

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
КРИВОРІЗЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
ФАКУЛЬТЕТ МЕХАНІЧНОЇ ІНЖЕНЕРІЇ ТА ТРАНСПОРТУ
КАФЕДРА ТЕХНОЛОГІЇ МАШИНОБУДУВАННЯ

КВАЛІФІКАЦІЙНА БАКАЛАВРСЬКА РОБОТА

зі спеціальності 131 – Прикладна механіка

на тему: Конструкторсько-технологічна підготовка виробництва
деталі «Стакан коробки приводів» за допомогою CAD/CAM -
технологій

Виконав: здобувач групи ПМ-22
Крупська О.В.

Керівник випускної роботи:
доцент, к.т.н., Цивінда Н.І.

Кривий Ріг
2026 р

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
КРИВОРІЗЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
ФАКУЛЬТЕТ МЕХАНІЧНОЇ ІНЖЕНЕРІЇ ТА ТРАНСПОРТУ
КАФЕДРА ТЕХНОЛОГІЇ МАШИНОБУДУВАННЯ

ПОЯСНЮВАЛЬНА ЗАПИСКА ДО КВАЛІФІКАЦІЙНОЇ БАКАЛАВРСЬКОЇ РОБОТИ

зі спеціальності 131 – Прикладна механіка

на тему: Конструкторсько-технологічна підготовка виробництва
деталі «Стакан коробки приводів» за допомогою CAD/CAM-
технологій

Виконала здобувачка гр. ПМ-22

Олександра КРУПСЬКА

Керівник роботи

Наталія ЦИВІНДА

Нормоконтроль

Василь НЕЧАСЬ

Завідувач кафедри

Антон РЯЗАНЦЕВ

м.Кривий Ріг
2026 р

Криворізький національний університет
Факультет механічної інженерії та транспорту
Кафедра: технології машинобудування
Освітній рівень: бакалавр
Спеціальність: 131 Прикладна механіка

Затверджую
Зав. кафедри доцент, к.т.н., Рязанцев А.О.

(дата)

(підпис)

ЗАВДАННЯ

на кваліфікаційну бакалаврську роботу

Здобувачки гр. ПМ-22 Олександри Валентинівни Крупської

1.Тема: Конструкторсько-технологічна підготовка виробництва деталі «Стакан коробки приводів» за допомогою CAD/CAM - технологій
Керівник проекту к.т.н., доц. Цивінда Н.І.

Тема затверджена наказом по КНУ № 130с від “ 04” 03 2026 р.

2. Термін подання студентом закінченого проекту 12 червня 2026 р.

3. Вихідні дані до проекту: 1. Креслення складального вузла.
2. Креслення деталі. 3. Типовий технологічний процес. 4. Річна програма випуску деталі.

4. Зміст пояснювальної записки:

1.ТЕХНОЛОГІЧНА ПІДГОТОВКА ВИРОБНИЦТВА
2. МОДЕЛЮВАННЯ ТА ПРОГРАМУВАННЯ В СЕРЕДОВИЩІ
FEATURECAM

3. КОНСТРУКТОРСЬКА ПІДГОТОВКА ВИРОБНИЦТВА

4. ОРГАНІЗАЦІЙНО-ЕКОНОМІЧНА ПІДГОТОВКА

5. Перелік графічного матеріалу: 1. Креслення деталі. 2. Креслення заготовки 3. Креслення верстатно – інструментальних налагоджень. 4.Креслення верстатного оснащення 5.Креслення контрольного оснащення

6. Календарний план:

Етап роботи	Термін виконання
1 ТЕХНОЛОГІЧНА ПІДГОТОВКА ВИРОБНИЦТВА 1.1 Службове призначення вузла 1.2 Службове призначення деталі. Вибір матеріалу і варіантів замін 1.3 Аналіз якості поверхонь деталі 1.4 Технічний контроль робочого креслення 1.5 Аналіз технологічності деталі 1.5.1 Якісний аналіз технологічності 1.5.2 Кількісний аналіз технологічності 1.6 Вибір типу виробництва 1.7 Вибір типового технологічного процесу. Задачі проектування 1.8 Вибір, техніко-економічне обґрунтування та проектування заготовки 1.9 Вибір і обґрунтування баз 1.10 Вибір і обґрунтування послідовності обробки поверхонь 1.11 Розробка маршруту обробки деталі 1.12 Розробка технологічної операції 1.13 Розрахунок міжопераційних розмірів і припусків на обробку 1.14 Вибір режимів різання, нормування технологічних операцій	До 28.01 2026р.
2. МОДЕЛЮВАННЯ ТА ПРОГРАМУВАННЯ В СЕРЕДОВИЩІ FEATURECAM	02.02 2026р.- 20.05.2026р.
3 КОНСТРУКТОРСЬКА ПІДГОТОВКА ВИРОБНИЦТВА	з 31.03.2026р.
4 ОРГАНІЗАЦІЙНО-ЕКОНОМІЧНА ПІДГОТОВКА ВИРОБНИЦТВА 4.1 Техніко-економічне обґрунтування процесу обробки 4.2 Аналіз безпеки праці та розробка інженерних заходів при експлуатації свердлильних верстатів на механічній дільниці 4.3 Планування цеху	до 03.04 2026р.
Попередній захист	10.06 2026р.

Дата видачі завдання: “08” 01 2026р.

