{(\Delta_{\text{к}} \cdot l)^2 + (\Delta_{\text{к}} \cdot d)^2} = \sqrt{(0,12 \cdot 36)^2 + (0,12 \cdot 50)^2} = 7,4 \text{ мкм}$$

$$\rho_{\text{см}} = 1300 \text{ мкм}$$

$\Delta_{\text{к}}$  – табл. 4.8 ст 71[ ]

$$\rho_{\Sigma} = \sqrt{7,4^2 + 3000^2} = 3000 \text{ мкм}$$

$$\rho_1 = 0,1 \cdot 1300 = 150 \text{ мкм}$$

$$\rho_2 = 0,005 \cdot 1300 = 5 \text{ мкм}$$

$$\rho_3 = 0,003 \cdot 1300 = 4 \text{ мкм}$$

Значення припусків вибираю з [4, с. 186, табл. 27]:

- для шліфування  $2Z_{\text{min}}=106$  мкм;
- для чистового точіння  $2Z_{\text{min}}=274$  мкм;
- для чорнового точіння  $2Z_{\text{min}}=3000$  мкм.

В графу розрахунковий розмір записую найменший діаметр деталі

$$d_{\text{min}} = 49,98 \text{ мм.}$$

Визначаю розрахункові розміри:

-для чистового точіння

$$d_{1\text{min}} = 49,98 + 0,106 = 50,086 \text{ мм;}$$

					БДР.ПМ-098.00.000 ПЗ					Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата						

-для чорнового точіння

$$d_{2\min} = 50,086 + 0,274 = 50,36 \text{ мм};$$

-для заготовки

$$d_{3ar.\min} = 50,36 + 3,000 = 53,36 \text{ мм.}$$

Значення допусків кожного переходу приймаю у відповідності з квалітетом точності.

Визначаю максимальні граничні розміри додаючи до мінімальних граничних розмірів поле допуску відповідних переходів:

-для шліфування

$$d_{\max} = 49,98 + 0,016 = 50,0 \text{ мм};$$

-для чистового точіння

$$d_{1\max} = 50,086 + 0,074 = 50,16 \text{ мм};$$

-для чорнового точіння

$$d_{2\max} = 50,36 + 0,300 = 50,66 \text{ мм};$$

-для заготовки

$$d_{3ar.\max} = 53,36 + 2,000 = 55,4 \text{ мм.}$$

Мінімальні граничні значення припусків  $z_{i\min}$  визначаю як різницю мінімальних граничних розмірів і  $z_{i\max}$  як різницю максимальних граничних розмірів попереднього і виконуваного переходу

$$2z_{2\min} = 50,086 - 49,98 = 0,106 \text{ мм} = 106 \text{ мкм};$$

$$2z_{2\max} = 50,16 - 50,0 = 0,16 \text{ мм} = 160 \text{ мкм};$$

$$2z_{1\min} = 50,36 - 50,086 = 0,274 \text{ мм} = 274 \text{ мкм};$$

$$2z_{1\max} = 50,66 - 50,16 = 0,5 \text{ мм} = 500 \text{ мкм.}$$

$$2z_{3\min} = 53,36 - 50,36 = 3,000 \text{ мм} = 3000 \text{ мкм};$$

$$2z_{3\max} = 55,4 - 50,66 = 4,740 \text{ мм} = 4740 \text{ мкм.}$$

Перевірка:  $T_{d\text{заг.}} - T_{d\text{дет.}} = \Sigma 2Z_{\max} - \Sigma 2Z_{\min};$

$$2000 - 16 = 5336 - 3380 = 0.$$

					БДР.ПМ-098.00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Змін.	Арк.	№ док.м.	Підпис	Дата	БДР.ПМ-098.00.000 ПЗ
	Арк.				

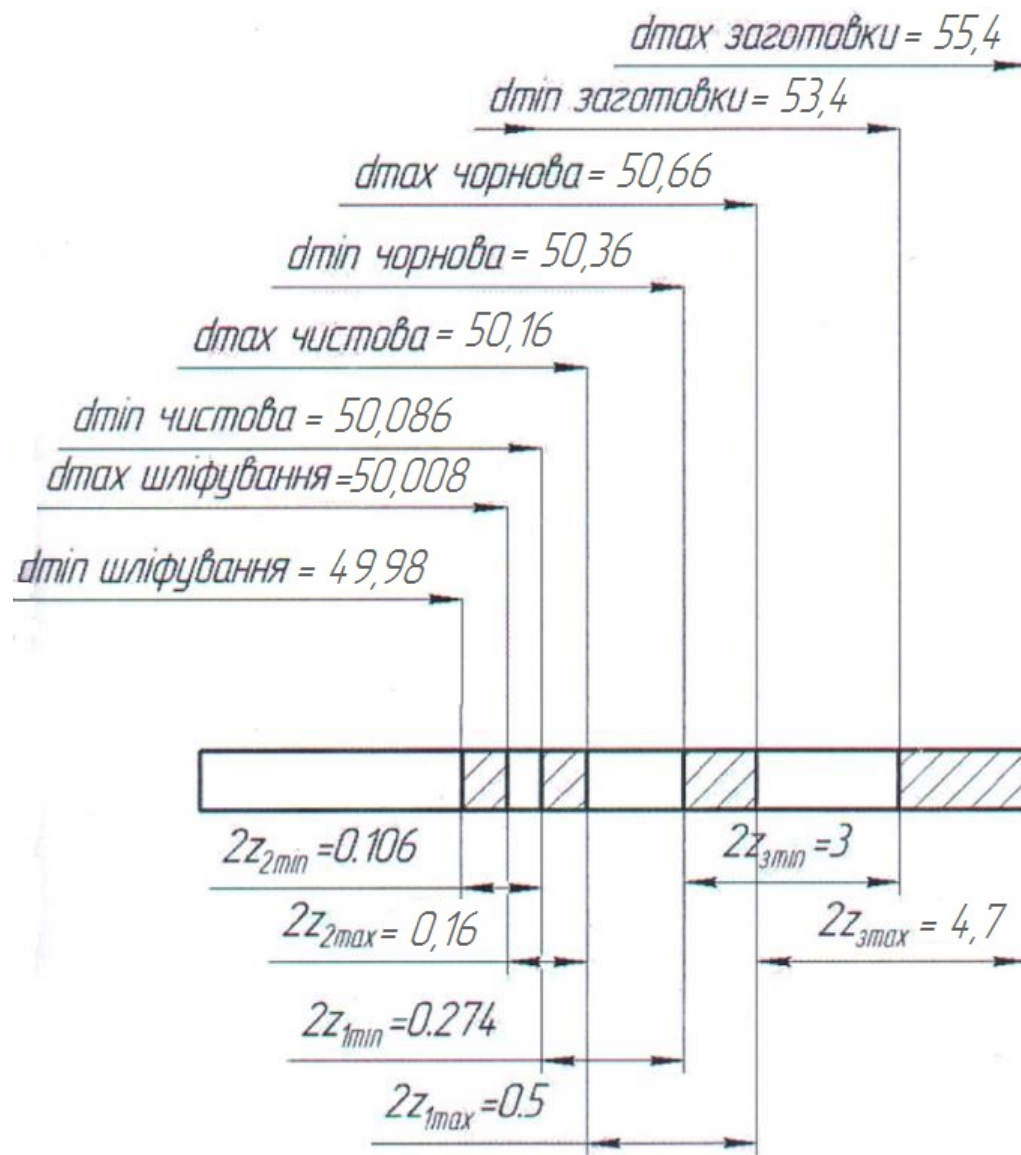


Рисунок 4 - Схема розміщення полів допусків для розміру  $\varnothing 50h6(-0.016)$ .

## 2.4.2 Визначення режимів різання

Проводимо розрахунок режимів різання на токарну операцію (точіння поверхні  $\varnothing 50h6_{(-0,016)}$ ). Операція 010 Токарна

При обробці цієї поверхні на верстаті моделі з ЧПК AVIAturm-35 . Для обробки вибираємо Різець 2103-0007 T5K10 ДСТУ ГОСТ 18879:

Різець правий прохідний упорний з пластиною із твердого сплаву;

Загальна довжина різця 140 мм;

Радіус округлення 1 мм;

Довжина робочої частини 15 мм;

Кут врізання  $10^0$ ;

Головний кут в плані  $90^0$ ;

Допоміжний кут в плані  $10^0$ ;

Визначаємо швидкість різання:

$$V = \frac{C_v}{T^m \cdot t^x \cdot S^y} \cdot K_v \text{ м/хв.};$$

де  $C_v$ ,  $m$ ,  $x$ ,  $y$  – показники степенем і коефіцієнти при точінні;

$T=50$  ( $T=T_m \cdot K$ ;  $T_m=50$ ;  $K=L_{\text{різ}}/L_{\text{роб.ходу}}=1$ ) – період стійкості в хв.;

$t$  – глибина різання мм;

$S$  – подача.