Студент _____ / Крупська О.В./
Керівник роботи _____ /Цивінда Н.І./

Перв. примен.		Формат	Зона	Поз.	Обозначение	Наименование	Кол.	Примечание	
Справ. №						Документація			
		A4				Пояснювальна записка			
						Графічна частина			
		A2			КНУКБР.131.26.1-17.КС	Креслення стакану	1		
		A2			КНУКБР.131.26.1-17.КЭПШ	Креслення заготовки	1		
		A3				(покавка штампована)			
					КНУКБР.131.26.1-17.ЕО	Ескізи операцій	2		
		A2			КНУКБР.131.26.1-17.ВІН	Верстатно-інструментальне налагодження	1		
		A1			КНУКМР.131.26.1-17.КВП	Креслення верстатного пристосування	1		
		A1			КНУКМР.131.26.1-17.ККП	Креслення контрольного пристосування	1		
Подп. и дата		A1			КНУКМР.131.26.1-17.КМЦ	Креслення механоскладального цеху	1		
		A1							
		A1							
		A1							
Инв. № дубл.		A1							
		A1							
Взам. инв. №									
Подп. и дата									
Инв. № подл.		Изм./Лист	№ докум.	Подп.	Дата	КНУ.КМР.131.26.1-16.ВСКБР			
		Разраб.	Крупська			Відомість об'єму кваліфікаційної роботи бакалавра	Лист.	Лист	Листов
		Проб.	Цибінда					1	1
		Н.контр.	Нечаєв				Каф.ТМ, ПМ-22		
		Утв.	Рязанцев						

Копировал

Формат А4

РЕФЕРАТ

до випускної кваліфікаційної бакалаврської роботи на тему: «Конструкторсько-технологічна підготовка виробництва деталі «Стакан коробки приводів» за допомогою CAD/CAM-технологій»

Пояснювальна записка випускної роботи містить [xx] сторінок, [xx] рисунків, [xx] таблиць, [xx] джерел та [xx] додатків.

Об'єкт дослідження – процес конструкторсько-технологічної підготовки виробництва деталей типу тіл обертання складної конфігурації в умовах автоматизованого машинобудівного виробництва.

Предмет дослідження – методи розробки прогресивних технологічних процесів, проєктування технологічного оснащення та генерації керуючих програм для верстатів з ЧПК у середовищі сучасних CAD/CAM-систем.

Мета роботи – підвищення ефективності та якості виготовлення деталі «Стакан коробки приводів» шляхом впровадження наскрізного автоматизованого проєктування та виготовлення на базі CAD/CAM-технологій.

У роботі проведено детальний аналіз службового призначення та технологічності конструкції деталі «Стакан коробки приводів», яка працює в умовах високих навантажень і вимагає жорстких допусків на співвісність та перпендикулярність поверхонь. Обґрунтовано вибір заготовки та метод її отримання з урахуванням коефіцієнта використання матеріалу.

Розроблено прогресивний маршрутно-операційний технологічний процес механічної обробки деталі. Виконано інженерні розрахунки припусків, режимів різання та норм часу. У CAD-системі SOLID WORKS створено параметричні 3D-моделі заготовки, деталі та елементів оснащення. В CAM-середовищі FEATURECAM розроблено траєкторії руху різального інструменту, виконано симуляцію процесу обробки для запобігання колізій та згенеровано керуючі програми для токарних і фрезерних верстатів з ЧПК. Також спроектовано спеціальне верстатне пристосування для надійного базування деталі на відповідальних операціях.

СТАКАН КОРОБКИ ПРИВОДІВ, CAD/CAM-СИСТЕМИ, ТЕХНОЛОГІЧНИЙ ПРОЦЕС, ВЕРСТАТ З ЧПК, КЕРУЮЧА ПРОГРАМА, СИМУЛЯЦІЯ ОБРОБКИ, ТРИВИМІРНЕ МОДЕЛЮВАННЯ, ВЕРСТАТНЕ ПРИСТОСУВАННЯ.

ABSTRACT

to the bachelor's thesis on the topic: "Design and manufacturing engineering for the "Accessory Gearbox Bearing Housing" part using CAD/CAM technologies "

The explanatory note of the thesis contains ____ pages, ____ figures, ____ tables, ____ references, and ____ appendices.

Object of research is the process of design and technological preparation of production for complex rotation parts in the conditions of automated machine-building production.

Subject of research is the methods of developing progressive technological processes, designing technological tooling, and generating control programs for CNC machines within modern CAD/CAM systems.

Purpose of the work is to increase the efficiency and quality of manufacturing the "Drive box sleeve" part through the implementation of end-to-end automated design and manufacturing based on CAD/CAM technologies.

The thesis provides a detailed analysis of the function and manufacturability of the "Drive box sleeve" part, which operates under high loads and requires tight tolerances for coaxiality and

perpendicularity of surfaces. The choice of the blank and the method of its production are justified, taking into account the material utilization factor.

A progressive routing and operational technological process for machining the part has been developed. Engineering calculations of allowances, cutting conditions, and time norms were performed. Parametric 3D models of the blank, part, and tooling elements were created in the CAD system SOLID WORKS. In the CAM environment FEATURECAM, toolpaths were developed, machining simulation was performed to prevent collisions, and control programs for CNC turning and milling machines were generated. A special machine fixture was also designed to ensure reliable locating and clamping of the part during critical operations.

Keywords: DRIVE BOX SLEEVE, CAD/CAM SYSTEMS, TECHNOLOGICAL PROCESS, CNC MACHINE, CONTROL PROGRAM, MACHINING SIMULATION, 3D MODELING, MACHINE FIXTURE.

ЗМІСТ

Вступ.....	
1 ТЕХНОЛОГІЧНА ПІДГОТОВКА ВИРОБНИЦТВА.....	
1.1 Службове призначення вузла.....	
1.2 Розробка схеми складання вузла.....	
1.3 Розробка технологічного процесу складання вузла.....	
1.4 Службове призначення деталі. Вибір матеріалу та варіантів заміни.....	
1.5 Аналіз якості поверхонь деталі.....	
1.6 Технічний аналіз робочого креслення.....	
1.7 Аналіз технологічності деталі.....	
1.7.1 Якісний аналіз технологічності.....	
1.7.2 Кількісний аналіз технологічності.....	
1.8 Вибір типу виробництва. Задачі проектування. Пропозиції щодо удосконалення.....	
1.8.1 Вибір типу виробництва та методу роботи.....	
1.8.2 Вибір діючого заводського чи типового технологічного процесу. Задачі проектування. Пропозиції щодо удосконалення діючого ТП.....	
1.9. Вибір, техніко-економічне обґрунтування та проектування заготовок	
1.9. 1 Вибір та техніко-економічне обґрунтування заготовок.....	
1.9.2 Проектування поковки штампованої.....	
1.10 Вибір і обґрунтування баз.....	
1.11 Вибір і обґрунтування послідовності обробки поверхонь.....	
1.12 Розробка маршруту обробки деталі.....	
1.13 Розробка технологічної операції.....	
1.14 Вибір технологічного устаткування.....	
1.15 Вибір різального і допоміжного інструменту.....	
1.16 Розрахунок міжопераційних розмірів і припусків на обробку.....	
1.17 Аналітичний розрахунок припусків на одну зовнішню циліндричну поверхню	
1.18 Розрахунок міжопераційних лінійних розмірів.....	
1.19 Розрахунок і вибір режимів різання, нормування технологічних операцій.....	
2 МОДЕЛЮВАННЯ ТА ПРОГРАМУВАННЯ В СЕРЕДОВИЩІ FEATURESAM	
3 КОНСТРУКТОРСЬКА ПІДГОТОВКА ВИРОБНИЦТВА.....	
3.1 Розробка верстатного пристосування для операції 015 Вертикально – свердлильна з ЧПК.....	

					КНУ.КБР.131.26.1-16.3					
Змін	Аркв	№	Підпис	Дат	ЗМІСТ			Лім.	Арк.	Архивів
Розроб.	Кривська									
Перевір.	Цивінда									
Н. контр.	Нечаєв							Кафедра ТМ зп ПМ-22		
Затверд.	Рязанцев									

3.2	Аналіз схеми установки деталі.....
3.3	Розрахунок режимів різання
3.4	Вибір типу та приводу затискного пристрою.....
3.5	Розробка схеми закріплення.....
3.6	Вибір та перевірка конструкції приводу затискного механізму трикулачкового самоцентруючого патрону.....
3.7	Розрахунок похибки базування деталі та похибки закріплення
3.8	Проектування контрольного пристосування.....
3.8.1	Вибір та розробка схеми контролю.....
4.	ОРГАНІЗАЦІЙНО-ЕКОНОМІЧНА ПІДГОТОВКА
4.1	Техніко – економічне обґрунтування варіантів маршруту технологічного процесу.....
4.2	Проектування механічного цеху.....
4.3	Аналіз безпеки праці та розробка інженерних заходів при експлуатації свердлильних верстатів на механічній дільниці
	ВИСНОВОК
	СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ
	ДОДАТОК
	АЛЬБОМ ТЕХНОЛОГІЧНИХ КАРТ

1 ТЕХНОЛОГІЧНА ПІДГОТОВКА ВИРОБНИЦТВА

1.1 Службове призначення вузла

Деталь "Стакан" є частиною коробки приводів, є частиною газової турбіни ГПА-15, призначеної для створення тиску в газовій магістралі і для транспортування газу по трубопроводу і складається із деталей: Газотурбінний двигун; Редуктор; Генератор.

Редуктор слугує для передачі потужності від газотурбінного двигуна на генератор та узгодження їх частот обертання. Редуктор приводом для маслоагрегату, який подає мастило у підшипники виробу та до коробки приводів.

Коробка приводів є в свою чергу приводом для: Тахометра; Паливо-підкачуючого насоса; Насосу регулятора.

Коробка приводів також має цапфу для ручної прокрутки виробу.

Насос паливо-підкачуючий подає паливо на насос-регулятор. Коробка приводів встановлена у верхній частині редуктору виробу.

Так як ГПА-15 є силовою передачею, яка працює на підвищених швидкостях, то для забезпечення довговічності вузла потрібно забезпечити достатньо високу точність обертання й збалансування усіх обертаючихся частин.