$K_v = K_{mv} \cdot K_{iv} \cdot K_{ev}$  - поправочний коефіцієнт швидкості різання, який враховує вплив механічних властивостей, стану поверхні заготовки, марки матеріалу і ін. на швидкість різання. ([7], ст. 262-275)

$$K_{mv} = K_r \cdot \left( \frac{750}{\sigma_s} \right)^{n_v} = 0.7 \cdot \left( \frac{750}{590} \right)^1 = 1,27; \quad K_{iv} = 0,8; \quad K_{ev} = 1,4;$$

$$K_v = 1,27 \cdot 0,8 \cdot 1,4 = 1,42;$$

Чорнове точіння

Глибина  $t=1,8$  мм; Подача  $S=0,4$  мм/об;

$$C_v=350; \quad m=0,2; \quad x=0,15; \quad y=0,35;$$

$$V = \frac{350}{50^{0,2} \cdot 1,8^{0,15} \cdot 0,4^{0,35}} = 142 \text{ м/хв.};$$

					БДР.ПМ-098.00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Чистове точіння

Глибина  $t=0,25$  мм; Подача  $S=0,15$  мм/об;

$C_v=450$ ;  $m=0,2$ ;  $x=0,15$ ;  $y=0,2$ ;

$$V = \frac{420}{50^{0.2} \cdot 0,25^{0.15} \cdot 0.15^{0.2}} = 203 \text{ м/хв};$$

Частота обертання шпинделя

$$n = \frac{1000 \cdot V}{\pi \cdot d} \text{ об/хв.};$$

Чорнове точіння

$$n = \frac{1000 \cdot 142}{3.14 \cdot 54,2} = 834$$

Чистове точіння

$$n = \frac{1000 \cdot 203}{3.14 \cdot 50,6} = 1278$$

Оскільки частота обертання шпинделя верстаті моделі з ЧПК AVIAturm-35 не перевищує 3000 об/хв. , приймаємо:

Чорнове точіння  $n=1000$  об/хв. ;

Чистове точіння  $n=2250$  об/хв. ;

Уточнюємо швидкість різання

$$V = \frac{n \cdot \pi \cdot d}{1000} \text{ м/хв};$$

Чорнове точіння

$$V = \frac{1000 \cdot 3.14 \cdot 54,2}{1000} = 136 \text{ м/хв.};$$

Чистове точіння

$$V = \frac{2250 \cdot 3.14 \cdot 50,6}{1000} = 199 \text{ м/хв.};$$

Визначаємо силу різання при точінні крім чистового, оскільки там зусилля різання незначне.

$$P_z = 10 \cdot C_{pz} \cdot t_{pz}^x \cdot S_{pz}^y \cdot V_{pz}^n \cdot K_{iz},$$

					БДР.ПМ-098.00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

де  $C_{pz} = 300$ ,  $x=1.0$ ;  $y=0.75$ ;  $n= -0.15$  - показники степенем і коефіцієнти при точінні;

$$K_{iz} = K_M \cdot K_\phi \cdot K_r \cdot K_\gamma \cdot K_h = \left( \frac{590}{750} \right)^{0.75} \cdot 0,83 \cdot 1 \cdot 1 \cdot 1 = 0,83 - \text{поправочний коефіцієнт}$$

сили різання;

Чорнове точіння

$$P_z = 10 \cdot 300 \cdot 1,8^1 \cdot 0,4^{0,75} \cdot 136^{-0,15} \cdot 0,83 = 1079 \text{ Н};$$

Визначаємо крутний момент різання  $M = P_z x d / 2$ ;

$$\text{Чорнове точіння } M = 1079 \times 54,2 / 2 = 29241 \text{ Н/мм};$$

Визначаємо потужність різання

$$N = \frac{P_z \cdot V}{1020 \cdot 60} ;$$

Чорнове точіння

$$N = 1079 \times 136 / 1020 \times 60 = 3.0 \text{ кВт};$$

Оскільки потужність електродвигуна верстата складає 10 кВт, то на даному верстаті цілком можливо (виходячи з параметрів потужності) провести обробку деталі.

Визначаємо основний технологічний час

$$T_o = \frac{l + \Delta + Y}{n \cdot s} i,$$

де  $\Delta + Y = 3 \text{ мм}$  – величина перебігу та врізання ([8], ст..299)

$i$  – кількість проходів,  $i = 1$ .

Чорнове точіння

$$T_o = ((46,2 + 4) / 800 \times 0,4) \times 1 = 0,16 \text{ хв};$$

Чистове точіння

$$T_o = ((48 + 4) / 1250 \times 0,15) \times 1 = 0,28 \text{ хв};$$

					БДР.ПМ-098.00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		



Рис. 5 Токарний верстат з ЧПК AVIAturn-35

					БДР.ПМ-098.00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

## Зведення таблиці режимів різання

Таблиця №10 Зведена таблиця режимів різання

№ операції	№ переходу	Зміст переходу	Д (В) мм	t мм	L мм	i/a	Табл. Зн-ня режимів різання			прийняті значення режимів різання				Література
							S мм/об	V м/хв	n <sub>1</sub> хв.	S мм/об	V м/хв	n <sub>1</sub> хв.	N кВт	
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
010 Устано в-I	1	Точити поверхню 2;	54,2	1,5	17,9	1	0,2	135	793	0,2	136	800	2,3	с.209 к 108 [6]
	2	Свердлити поверхню 3	22	1,8	6,3	1	0,4	105	1519	0,4	110	1600	2,2	с.212 к 109 [6]
	3	Точити поверхню 5 (начорно);	54,2	1,8	46,2	1	0,4	142	834	0,4	136	800	2,4	с.214-215 к.111 [6]
	4	Точити поверхню 6;	98,8	1,2	24,1	1	0,2	145	467	0,2	155	500	2,3	с.378 [6]
	5	Точити поверхню 5 (начисто) ;	50,6	0,25	48	1	0,15	203	1278	0,15	199	1250	2,1	
	6	Точити поверхню 4;	50,1	1,05	28	1	0,4	144	915	0,4	157	1000	2,4	
	7	Точити канавку пов. 35;	50,1	0,3	3	1	0,4	124	788	0,4	126	800	1,8	
	8	Точити фаску пов. 1;	48	1,6	1,6	1	0,2	102	677	0,2	95	630	1,2	
010 Устано в-II	1	Точити поверхню 14;	98,8	1,5	36	1	0,2	143	460	0,2	155	500	2,4	с.36 к 1 [6],
	2	Точити поверхню 7;	98,8	1,9	32	1	0,4	133	428	0,4	155	500	2,5	с. 103 к 41 [6],
	3	Розточити поверхню 18;	26,8	2,1	75,2	1	0,4	103	1223	0,4	101	1200	2,6	с. 104-105 к 42[6],
	4	Розточити поверхню 19;	22	1,3	4,5	1	0,2	102	1476	0,2	110	1600	1,8	с.106 к43[6],
	5	Розточити пов. 16 (начисто);	31	0,20	40	2	0,15	164	1684	0,15	156	1600	2,0	с .117 к53[6],
	6	Розточити фаску пов. 15;	32	1,6	1,6	1	0,2	112	1114	0,2	121	1200	1,2	с. 118-119 к 54[6],
010 Устан.-III	1	1.Фрезерувати пази пов. 25 -23	25	3,4	22	5	0,4	74	942	0,4	71	900	4,1	с.36 к 1 [6], с .44-45 к 6 [6],
015	1	Свердлити три отв. пов. 32-34	11	5,5	5	3	0,2	52	1505	0,2	55	1600	1,6	с .107 к43[6],
	2	Свердлити пов. 29-31	18	3,5	8	3	0,2	58	1026	0,2	56	1000	1,7	с. 108-109 к 44[6],
	3	Цекувати пов 26-28	18	3,5	2	3	0,18	64	1132	0,18	68	1200	1,2	

БДР.ПМ-098.00.000 ПЗ

Змі.

Арку.

№ докум.

Підпис

Дата

Арку.

## Продовження таблиці 9

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
020	1	Свердлити отвір пов. 41	5	2,5	9,5	1	0,2	28	1783	0,2	25	1600	1,1	с.36 к 1 [6],
	2	Зенкувати фаску пов. 40	6,3	1	1	1	0,18	34	1719	0,18	32	1600	0,8	с. 103 к 41 [6],
	3	Нарізати різьбу пов. 42	5	1	9,5	1	1	21	1337	1	22	1400	0,9	с .107 к43[6],
	4	Свердлити три отв. пов. 13-31	16	8	31,5	3	0,4	57	1134	0,4	60	1200	1,5	с. 108-109 к 44[6],
	5	Зенкувати три фаски пов. 10-8	20	1,6	1,6	3	0,18	58	923	0,18	63	1000	0,8	
025	1	Шліфувати отвір Ø32H7	32	0,05	40	1	0,05	30	298	0,05	30	300	3,12	с.303 т.56 [7]
030	1	Шліфувати пов. 5	50,1	0,05	17,3	1	0,2	42	267	10	47	300	2,83	с.298 т.42 [7]

БДР.ПМ-098.00.000 ПЗ

Змі.

Арк.

№ докум.

Підпис

Дата

Арк.

## Розрахунок основного час

Таблиця №11 Розрахункова таблиця норм часу

№ операції	переход	Розрахункова формула	L (мм)	i	n (хв <sup>-1</sup> )	S мм/хв мм/об	Т <sub>м</sub> (хв)	Література	
1	2	3	4	5	6	7	8	9	
010 Установ- I	1	$T_M = \frac{L}{n \cdot S} i$	17,9	1	800	0,2	0,14	С. 19 [6]	
	2		6,3	1	1600	0,4	0,02		
	3		46,2	1	800	0,4	0,16		
	4		24,1	1	500	0,2	0,28		
	5		48	1	1250	0,15	0,28		
	6		28	1	1000	0,4	0,08		
	7		3	1	800	0,4	0,02		
	8		1,6	1	630	0,2	0,01		
							0,99		
010 Установ- II	1	$T_M = \frac{L}{n \cdot S} i$	36	1	500	0,2	0,4	С. 19 [6]	
	2		32	1	500	0,4	0,18		
	3		75,2	1	1200	0,4	0,16		
	4		4,5	1	1600	0,2	0,02		
	5		40	2	1600	0,15	0,36		
	6		1,6	1	1200	0,2	0,01		
							1,13		
010 Установ- III	1	$T_M = \frac{L}{S} i$	22	5	900	0,4	0,35	С. 19 [6]	
							0,35		
015	1	$T_M = \frac{L}{n \cdot S} i$	5	3	1600	0,2	0,07	С. 19 [6]	
	2		8	3	1000	0,2	0,16		
	3		2	3	1200	0,18	0,04		
							0,27		
020	1	$T_M = \frac{L}{n \cdot S} i$	9,5	1	1600	0,2	0,04	С. 19 [6]	
	2		1	1	1600	0,18	0,01		
	3		9,5	1	1400	1	0,01		
	4		31,5	3	1200	0,4	0,21		
	5		1,6	3	1000	0,18	0,03		
							0,30		
025	1	$T_M = \frac{h}{n_3 \cdot S} \cdot i \cdot K,$	40	1	300	0,05	2,3	С. 19 [6]	
							2,3		
030	1	$T_M = \frac{L \cdot h}{n \cdot S \cdot t} i \cdot K$	17,3	1	300	10	0,13	С. 19 [6]	
							0,13		
<b>Всього:</b>							<b>5,47</b>		

					<b>БДР.ПМ-098.00.000 ПЗ</b>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

### 2.4.3 Визначення норм часу

Визначаємо норми часу на 010установ-III операцію. Фрезерна з ЧПК з попередніх роз рахунків беремо основний час на дану операцією, він становить 0,35 хв.

Визначаємо допоміжний час.

Знаходимо час на установку та зняття деталі:

$$t_{УСТ} = 0,32 \text{ хв. к16 л1 п2 с.54 [8].}$$

Знаходимо час зв'язаний з переходом і часи, які не ввійшли в комплекс:

$$t_{ПЕР} = 0,12 \cdot 3 = 0,36 \text{ хв. к31 п2 с.108 [8].}$$

$$t_{НК1} = 0,07 \text{ хв. к31 п15 с.109 [8].}$$

$$t_{НК2} = 0,06 \text{ хв. к31 п19 с.109 [8].}$$

$$\sum t_{НК} = 0,07 + 0,06 = 0,13 \text{ хв.}$$

Знаходимо час на вимірювання:

$t_{ВИМ} = 0,1 \text{ хв. к86 л7 п158 с.191 [8]$ , знаходимо коефіцієнт періодичності вимірювання.  $\kappa_{ВИМ} = 0,3$  к87 л1 с.200 [8]. Час на вимірювання буде становити  $t'_{вим} = t_{ВИМ} \cdot \kappa_{ВИМ} = 0,1 \cdot 0,3 \cdot 2 = 0,06 \text{ хв.}$

Знаходимо величину допоміжного часу без поправочного коефіцієнта, який залежить від величини партії деталей.

$$t'_{дон} = t_{УСТ} + t_{ПЕР} + t'_{вим} + \sum t_{НК} = 0,32 + 0,36 + 0,06 + 0,13 = 0,87 \text{ хв.}$$

Визначаємо величину коефіцієнта, який залежить від величини партії деталей:  $\kappa = 1$  к1 с.31 [8].

Допоміжний час на операцію буде становити:

$$t_{дон} = t'_{дон} \cdot \kappa = 0,87 \cdot 1 = 0,87 \text{ хв.}$$

Визначення оперативного часу:

$$1. t_{опер} = t_{осн} + t_{дон} = 0,35 + 0,87 = 1,22 \text{ хв.}$$

Визначення часу на обслуговування робочого місця: , де  $a$  - процент від оперативного часу. К32 с.110 [8].

					БДР.ПМ-098.00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Визначаємо час на відпочинок та особисті потреби:

$$t_{\text{відп}} = \frac{b \cdot t_{\text{опер}}}{100} = \frac{4 \cdot 1,22}{100} = 0,05 \text{ хв.}$$

де  $b$  - процент від оперативного часу. К88 с.203 [7].

Визначаємо час на відпочинок та особисті потреби:

$$t_{\text{ос}} = \frac{a \cdot t_{\text{опер}}}{100} = \frac{4 \cdot 1,22}{100} = 0,05 \text{ хв.}$$

де  $a$  - процент від оперативного часу. К88 с.203 [8].

Знаходимо величину штучного часу:

$$t_{\text{шт}} = t_{\text{опер}} + t_{\text{обс}} + t_{\text{відп}} = 1,22 + 0,05 + 0,05 = 1,32 \text{ хв.}$$

Визначаємо величину підготовчо-заключного часу:

$$t'_{\text{пз}} = 21 \text{ хв к32 п8 с.111 [8];}$$

$$t''_{\text{пз}} = 7,0 \text{ хв к32 п24 с.111 [8];}$$

$$t_{\text{пз}} = t'_{\text{пз}} + t''_{\text{пз}} = 21 + 7,0 = 28 \text{ хв.}$$

Визначаємо величину штучно-калькуляційного часу:

$$t_{\text{шт.к}} = \frac{t_{\text{пз}}}{n} + t_{\text{шт}} = \frac{28}{200} + 1,32 = 1,46 \text{ хв.},$$

де  $n$  – партія деталей.

На інші операції норми часу заносимо в таблицю 11.

					БДР.ПМ-098.00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

## Зведена таблиця рахунку норм часу

Таблиця №12 Зведена таблиця норм часу

№ операції	Назва операції	Модель верстага	з тоcn, хв.	$\frac{T_{пз}}{n}$ , хв.	Туст; хв.	Тлер; хв.	Твим; хв.	Тобс; хв.	Твідп; хв.	Тшит; хв.	Тшт.к; хв.	Література
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
010	Токарна-з ЧПК Установ-I	AVIAturm-35	0,99	24/200	0,24	0,86	0,62	0,12	0,12	3,29	3,41	к19 п2 с.70 [8]. К19 п23 с.70 [8]. К1 с.31 [8]. к19 с.70 [8].
010	Токарна-з ЧПК Установ-II	AVIAturm-35	1,13	24/200	0,24	1,08	0,56	0,14	0,14	3,77	3,89	к19 п2 с.70 [8]. К19 п23 с.70 [8]. К1 с.31 [8]. к19 с.70 [8].
010	Фрезерна з ЧПК Установ-III	AVIAturm-35	0,35	28/200	0,32	0,36	0,06	0,05	0,05	1,32	1,46	К86 л7 п6158 с.191 [8]. К31 п2 с.108 [8]. К31 п.19 с.109 [8]. К87 с.202 л3 [8].
015	Свердлильна з ЧПК	2P135Ф3	0,27	21/200	0,25	0,86	0,56	0,14	0,14	2,76	2,98	К86 л7 п6158 с.191 [8]. К31 п2 с.108 [8]. К31 п.19 с.109 [8]. К87
020	Вертикально свердлильна	2H125	0,30	20/200	0,20	0,64	0,41	0,12	0,12	2,82	3,01	К86 л7 п6158 с.191 [8]. К31 п2 с.108 [8]. К31 п.19 с.109 [8]. К87
025	Внутрішньо-шліфувальна	3K228	2,3	24/200	1,56			0,13	0,17	2,51	2,84	К86 л7 п6158 с.191 [8]. К31 п2 с.108 [8]. К31 п.19 с.109 [8]. К87
030	Кругло-шліфувальна	3M151	0,13	24/200	0,54			0,13	0,17	0,9	1,02	К86 л7 п6158 с.191 [8]. К31 п2 с.108 [8]. К31 п.19 с.109 [8]. К87

БДР.ПМ-098.00.000 ПЗ

Арк.