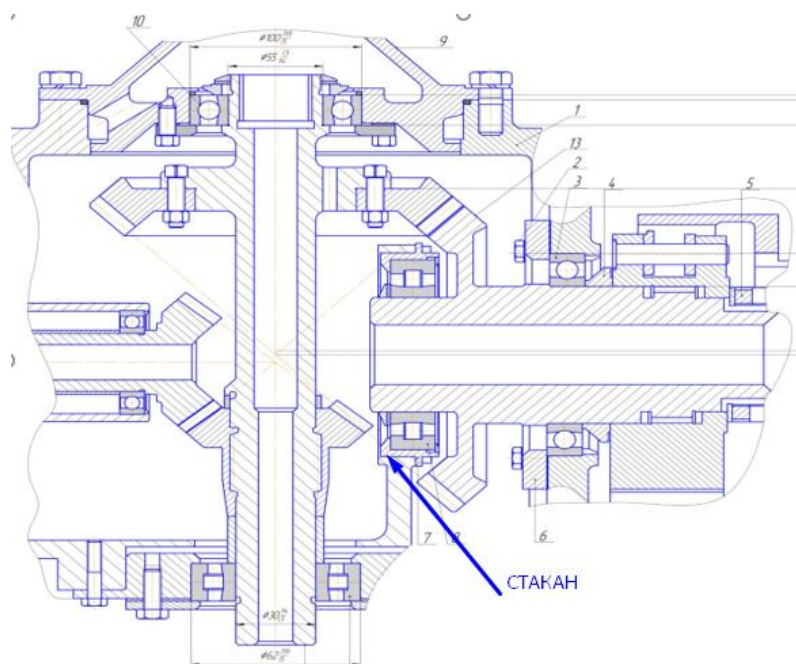


Рисунок 1.1- Складальний вузол коробки приводів:1-корпус,2- кришка, 3-підшипник кульковий А 116Л ЕТУ 100/3, 4-кільце, 5-ущільнююче кільце, 6-кільце, 7-СТАКАН, 8-Підшипник роликовий 6-32210Б ЕТУ 100/1, 9- кришка, 10- Підшипник роликовий 5-3220653 ЕТУ 100/3, 11-ресора

					КНУ.КБР.131.26.1-16.01.ТПВ					
Змін	Аркв	№	Підпис	Дат						
Розроб.	Кривська				ТЕХНОЛОГІЧНА ПІДГОТОВКА ВИРОБНИЦТВА			Лім.	Арк.	Арквшів
Перевір.	Цивінда									
Н. контр.	Нечаєв							Кафедра ТМ зп ПМ-22		
Затверд.	Рязанцев									

Розбивши виріб на вузли (таблиця 1.1) і встановивши їх загальну кількість, можна орієнтовно визначити кількість операцій технологічного процесу (ТП) складання виробу. Так як операцією є частина ТП, яка виконується на одному робочому місці, то очевидно, що кількість операцій в ТП складання виробу приблизно дорівнює загальній кількості вузлів.

Таблиця 1.1 - Характеристика з'єднань

№ з/п	Деталі, що входять в з'єднання	Характеристики з'єднань
1	2	3
1	Кульковий підшипник;	Рухоме роз'ємне
2	Кільце, сепаратор, кульки;	Рухоме нероз'ємне
3	Кришка, корпус;	Рухоме роз'ємне
4	Індуктор - шестерня;	Рухоме роз'ємне
5	Індуктор - шестерня, роликовий підшипник;	Рухоме роз'ємне
6	Нижнє кільце, сепаратор, ролики;	Рухоме нероз'ємне
7	Стакан, корпус.	Рухоме роз'ємне

Таблиця 1.2 — Виявлені вузли і їх базові елементи

№ з/п	Назва вузла	Базовий елемент вузла
1	2	3
1	Вузол 0-го порядку Коробка приводу нижня	
2	Вузол 1-го порядку Індуктор - шестерня	Індуктор - шестерня
3	Вузол 1-го порядку Ресора	Ресора
4	Вузол 2 –го порядку Стакан	Стакан

1.2 Розробка схеми складання вузла

На основі складального креслення, яке представлено на рисунку 1.1 складаємо схему складального з'єднання, яка показує порядок комплектації окремих вузлів та деталей. Схема представлена на рисунку 1.2.

1	2	3	4	5
3	Запресувати підшипник 10 на ресору 11	Напрямні	-	2,11
4	Встановити кришку 9 на ресору 11	-	-	2,0
5	Розташувати індуктор – шестерню 13 на столі в пристосуванні	-	-	1,12
6	Запресувати підшипник 8 на індуктор – шестерню 13	Напрямні	-	2,32
7	Запресувати підшипник 3 на індуктор – шестерню 13	Напрямні	-	2,32
8	Встановити стакан 7 на підшипник 8	Напрямні	-	3,21
9	Встановити кільце 4 на індуктор – шестерню 13	-	-	2,15
10	Встановити кільце 6 на індуктор – шестерню 13	-	-	2,15
11	Встановити кільце 5 на індуктор – шестерню 13	-	-	2,15

1.4 Службове призначення деталі . Вибір матеріалу та варіантів заміни

Деталь – "Стакан" є частиною газоперекачуючої апаратури ГПА-15, працює при достатньо високих температурах, середній вологості, піддається ударам і вібраціям, абразивному зношуванню.

"Стакан" служить корпусом для установки підшипника. Підшипник встановлюється по поверхням 10,19, які є основними. Підшипник фіксується прокладкою, яка розміщується в канавці 9 і підтискається різьбою 8. З лівого боку підшипник кріпиться кришкою, яка центрується двома вибірками 16 і центрується двома отворами 15.

					КНУ.КБР.131.26.1-16.01.ТПВ	Арку
Змі	Аркв	№	Підпис	Дат		

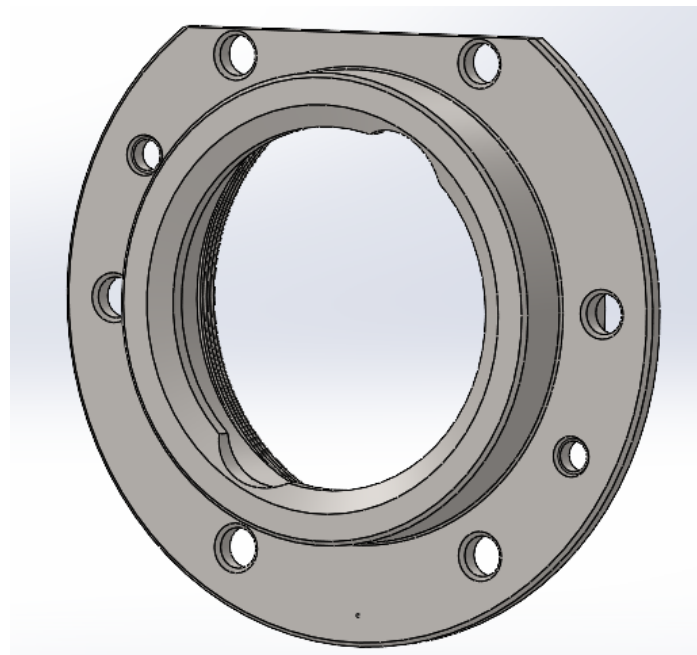


Рисунок 1.3- 3D модель стакану в CAD системі Solid Works

Стакан встановлюється в алюмінієвому корпусі по поверхні 2, закріплюється 6-ма отворами, розташованими по $\varnothing 125\text{мм}$. Точність установки в корпусі гарантується паралельністю фланця, неможливість повороту навколо своєї осі гарантується лискою 13. Два пази 17 призначені для подачі мастила в підшипниковий вузол. Отвір 18 – призначено для кріплення в складальному вузлі під штифт. Для забезпечення необхідних властивостей як матеріал використовується сталь 45 ДСТУ7809:2015.

Замінники сталі 45 ДСТУ7809:2015 наступні: сталь 50 ДСТУ7809:2015, 40Х ДСТУ7806:2016.

Таблиця 1.4 – Хімічний склад сталей, %

Марк а сталі	C, %	Si, %	Mn, %	S, %	P, %	Cr, %	Ni, %	As, %	N, %	Cu, %
				не більше						
45	0,42- 0,50	0,17- 0,37	0,50- 0,80	0,04 0	0,03 5	0,25	0,30	0,08	0,00 8	0,3 0
50	0,47- 0,55	0,17- 0,37	0,50- 0,80	0,04 0	0,03 5	0,25	0,30	0,08	0,00 8	0,3 0
40X	0,36- 0,44	0,17- 0,37	0,50- 0,80	0,03 5	0,03 5	0,80- 1,10	0,30	-	0,00 8	0,3 0

Таблиця 1.5 – Механічні властивості сталей

Марка сталі	$\sigma_{0,2}$, Н/мм ²	σ_b , Н/мм ²	δ , %	ψ , %	KCU Дж/см ²	HB
45	335	570	17	40	59	≤ 217
50	375	613	12	35	38	≤ 241
40X	785	980	8	40	54	≤ 217

Термообробка сталей:

Сталь 45 ДСТУ 7809:2015: нормалізація при 860°C, охолодження на повітрі.

Сталь 50 ДСТУ 7809:2015: нормалізація при 850°C, охолодження на повітрі.

Сталь 40Х ДСТУ 7806:2015: відпуск при 820°-840°C, охолодження з піччю.

1.5 Аналіз якості поверхонь деталі

Найбільш високі вимоги пред'являються до основних поверхонь 10,19.
Невідповідностей шорсткості квалітетам точності немає.

Допоміжні поверхні – 1,2,8.

Спряжені – 6,7.

Решта поверхонь деталі – вільні.