### 3. Проектування технологічної оснастки

#### 3.1 Конструювання та розробка свердлильного пристрою.

##### 3.1.1 Опис роботи пристрою.

Пристрій призначений для виконання свердлильних робіт. Деталь встановлюється на плиту 1 до упору. За допомогою ключа провертається вісь 2, яка в свою чергу заставляє рухатись плити 1 у зустрічному напрямку за допомогою лівої та правої різьб на вісі та плитах, які в свою чергу переміщують призми 8, які виконують закріплення деталі. Розтиск деталі відбувається аналогічно, тільки провертати вісь 2 потрібно у зворотному напрямку тоді призми 8 будуть рухатись в протилежних напрямках що спричинить розтискання деталі.

##### Спосіб налагодження пристрою.

Обробку проводимо на свердлильному верстаті з ЧПК тому обробку проводимо згідно програми. Пристрій встановлюється на плиті стола та базується в пазах при допомозі шпонок і закріплюється за допомогою чотирьох болтів.

##### 3.1.2 Розрахунок сил затиску

Визначаємо головну складову сили різання  $P_z$ , Н

$$P_o = 10C_pSD^qK_{MP}, \text{ де}$$

$C_p$  – стала для оброблюваного матеріалу – 68,

$S$  – подача – 0,2 мм/об,

$D$  – діаметр свердла – 11 мм, і

показники степенів:  $x = -$ ,  $y = 0.9$ ,  $q = 1,0$ ,

$K_{MP}$  – поправочний коефіцієнт, який залежить від матеріалу обробки (сталь 45)

$$K_{MP} = (\sigma_6/750)^{n_p}, \text{ де } n_p = 0.75, \text{ тоді } K_{MP} = (750/750)^{0.75} = 1$$

$$P_o = 10 \cdot 68 \cdot 0.2^{0.9} \cdot 11 \cdot 1 = 942 \text{ Н}$$

Визначаємо крутний момент за формулою:

$$M_{кр} = 10C_mSD^qK_{MP}$$

									Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис						

БДР.ПМ-098.00.000 ПЗ







## Розрахунок слабкої ланки пристрою на міцність, опори та зносостійкість.

Слабкою ланкою є вісь оскільки вона працює на розтиск, діаметр вісі в найтоншому місці становить 14 мм

$$\sigma = \frac{F}{S} = \frac{4Q}{\pi D^2} = \frac{4 \cdot 482}{3.14 \cdot 14^2} = 3,13 \text{ МПа} \text{ р } [\sigma] = 80 \text{ МПа},$$

отже умова виконується

## Розрахунок опори на зносостійкість.

Характеристикою стійкості проти спрацювання призми служить зносостійкість  $C$ , під якою розуміють кількість установок  $N$  заготовок у пристрій, яка викликає зміну розміру опори на 1 мкм.

Спрацювання призми визначається:

$$Y = \frac{1}{\sin \alpha / 2} \left[ \frac{C_m \cdot q}{10K_{cn}} + \frac{1,15C_v}{K_{cn}^{0,4}} (q/d)^{0,2} + 1,07 \frac{C_m}{K_{cn}^{\frac{1}{5(V_0+V_3)}}} (q/d)^{\frac{1}{10(V_0+V_3)}} \right]$$

$q=482$  Н – сумарне лінійне навантаження, що діє по нормалі до робочих поверхонь призми, Н/мм;

$d=95$  мм – діаметр циліндричної поверхні заготовки;

$r$  – радіус спрацьованої сферичної опори, мм;

$$r_{cn} = \frac{r^2}{r - 8u}$$

$r$  – радіус виготовлення сферичної опори, мм;

$u$  – лінійне спрацювання опори, мм;

$\alpha$  – кут призми, град;

$v$  – безрозмірні параметри опорної кривої;

$K_{cn}$  – безрозмірний коефіцієнт, що враховує вплив спрацювання призми;

$$K_{cn} = \sqrt{R_{cn}(R_{cn} - 0,5d)}$$

$R_{cn}$  – радіус спрацьованої поверхні призми, мм;

$$R_{cn} = 0,125 \left[ 2\sqrt{d \cdot u} + (0,5 \cdot Td + u) \operatorname{ctg} \frac{\alpha}{2} \right]^2 \cdot \frac{1}{u}$$

$C_m, C_v, C_t$  – безрозмірні коефіцієнти;

Згідно [8]с. 40  $r_{cn}=r, u=0; K_{cn}=1;$

$C_m=0,027; K=0,82; \alpha=0,695; K_1=0,62; \alpha_1=0,55;$

$C_v=K=(1+W_3)^\alpha$

$W_3=10$  мкм;  $v_3=1,94$  мкм; [8]с. 40 табл. 1.6;  $v_0=1,4;$

Арк.

БДР.ПМ-098.00.000 ПЗ

Змн. Арк. № докум. Підпис



$$T=0,05+0,05=0,1 \text{ мм}$$

$\varepsilon_3=0$ , – напрям сили затиску співпадає з напрямом проставленого розміру.

$\varepsilon_{пр.}=0,05$  – похибка від неточності виготовлення рухомих та нерухомих елементів пристрою;

$\varepsilon_6=0$  – похибки контролюючих розмірів

$\varepsilon_{н.}=0,01$  – похибка наладки;

$\varepsilon_{г.т.}=0,05$  – похибка геометричної точності;

$\varepsilon_t=0$  – похибка від температурного фактору;

$\varepsilon_{ВПД}=0,05$  – жорсткість системи ВПД.

$\varepsilon_{знош.інстр.}=0$  – інструмент гострий.

Тоді похибка рівна:

$$\varepsilon_{пр} = 0,1 - 1,2\sqrt{(0,75 \cdot 0)^2 + 0 + (0,8 \cdot 0,03)^2 + 0 + 0,01^2} = 0,054 \text{ мм}$$

					БДР.ПМ-098.00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис			



### 3.2.2 Розрахунок пристрою на точність

В процесі вимірювання радіального, зовнішньої поверхні деталі можуть виникнути наступні похибки: похибка базування  $\varepsilon_{\delta}$ ; похибка вимірювання  $\varepsilon_{\nu}$ . Допуск на відхилення від торцевого биття поверхні рівний  $T=0,05\text{мм}$ . Виходячи з цього ми будемо вести розрахунок пристрою беручи до уваги похибку базування, яка залежить від допуску ( $T=0,02\text{мм}$ ) довжину розміру, що контролюється.

$$\varepsilon_{np} = T - 1.2 \cdot \sqrt{\varepsilon_{\delta} + \varepsilon_{\nu}},$$

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

$$\varepsilon_{\delta} = ITP = 0\text{мм}$$

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

$$\varepsilon_{\nu} = \frac{1}{2}\Delta = \frac{1}{2} \cdot 0.005 = 0.0025 \text{ мм};$$

де  $\Delta$  – ціна поділки мікрометра;  $\Delta = 0,005\text{мм}$ ;

$$\varepsilon_{np} = 0,04 - 1.2 \cdot \sqrt{0,02^2 + 0,0025^2} = 0,016\text{мм}$$

Отже похибка пристрою не повинна перевищувати величину  $\varepsilon_{np} = 0.016\text{мм}$ .

					БДР.ПМ-098.00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис			





































## Висновок

В даній бакалаврській дипломній роботі вдосконалено і обґрунтовано маршрутну технологію виготовлення деталі Штир 22.05.2963-25.06/004 в середньосерійному виробництві.

В бакалаврській роботі проведено аналіз типового технологічного процесу та заготовки, в результаті чого обґрунтовано застосування більш економної заготовки, змінено маршрут обробки на більш раціональний; (для вдосконаленого технологічного процесу), пораховані припуски на механічну обробку, режими різання та норми часу.

Розроблено карту налагодження на свердлильну операцію на верстаті з ЧПК.

В конструкторській частині спроектовано засоби технологічного оснащення – пристрій свердлильний і пристрій контрольний.

Розроблено керуючу програму для верстату з ЧПК , що містить опис автоматизованого розрахунку траєкторії руху інструментів . При цьому використана САМ-система SPRUT-CAM для створення керуючої програми. Програма призначена для розробки керуючих програм для верстатів токарної та фрезерної груп з ЧПК.