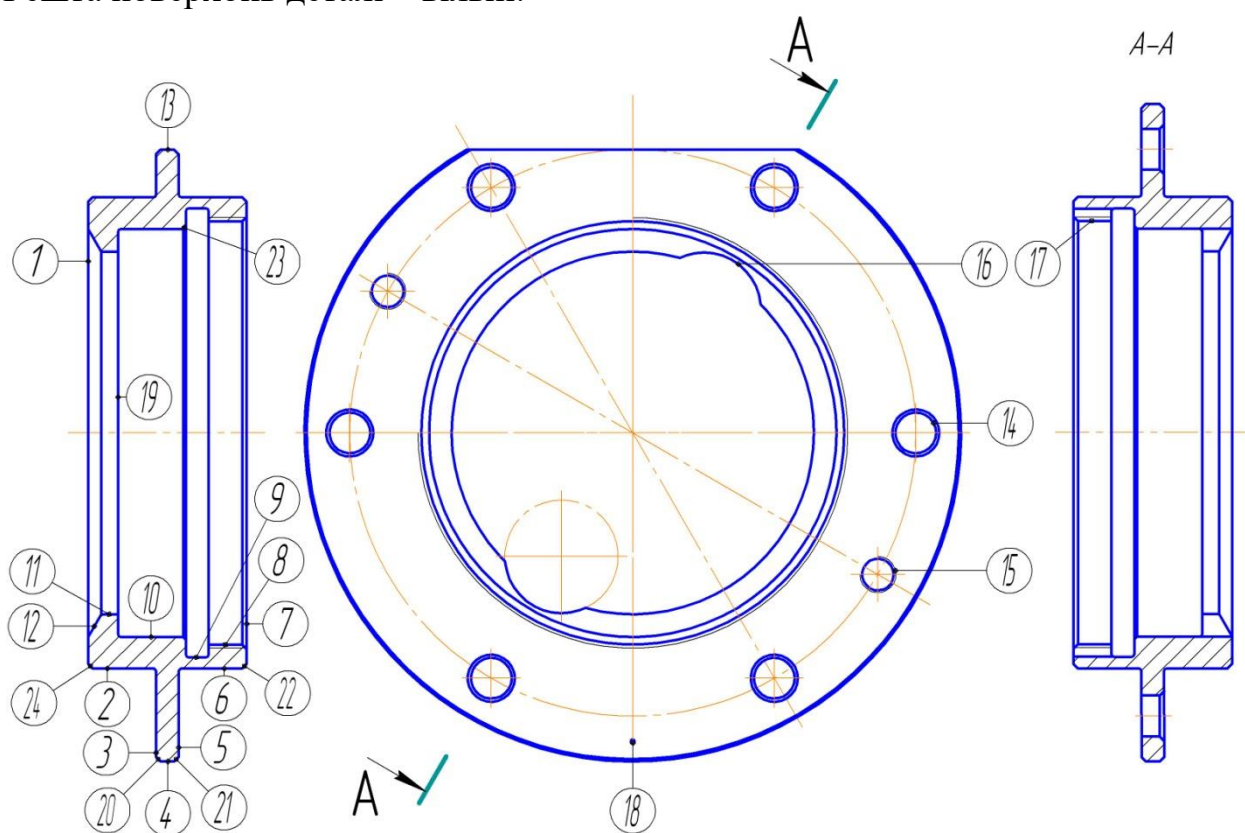
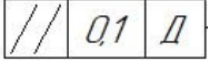
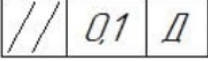
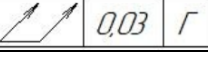


Рисунок 1.4 – Пронумеровані поверхні деталі

Таблиця 1.6 – Аналіз якості поверхонь деталі

№ пов.	Номінальний розмір	Квалітет, IT	Допуск Т чи відхилення розміру	Шорс-сть, Ra	Відхилення форми і розташування поверхонь
1	2	3	4	5	6
1	L=35 _{-0,2}	10	0,2	6,3	

Змі	Арку	№	Підпис	Дат	КНУ.КБР.131.26.1-16.01.ТПВ	Арку
-----	------	---	--------	-----	----------------------------	------

2	Ø104js6	6	0,022	1,6	
3	L=5	8	0,018	3,2	 
4	Ø145	10	0,16	6,3	
5	L=5	8	0,018	3,2	
6	Ø104	10	0,14	6,3	
7	L=35 _{-0,2}	10	0,2	6,3	
8	M95×1,5-6H	10	0,14	6,3	
9	L=5	10	0,14	6,3	
10	Ø90 ^{+0,035}	6	0,035	1,6	
11	Ø80	10	0,14	6,3	
12	Ø80×60 ⁰	10	0,14	6,3	
13	L=135	10	0,16	6,3	
14	Ø9	10	0,058	6,3	
15	M8-6H	10	0,058	6,3	
16	Ø25±5	10	0,1	6,3	
17	L=5	10	0,5	6,3	
18	Ø0,8	10	0,040	6,3	
19	Ø90	6	0,016	1,6	

1.6 Технічний аналіз робочого креслення

Лінійні і діаметральні розміри на робочому кресленні відповідають "Нормальному ряду лінійних розмірів" допуски і шорсткості відповідають стандартам, що діють.

Деталь "Стакан" на робочому кресленні представлена достатньою кількістю видів і розрізів для читання креслення.

При постановці розмірів на робочому кресленні дотримується правила побудови розмірних ланцюгів.

Технічні вимоги указують всю необхідну інформацію, яка доповнює робоче креслення.

1.7 Аналіз технологічності деталі

1.7.1 Якісний аналіз технологічності

По своїй формі деталь відноситься до деталей – типу диск, має розвинені базові поверхні для установки і закріплення при обробці на металорізальних верстатах. Форма і розміри деталі забезпечують вільне підведення і відведення ріжучого і вимірювального інструменту. При обробці деталі досить використовувати стандартні пристосування і інструмент.

					КНУ.КБР.131.26.1-16.01.ТПВ	Арку
Змі	Арку	№	Підпис	Дат		

Необхідна точність і шорсткість досяжні при використанні верстатів і оснащення нормальної точності.

Недоліком конструкції деталі є неможливість отримання заготовки економічним і продуктивним методом. Як найкращим варіантом є поковка штампована.

1.7.2 Кількісний аналіз технологічності

Заготовкою для даної деталі є поковка штампована.

а) Визначуваний коефіцієнт використання матеріалу

$$K_u = \frac{G_g}{G_n} = \frac{0,9}{2,01} = 0,45 \quad (1.1)$$

де G_g – маса деталі;

G_n – маса поковки.