					БДР.ПМ-098.00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис			



14.Паливода Ю. Є. Заготовки у машинобудівному виробництві : навчально-методичний посібник / Паливода Ю.Є., Дячун А.Є. – Тернопіль : Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя, 2022. – 148 с.

15. 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.

16. Швець С.В.Основи формоутворення поверхонь різанням:навч. посіб. /С.В.Швець. – Суми: Сумський державний університет, 2011. –127 с.

17. Онофрейчук Н.В. Основи обробки та програмування на ерстатах з числовим програмним керуванням : підруч. /Н. В.Онофрейчук. — Львів : Світ, 2019. — 352 с.

18.Інноваційне обладнання автоматизованого виробництва. Конструктивні особливості та основи програмування верстатів з числовим програмним керуванням [Електронний ресурс]: навчальний посібник для студентів спеціальності 131 «Прикладна механіка» спеціалізації «Технології комп'ютерного конструювання верстатів, роботів та машин» / КПІ ім. Ігоря Сікорського; уклад.: Ковальов В.А., Гаврушкевич А.Ю., Гаврушкевич Н.В. – Електронні текстові дані (1 файл: 21,8 Мбайт). – Київ : КПІ ім. Ігоря Сікорського, 2020. – 158 с.

19. Швець С. В. Металорізальні інструменти : навчальний посібник / С. В. Швець. – Суми : Сумський державний університет, 2019. – 272 с.

					БДР.ПМ-098.00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис			

# Додатки

## Додаток 1 – Керуюча програма для токарного верстату з ЧПК моделі

### AVIAturm-35

BEGIN PGM Обработка торца MM  
TOOL DEF0L+0.000R+0.000  
Z S600M04  
LX+82.300Y+50.200R0FMAX  
LX+81.707R0FMAX  
LY+28.806R0FMAX

LX+81.000Y+28.099R0FMAXM14  
LY+10.101R0FMAX  
LX+81.707Y+10.808R0FMAX  
LY+23.949R0FMAX  
LX+80.707R0FMAX  
LX+80.000Y+23.242R0FMAX  
LY+10.014R0FMAX  
LX+80.707Y+10.721R0FMAX  
LY+49.103R0FMAX  
LX+34.906R0FMAX  
LX+34.199Y+48.396R0FMAX  
LX+30.996R0FMAX  
LX+31.703Y+49.103R0FMAX  
LX+34.906R0FMAX  
LY+47.103R0FMAX  
LX+34.199Y+46.396R0FMAX  
LX+32.000R0FMAX  
LX+32.707Y+47.103R0FMAX  
LX+34.906R0FMAX  
LY+45.103R0FMAX  
LX+34.199Y+44.396R0FMAX  
LX+32.000R0FMAX  
LX+32.707Y+45.103R0FMAX  
LX+34.906R0FMAX  
LY+43.103R0FMAX  
LX+34.199Y+42.396R0FMAX  
LX+32.000R0FMAX  
LX+32.707Y+43.103R0FMAX  
LX+34.906R0FMAX  
LY+41.103R0FMAX  
LX+34.199Y+40.396R0FMAX  
LX+32.000R0FMAX  
LX+32.707Y+41.103R0FMAX  
LX+34.906R0FMAX  
LY+39.103R0FMAX  
LX+34.199Y+38.396R0FMAX  
LX+32.000R0FMAX

LX+32.707Y+39.103R0FMAX  
LX+34.906R0FMAX  
LY+37.103R0FMAX  
LX+34.199Y+36.396R0FMAX  
LX+32.000R0FMAX  
LX+32.707Y+37.103R0FMAX  
LX+34.906R0FMAX  
LY+35.103R0FMAX  
LX+34.199Y+34.396R0FMAX  
LX+32.000R0FMAX  
LX+32.707Y+35.103R0FMAX  
LX+34.906R0FMAX  
LY+33.103R0FMAX  
LX+34.199Y+32.396R0FMAX  
LX+32.000R0FMAX  
LX+32.707Y+33.103R0FMAX  
LX+34.906R0FMAX  
LY+31.103R0FMAX  
LX+34.199Y+30.396R0FMAX  
LX+32.000R0FMAX  
LX+32.707Y+31.103R0FMAX  
LX+34.906R0FMAX  
LY+29.103R0FMAX  
LX+34.199Y+28.396R0FMAX  
LX+32.000R0FMAX  
LX+32.707Y+29.103R0FMAX  
LX+81.982R0FMAX  
LY+27.103R0FMAX  
LX+81.275Y+26.396R0FMAX  
LX+33.946R0FMAX  
LX+34.653Y+27.103R0FMAX  
LX+81.807R0FMAX  
LY+25.103R0FMAX  
LX+81.100Y+24.396R0FMAX  
LX+52.000R0FMAX  
LX+52.707Y+25.103R0FMAX  
LX+81.705R0FMAX  
LY+23.103R0FMAX  
LX+80.998Y+22.396R0FMAX  
LX+79.886R0FMAX  
LX+80.594Y+23.103R0FMAX  
LX+81.311R0FMAX  
LY+22.386R0FMAX  
LX+80.604Y+21.679R0FMAX  
LX+79.897Y+22.386R0FMAX  
LX+78.341Y+23.941R0  
CCX+78.200Y+23.800

CX+78.200Y+24.000DR+R0  
LX+52.000R0  
LY+24.800R0  
CCX+51.800Y+24.800  
CX+51.800Y+25.000DR+R0  
LX+32.000R0  
LY+47.300R0  
CCX+31.800Y+47.300  
CX+31.986Y+47.374DR+R0  
LX+31.615Y+48.303R0  
LX+32.322Y+49.010R0FMAX  
LY+48.520R0FMAX  
Z S0  
TOOL DEF18L+0.000R+0.000  
TOOL CALL18Z S600M04  
LX+83.692Y+50.600R0FMAX  
LX+40.806R0FMAX  
LY+33.401R0FMAX

LX+37.270Y+29.866R0FMAX  
LX+33.735Y+26.330R0FMAX  
LX+32.892Y+25.488R0FMAX  
LX+33.735Y+26.330R0FMAX  
LX+37.270Y+29.866R0FMAX  
LX+38.401Y+28.735R0FMAX  
LX+34.866Y+25.199R0FMAX  
LX+34.617Y+24.950R0FMAX  
LY+25.150R0FMAX  
LX+38.301Y+28.835R0FMAX  
LX+36.816Y+30.320R0FMAX  
LX+33.281Y+26.784R0FMAX  
LX+32.892Y+26.396R0FMAX  
LX+33.092R0FMAX  
LX+36.871Y+30.175R0FMAX  
LX+38.357Y+28.690R0FMAX  
LX+34.821Y+25.154R0FMAX  
LX+34.819Y+25.152R0FMAX  
LX+34.809Y+25.142R0  
LX+34.617Y+24.950R0  
LX+32.892R0  
LX+37.494Y+29.552R0FMAX  
LX+36.771Y+30.275R0FMAX  
LX+33.235Y+26.740R0FMAX  
LX+33.144Y+26.648R0FMAX  
LX+32.892Y+26.397R0  
LY+24.950R0  
LX+38.201Y+30.259R0FMAX

LX+83.692R0FMAX  
Z S0  
TOOL DEF1L+0.000R+11.000  
TOOL CALL1Z S300M04  
LX+91.500Y+61.400R0FMAX  
LX+83.000R0FMAX  
LY+0.000R0FMAX  
LX+68.649R0FMAX  
LX+83.000R0F10000  
LY+61.400R0FMAX  
Z S0  
TOOL DEF0L+0.000R+0.000  
TOOL CALL0Z S600M04  
LX+82.300Y+50.200R0FMAX  
LX+81.707R0FMAX  
LY+51.106R0FMAX

LX+81.000Y+50.399R0FMAX  
LY+16.701R0FMAX  
LX+81.707Y+17.408R0FMAX  
LY+49.048R0FMAX  
LX+80.707R0FMAX  
LX+80.000Y+48.341R0FMAX  
LY+16.614R0FMAX  
LX+80.707Y+17.321R0FMAX  
LY+50.200R0FMAX  
Z S0  
TOOL DEF15L+0.000R+0.000  
TOOL CALL15Z S600M04  
LX+81.700Y+49.600R0FMAX  
LX+81.608R0FMAX  
LY+49.803R0FMAX

LX+80.901Y+49.096R0FMAX  
LX+46.996R0FMAX  
LX+47.703Y+49.803R0FMAX  
LX+81.775R0FMAX  
LY+49.403R0FMAX  
LX+81.068Y+48.696R0FMAX  
LX+46.996R0FMAX  
LX+47.703Y+49.403R0FMAX  
LX+81.757R0FMAX  
LY+49.003R0FMAX  
LX+81.050Y+48.296R0FMAX  
LX+46.996R0FMAX  
LX+47.703Y+49.003R0FMAX  
LX+81.722R0FMAX

LY+48.603R0FMAX  
LX+81.015Y+47.896R0FMAX  
LX+46.996R0FMAX  
LX+47.703Y+48.603R0FMAX  
LX+81.705R0FMAX  
LY+48.204R0FMAX  
LX+80.998Y+47.496R0FMAX  
LX+79.275R0FMAX  
LX+79.982Y+48.204R0FMAX  
LX+81.040R0FMAX  
LY+48.005R0FMAX  
LX+80.333Y+47.298R0FMAX  
LX+79.350Y+47.486R0FMAX  
CCX+79.200Y+46.700  
CX+79.200Y+47.500DR+R0  
LX+46.986R0  
LX+47.693Y+48.207R0FMAX  
LY+47.920R0FMAX  
Z S0  
TOOL DEF0L+0.000R+0.000  
TOOL CALL0Z S600M04  
LX+82.500Y+48.500R0FMAX  
LY+9.512R0FMAX  
LX+8.701R0FMAX

LX+7.994Y+8.804R0FMAX  
LX+4.796R0F1  
LX+5.503Y+8.097R0FMAX  
LX+8.806R0FMAX  
LY+10.512R0FMAX  
LX+8.099Y+9.804R0FMAX  
LX+4.796R0F1  
LX+5.503Y+9.097R0FMAX  
LX+8.806R0FMAX  
LY+11.512R0FMAX  
LX+8.099Y+10.804R0FMAX  
LX+5.796R0F1  
LX+6.503Y+10.097R0FMAX  
LX+8.806R0FMAX  
LY+12.512R0FMAX  
LX+8.099Y+11.804R0FMAX  
LX+5.800R0F1  
LX+6.507Y+11.097R0FMAX  
LX+83.743R0FMAX  
LY+13.512R0FMAX  
LX+83.036Y+12.804R0FMAX  
LX+5.800R0F1

LX+6.507Y+12.097R0FMAX  
LX+84.006R0FMAX  
LY+14.512R0FMAX  
LX+83.299Y+13.804R0FMAX  
LX+5.800R0F1  
LX+6.507Y+13.097R0FMAX  
LX+84.006R0FMAX  
LY+15.512R0FMAX  
LX+83.299Y+14.804R0FMAX  
LX+40.395R0F1  
LX+41.102Y+14.097R0FMAX  
LX+84.006R0FMAX  
LY+16.512R0FMAX  
LX+83.299Y+15.804R0FMAX  
LX+79.336R0F1  
LX+80.043Y+15.097R0FMAX  
LX+84.002R0FMAX  
LY+17.511R0FMAX  
LX+83.295Y+16.804R0FMAX  
LX+80.335R0F1  
LX+81.042Y+16.097R0FMAX  
LX+81.760R0FMAX  
LY+18.229R0FMAX  
LX+81.053Y+17.521R0FMAX  
LX+80.346Y+16.814R0F1  
LX+78.966Y+15.434R0  
CCX+78.400Y+16.000  
CX+78.400Y+15.200DR-R0  
LX+40.742R0  
CCX+40.000Y+15.500  
CX+40.000Y+14.700DR-R0  
LX+5.800R0  
LY+11.000R0  
CCX+5.000Y+11.000  
CX+5.786Y+10.849DR-R0  
LX+5.597Y+9.867R0  
LX+6.304Y+10.574R0FMAX  
LX+81.220R0FMAX  
Z S0  
M30  
END PGM Обработка торца MM

**Керуюча програма для фрезерного верстата з ЧПК**  
**Додаток 2**

%  
OShtyr04Fr  
T101  
G97S398M03  
G54X80.952Z37.972Y6.771  
Y-2.2  
G01Y-3.2F100.M08  
X80.598Z38.164F200.  
X78.518Z39.231  
G02X53.85Z37.635R8.004  
X45.794Z30.659  
G03X30.206Z35.159R-4.5  
X38.032Z41.936  
G02X28.69Z53.614R8.002  
X25.806Z53.982  
X25.288Z54.04  
G01Y-6.4F100.  
X25.806Z53.982F200.  
X28.69Z53.614  
G03X38.032Z41.936R8.002  
X30.206Z35.159  
G02X45.794Z30.659R-4.5  
X53.85Z37.635  
G03X78.518Z39.231R8.004  
X80.598Z38.164  
X80.952Z37.972  
G01Y-9.6F100.  
X80.598Z38.164F200.  
X78.518Z39.231  
G02X53.85Z37.635R8.004  
X45.794Z30.659  
G03X30.206Z35.159R-4.5  
X38.032Z41.936  
G02X28.69Z53.614R8.002  
X25.806Z53.982  
X25.288Z54.04  
G01Y-12.8F100.  
X25.806Z53.982F200.  
X28.69Z53.614  
G03X38.032Z41.936R8.002  
X30.206Z35.159  
G02X45.794Z30.659R-4.5  
X53.85Z37.635  
G03X78.518Z39.231R8.004

X80.598Z38.164  
X80.952Z37.972  
G01Y-16.F100.  
X80.598Z38.164F200.  
X78.518Z39.231  
G02X53.85Z37.635R8.004  
X45.794Z30.659  
G03X30.206Z35.159R-4.5  
X38.032Z41.936  
G02X28.69Z53.614R8.002  
X25.806Z53.982  
X25.288Z54.04  
G01Y-17.F100.  
X25.806Z53.982F200.  
X28.69Z53.614  
G03X38.032Z41.936R8.002  
X30.206Z35.159  
G02X45.794Z30.659R-4.5  
X53.85Z37.635  
G03X78.518Z39.231R8.004  
X80.598Z38.164  
X80.952Z37.972  
Y6.771  
Z-37.972  
Y-2.2  
G01Y-3.2F100.  
X80.598Z-38.164F200.  
X78.518Z-39.231  
G03X53.62Z-37.436R8.002  
X45.794Z-30.659  
G02X30.206Z-35.159R-4.5  
X38.262Z-42.135  
G03X28.69Z-53.614R8.004  
X25.806Z-53.982  
X25.288Z-54.04  
G01Y-6.4F100.  
X25.806Z-53.982F200.  
X28.69Z-53.614  
G02X38.262Z-42.135R8.004  
X30.206Z-35.159  
G03X45.794Z-30.659R-4.5  
X53.62Z-37.436  
G02X78.518Z-39.231R8.002  
X80.598Z-38.164  
X80.952Z-37.972  
G01Y-9.6F100.  
X80.598Z-38.164F200.

X78.518Z-39.231  
G03X53.62Z-37.436R8.002  
X45.794Z-30.659  
G02X30.206Z-35.159R-4.5  
X38.262Z-42.135  
G03X28.69Z-53.614R8.004  
X25.806Z-53.982  
X25.288Z-54.04  
G01Y-12.8F100.  
X25.806Z-53.982F200.  
X28.69Z-53.614  
G02X38.262Z-42.135R8.004  
X30.206Z-35.159  
G03X45.794Z-30.659R-4.5  
X53.62Z-37.436  
G02X78.518Z-39.231R8.002  
X80.598Z-38.164  
X80.952Z-37.972  
G01Y-16.F100.  
X80.598Z-38.164F200.  
X78.518Z-39.231  
G03X53.62Z-37.436R8.002  
X45.794Z-30.659  
G02X30.206Z-35.159R-4.5  
X38.262Z-42.135  
G03X28.69Z-53.614R8.004  
X25.806Z-53.982  
X25.288Z-54.04  
G01Y-17.F100.  
X25.806Z-53.982F200.  
X28.69Z-53.614  
G02X38.262Z-42.135R8.004  
X30.206Z-35.159  
G03X45.794Z-30.659R-4.5  
X53.62Z-37.436  
G02X78.518Z-39.231R8.002  
X80.598Z-38.164  
X80.952Z-37.972  
G01Y6.771F100.  
X-106.244Z-16.07  
Y-2.2  
Y-3.2  
X-106.402Z-15.817F200.  
X-107.208Z-14.384  
G03X-92.11Z-4.5R8.004  
X-76.  
G02Z4.5R-4.5