а) Ra_{cp} – середня шорсткість поверхні, визначувана в значеннях параметра R_a , мкм.

$$Ra_{cp} = \frac{\sum (Ra_i \cdot n_i)}{N}, \quad (1.2)$$

де n_i – число поверхонь деталі відповідної чистоти;

N – загальне число поверхонь деталі.

$$Ra_{cp} = \frac{6,3 \cdot 19 + 3,2 \cdot 3 + 1,6 \cdot 2}{24} \approx 6,3$$

б) визначення точності обробки

T_{cp} – середній квалітет точності поверхні;

$$T_{cp} = \frac{\sum (Ti + ni)}{N} \quad (1.3)$$

в) визначуваний коефіцієнт уніфікації конструкторських елементів.

де n_i – число поверхонь деталі відповідної точності;

N – загальне число поверхонь деталі.

$$T_{cp} = \frac{10 + 6 + 8 + 10 + 8 + 10 + 10 + 10 + 10 + 6 + 10 + 10 + 10 + 10 + 10 + 10 + 10 + 10 + 6 + 5 \cdot 12}{24} \approx 10$$

Деталь є технологічною.

На підставі проведеного аналізу деталі робимо висновок: деталь технологічна. Всі встановлені вимоги креслення необхідні для надійної роботи приводу.

					КНУ.КБР.131.26.1-16.01.ТПВ	Арку
Змі	Арку	№	Підпис	Дат		

1.8 Вибір типу виробництва. Задачі проектування. Пропозиції щодо удосконалення

1.8.1 Вибір типу виробництва та методу роботи

Проектування механічного цеху в якому виготовляються деталі "Стакан" і інші деталі проводиться за умовною програмою.

Дані деталі, "Стакан" виготовляються по 200 штук в рік, але, оскільки завантаження верстатів невелике, для довантаження використовуються деталі схожі по конструктивно – технологічним ознакам.

1.8.2 Вибір діючого заводського чи типового технологічного процесу. Задачі проектування. Пропозиції щодо удосконалення діючого ТП

Технологічний процес виготовлення деталі розробляють на основі наявного типового або групового технологічного процесу.

Деталь відносять до типового, групового або одиничного технологічного процесу, що діє, на основі її сформованої технологічної коди (ЕСКД 711462).

Сформулюємо повний конструкторсько-технологічний код "Стакана":

- клас 71 - типу тіл обертання, кільця, диски, шків, блоки та інші;
- підклас – 1 з L до 0,5 включно (кільця, диски, кришки, фланці та інші);
- група – 4 - без закритих уступів, без зовнішньої різьби);
- підгрупа – 6 - з центральним наскрізним отвором, в поперечному перетині;
- вид – 2 – без кільцевих пазів на торцях, без пазів і шліців на зовнішній поверхні, з отвором поза віссю;

Конструкторський код "Стакана": 711462.

В якості базового обираємо технологічний процес виготовлення ступінчастих валів в серійному виробництві. Дані зводимо в таблицю 1.7

Таблиця 1.7 – Базовий технологічний процес

№ операції	Найменування операцій	Устаткування
1	2	3
005	Контроль зовнішнього вигляду	Стіл ОТК
010	Токарна	Токарно-гвинторізний верстат 16K20
015	Маркування	Верстак
020	Промивка	Установка для промивання
025	Контроль лінійних розмірів	Стіл ОТК
030	Транспортування	Електрокар
035	Термічна	
040	Токарна	Токарно-гвинторізний верстат 16K20

1	2	3
045	Координатно-розточна	Координатно-розточний 2E440A
050	Слюсарна	Верстак
055	Фрезерна	Фрезерний 6P82
060	Зачистка	Верстак
065	Довбальна	Довбальний 7A420M
070	Зачистка	Верстак
075	Внутрішньошліфувальна	Внутрішньошліфувальний 3K227B
080	Круглошліфувальна	Круглошліфувальний 3M151Y
085	Маркування	Верстак
090	Промивка	Установка для промивання
095	Комплексний контроль геометричних параметрів	Стіл ОТК
100	Транспортування	Електрокар
105	Окислення електрохімічне	
110	Контроль зовнішнього вигляду	Стіл ОТК

В даному технологічному процесі використовуються дорогі і громіздкі верстати, а також витрачається багато часу на виготовлення деталі.

На основі заводського технологічного процесу розробляємо новий технологічний процес для дрібносерійного виробництва, внаслідок чого в технологічному процесі проведемо ряд змін:

1) Використання менш дорогих верстатів – з ЧПК. Це приведе до зменшення технологічного часу на обробку деталі, дозволить працювати верстатникові з нижчим розрядом, що приведе до зниження собівартості деталі.

2) Зменшення маси заготовки за рахунок введення оновлених коефіцієнтів розрахунку поволок штампованих, що приведе до збільшення коефіцієнта використання матеріалу і до зменшення собівартості заготовки.

3) Впровадження сучасних методів розрахунку: розмірних ланцюгів, режимів різання, оперативного часу, застосування сучасніших пристосувань і інструментів.