X-92.11  
G03X-107.208Z14.384R8.004  
X-106.402Z15.817  
X-106.244Z16.07  
G01Y-6.4F100.  
X-106.402Z15.817F200.  
X-107.208Z14.384  
G02X-92.11Z4.5R8.004  
X-76.  
G03Z-4.5R-4.5  
X-92.11  
G02X-107.208Z-14.384R8.004  
X-106.402Z-15.817  
X-106.244Z-16.07  
G01Y-9.6F100.  
X-106.402Z-15.817F200.  
X-107.208Z-14.384  
G03X-92.11Z-4.5R8.004  
X-76.  
G02X-67.154Z-0.827R4.502  
X-76.Z4.5R4.502  
X-92.11  
G03X-107.208Z14.384R8.004  
X-106.402Z15.817  
X-106.244Z16.07  
G01Y-12.8F100.  
X-106.402Z15.817F200.  
X-107.208Z14.384  
G02X-92.11Z4.5R8.004  
X-76.  
G03X-67.04Z-0.417R4.503  
X-76.Z-4.5R4.502  
X-92.11  
G02X-107.208Z-14.384R8.004  
X-106.402Z-15.817  
X-106.244Z-16.07  
G01Y-16.F100.  
X-106.402Z-15.817F200.  
X-107.208Z-14.384  
G03X-92.11Z-4.5R8.004  
X-76.  
G02X-67.04Z-0.417R4.502  
X-76.Z4.5R4.503  
X-92.11  
G03X-107.208Z14.384R8.004  
X-106.402Z15.817  
X-106.244Z16.07

G01Y-17.F100.  
X-106.402Z15.817F200.  
X-107.208Z14.384  
G02X-92.11Z4.5R8.004  
X-76.  
G03X-67.04Z-0.417R4.503  
X-76.Z-4.5R4.502  
X-92.11  
G02X-107.208Z-14.384R8.004  
X-106.402Z-15.817  
X-106.244Z-16.07  
Y6.771  
M05M09  
M01  
T202  
G97S333M03  
X34.8Z30.4Y6.852  
X-70.Z0.M08  
X34.8Z-30.4  
M05M09  
T303  
G97S333M03  
X35.2  
X-70.Z0.M08  
M05M09  
G28  
M30  
%

Перв. примен.		Формат	Зона	Поз.	Обозначение	Наименование	Кол.	Примечание
Справ. №		А3				<u>Документація</u>		
						<u>Розрахунково-пояснювальна записка</u>		
						<u>Комплект технологічної документації</u>		
						<u>Складальне креслення</u>		
						<u>Деталі</u>		
				1		Плита	2	
				2		Вісь	1	
				3		Гвинт	2	
	4		Штовхач	2				
	5		Гвинт	2				
	6		Регулятор	1				
	7		Шпонка	2				
	8		Призма	2				
					<u>Стандартні вироби</u>			
	9		Болт М14х60 ДСТУ 15589	2				
	10		Гайка М14 ДСТУ 15526	2				
	11		Гвинт М8х40 ДСТУ 1491	4				
	12		Шайба 9 ДСТУ 10450	4				
	13		Гвинт М10х40 ДСТУ 1491	4				
	14		Шайба 12 ДСТУ 10450	4				
Подп. и дата						БРД.ПМ-098.00.00.000 СК		
		Изм.	Лист	№ докум.	Подп.			
Инв. № подл.	Разраб.	Петрик С.Ю.				Лит.	Лист	Листов
	Пров.	Пітулей Л.Д.					1	1
	Реценз.					ІФНТУНГ ПМ-21-1К		
	Н.контр.	Пітулей Л.Д.						
Утв.	Панчук В.Г.				Формат А4			

Формат	Зона	Поз.	Обозначение	Наименование	Кол.	Примечание	Перв. примен.	
							Справ. №	Подп. и дата
				<u>Документація</u>				
A1				<u>Складальне креслення</u>				
				<u>Деталі</u>				
		1		Передня бадка	1			
		2		Вал	2			
		3		Рукоятка	1			
		4		Корпус	1			
		5		Втулка	1			
		6		Піноль	1			
		7		Кронштейн	6			
		8		Перехідник	1			
		9		Задня бадка	1			
		10		Рукоятка	1			
		11		Тримач	1			
		12		Важіль	6			
		13		Скалка	6			
		14		Пружина	1			
		15		Маховик	1			
				<u>Стандартні вироби</u>				
		16		Гайка М8 ДСТУ 8916	6			
		17		Гайка М10 ДСТУ 8916	6			
		18		Гвинт М4х10 ДСТУ 13434	6			
		19		Гвинт М8х20 ДСТУ 13434	6			
		20		Гвинт М10х10 ДСТУ 13434	6			
<b>БРД.ПМ-098.00.00.000 СК</b>								
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата				
Разрад.	Петрик С.Ю.				Лит.	Лист	Листов	
Проб.	Пітулей Л.Д.					1	2	
Реценз.					ІФНТУНГ ПМ-21-1К			
Н.контр.	Пітулей Л.Д.							
Утв.	Панчук В.Г.							



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

<b>ІФНТУНГ</b>		<b>ПМ-21-1</b>		<b>ДСТУ 3.1404</b>	
<b>Штур 22.05.2963-25.6/004</b>				<b>Н</b>	

**КОМПЛЕКТ  
технологічної  
документації**

Технологічний процес  
механічної обробки деталі:  
**Штур 22.05.2963-25.06/004**

Розробив:  
ст.гр.ПМ-21-1  
Петрик С.Ю.  
Перевірів:  
Доц..Пітулей Л.Д.



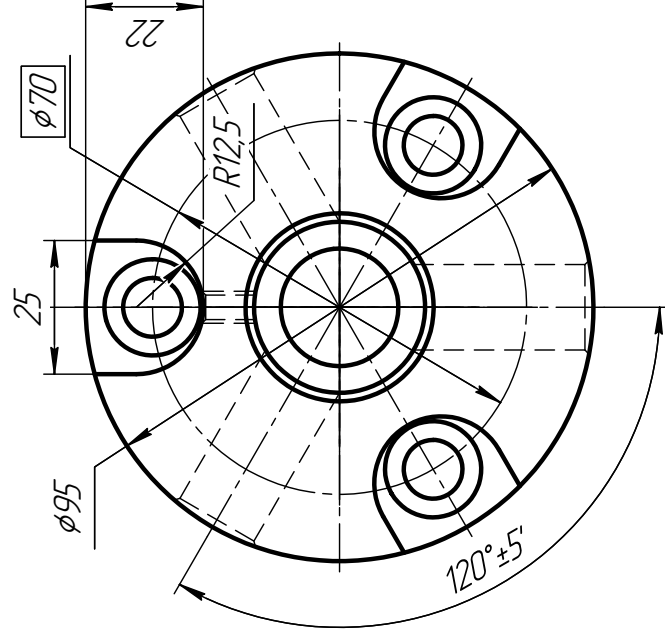
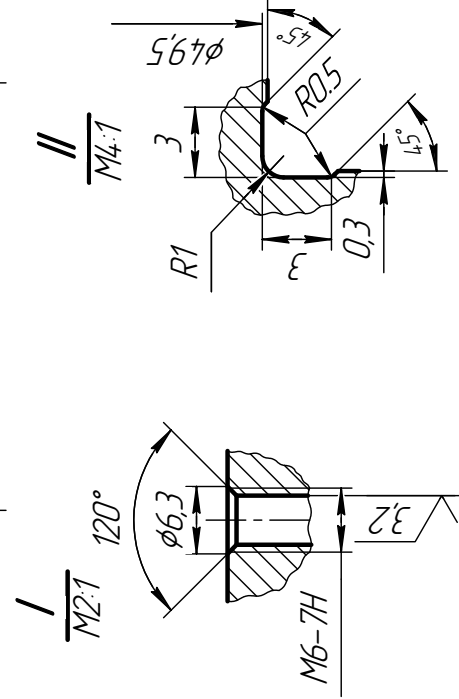
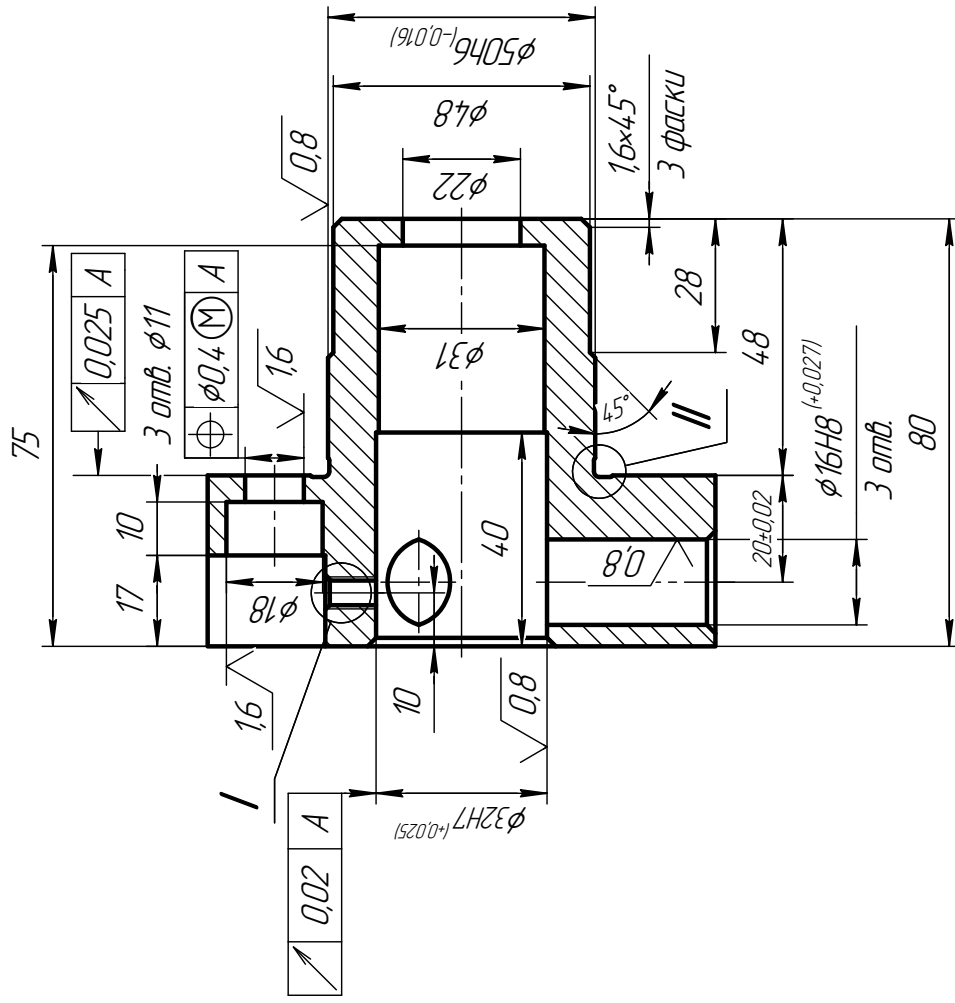


Дубл.														
Взамін														
Підпис										Зм	Ар	Недок.	Підпис	Дата
Розробив	Петрик С.			ІФНТУНГ	22.05.2963-25.06/004									
Перевірів	Пітулей Л.Д.													
Т.контр.	Пітулей Л.Д.													
Н. контр.	Пітулей Л.Д.			Штур								БДР	035	
Назва операції		Матеріал		Твердість	ОВ	МД	Профіль і розміри			МЗ	Конд			
Внутрішньо-шліфувальна		Сталь 40Х ДСТУ 4543		207НВ	кє	1,5	Поковка Ø98,8x83			2,15	1			
Обладнання, пристрій		Позначення програми		То	Т <sub>д</sub>	Тп.з	Тшт.	МОР						
ЗК228		-		2,3	2,49	24	2,51	Емульсія						
Р				ПН	Дабо В	L	t	i	s	n	v	Т <sub>о</sub>	Т <sub>шт</sub>	
01					мм	мм	мм		мм/об	хв. <sup>-1</sup>	м/хв	хв	хв	
02	А. Встановити і закріпити деталь													
03	369114 Патрон повідковий 7160-0001 МН 4050-62													
004	1. Шліфувати поверхню 16													
Т05	398110 ПП 32X18X50 25А 32Н СМ 16 К5 50 м/с 1кл АА ГОСТ 2424-83, 393194 Калібр пробка 8133-0946 Н7 ГОСТ 14810-69													
Р06					32	40	0,05	-	0,05	300	30	0,24	2,51	
07														
08	Б. Зняти деталь													
09														
10	Контроль: Робітник 100%,													
11	Майстер 30%													
12														
13														
14														
15														
16														
17														
OK														



00000000860-KU1119

√ 6,3 (√)



1. HRcE 35...395
2. Невказані допуски по ОСТ 2Н31-3-81
3. Покрыття - Хім. Окс. прм.
4. Маркувати позначенням креслення
5. H14, h14, ±2

БРД.ПМ-098.00.00.000		Лист	Масса	Масштаб
Штир		Лист	15	1:1
22.05.2963-25.6/004		Лист	Листов	1
Сталь 40Х ГОСТ4543-90		ИФНТУНГ		
		ПМ-21-1		

Лист №

Спроб. №

Лист, у дата

ИФНТУНГ №

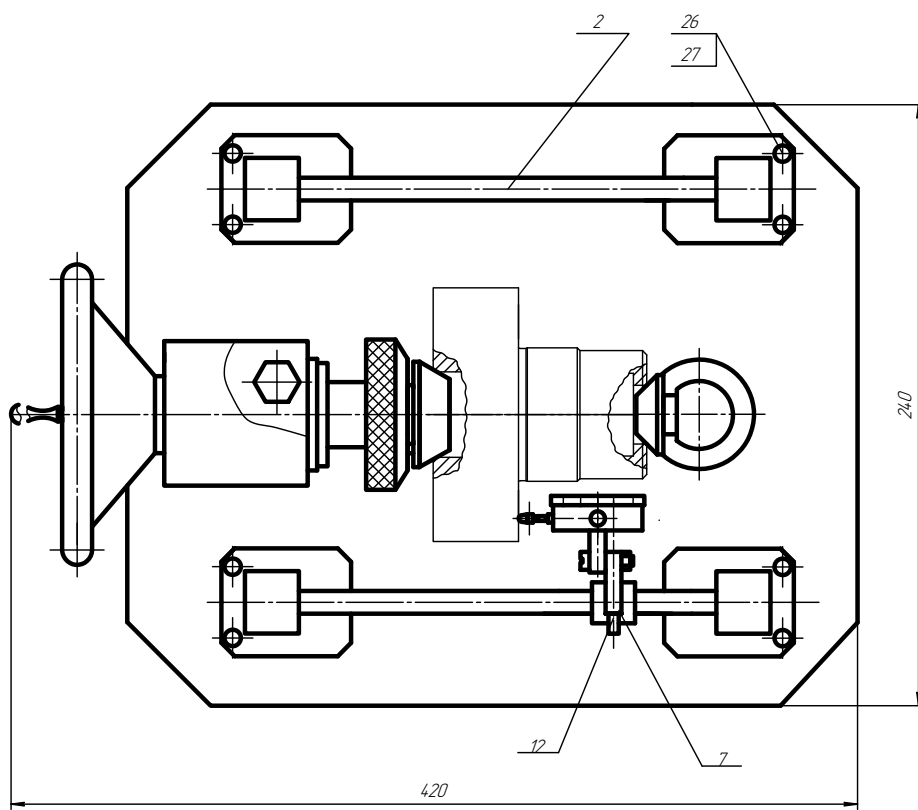
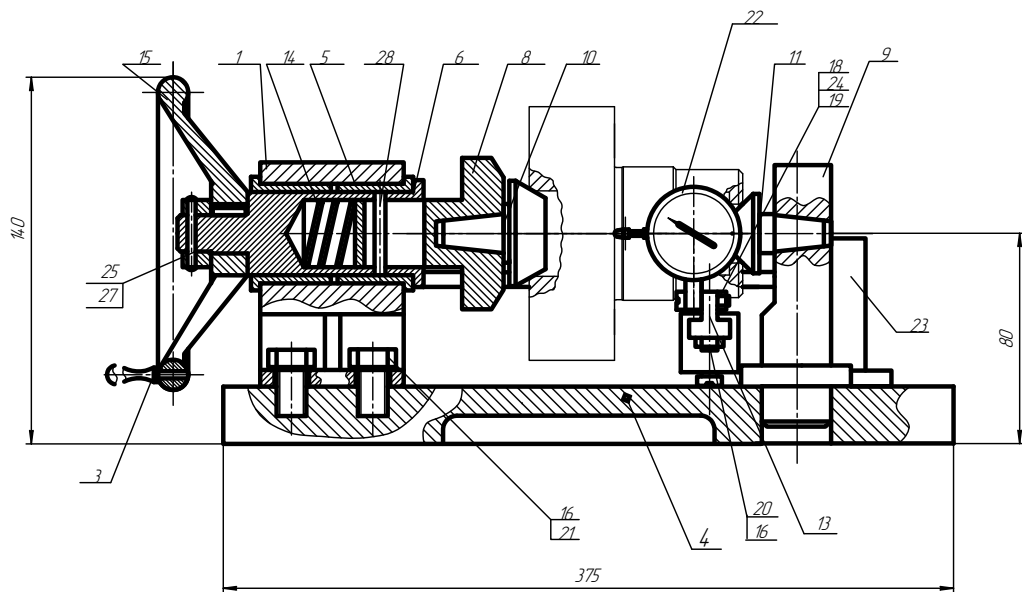
Взам. у дата

Лист, у дата









1. Пристрій для контролю радіального та торцевого діаметра деталей типу вал
2. Пристрій може поміщати до 6 індикаторів одночасно

БРД.ПМ-098.00.00.000 СК				Лист 11	
Пристрій контрольний				11	
Копія				11	
ІНСТРУКЦІЯ				11	
ПМ-21-К				11	
Фабрикат А1				11	

Лист 11