1.9 Вибір, техніко-економічне обґрунтування та проектування заготовок

1.9.1 Вибір та техніко-економічне обґрунтування заготовок

Для вибору варіантів отримання заготовки "Стакан" раціональніше використовувати матричний метод. Матриця впливу чинників представлена в таблиці 1.8

					КНУ.КБР.131.26.1-16.01.ТПВ	Арку
Змі	Арку	№	Підпис	Дат		

Таблиця 1.8 – Матриця впливу чинників

Спосіб отримання заготовки	Фактори					Сума
	Форма і розміри заготовки	Потрібна точність і якість поверхн. шару	Техноло- гічні власти- вості матеріа- лу	Річна програма	Виробничі потужності підприєм- ства	
Лиття						
- під тиском	+	+	-	+	+	4
- по	+	+	-	+	+	4
виплавленим моделям						
Штампування	+	+	+	+	+	5
в закритих штампах						
Кування	-	+	+	+	-	3

З матриці видно, що при попередньому розгляді найбільш відповідним способом отримання заготовки є штампування в закритих штампах.

Вид заготовки впливає на характер технологічного процесу механічної обробки різанням. Від величини припуску на механічну обробку залежить її собівартість. Чим більше заготовка формою і розмірам наближена до форми і розмірів готової деталі, тим менше потрібно витрат на її обробку.

Вирішальним етапом при виборі виду заготовки і методу її виготовлення є техніко – економічна оцінка.

Як альтернативний варіант порівняння з штампуванням, беремо наступний спосіб отримання заготовки для даної деталі "Стакан": лиття в піщано-глинисті форми, матеріал сталь 45Л, маса заготовки 2,8 кг

Оскільки механічна обробка однакова і в першому і в другому випадках, то немає необхідності проводити розрахунок за приведеними витратами, а досить обчислити тільки вартість заготовки.

Для поковки штампованої:

$$A_1 = Q_1 \cdot C_1 \cdot K_{m1} \cdot K_{c1} \cdot K_{on1} - (Q_1 - q_1) \cdot \Pi_1 \quad (1.4)$$

де $Q_1 = 2,01$ кг – маса поковки штампованої;

$C_1 = 55$ – оптова відпускна ціна 1 кг заготовки, грн;

$K_{m1} = 1,167$ – коефіцієнт, що враховує масу заготовки;

$K_{c1} = 1$ – коефіцієнт, що враховує групу складності заготовки;

$K_{on1} = 1,12$ – коефіцієнт, що враховує групу серійності;

$q_1 = 0,9$ кг – маса деталі;

						Арку
Змі	Арку	№	Підпис	Дат	КНУ.КБР.131.26.1-16.01.ТПВ	

$C_1 = 15$ – ціна 1 кг відходів, грн.

Таким чином отримуємо:

$$A_1 = 2,01 \cdot 55 \cdot 1,2 \cdot 1,167 \cdot 1 \cdot 1,12 - (2,01 - 0,9) \cdot 15 = 156,74 \text{ грн.}$$

Для виливка:

$$A_2 = Q_2 \cdot C_2 \cdot K_{M2} \cdot K_{C2} \cdot K_{Op2} - (Q_2 - q_2) \cdot C_2 \quad (1.5)$$

де $Q_2 = 2,8$ кг – маса виливка;

$C_2 = 50$ – оптова відпускна ціна 1 кг заготовки, грн;

$K_{M2} = 0,97$ – коефіцієнт, що враховує масу заготовки;

$K_{C2} = 1$ – коефіцієнт, що враховує групу складності заготовки;

$K_{Op2} = 1,06$ – коефіцієнт, що враховує групу серійності;

$q_2 = 0,9$ кг – маса деталі;

$C_2 = 13$ – ціна 1 кг відходів, грн.

Таким чином отримуємо:

$$A_2 = 2,8 \cdot 50 \cdot 1,2 \cdot 0,97 \cdot 1 \cdot 1,06 - (2,8 - 0,9) \cdot 13 = 148,03 \text{ грн.}$$

Отримуємо, що поковка штампована не суттєво дорожче за лиття, але враховуючи її відповідальне значення та наявність штампувального обладнання в цеху, спосіб отримання заготовки вибираємо штампування.

1.9.2 Проектування поковки штампованої

1) Початкові дані:

$G_d = 0,9$ кг – маса деталі, сталь 45 ДСТУ 7809:2015.

2) Початкові дані для розрахунку [5]:

2.1) Маса поковки:

$$G_n = m_d \cdot K_p, \quad (1.6)$$

де $m_d = 0,9$ кг – маса деталі;

$K_p = 1,6$ – розрахунковий коефіцієнт

$$G_n = 2,23 \cdot 1,6 = 1,44 \text{ кг}$$

2.2) Визначуваний клас точності, залежно від використовуваного устаткування:

Штампувальні молоти – Т4.

2.3) Визначаємо групу сталі:

Група стали – М2.

2.4) Визначаємо ступінь складності поковки:

Ступінь складності – С3.

2.5) Вибираємо вид поверхні роз'єму:

П – плоска в найбільшому перетині.

2.6) Визначуваний початковий індекс:

Початковий індекс – 12.

3) Визначаємо припуски:

					КНУ.КБР.131.26.1-16.01.ТПВ	Арку
Змі	Арку	№	Підпис	Дат		

3.1) Основні припуски:

ø80 Ra6,3 – 1,7 мм;

ø104 Ra1,6 – 1,8 мм;

ø145 Ra6,3 – 1,8 мм;

товщина 35 Ra6,3 – 1,7 мм;

товщина 5 Ra3,2 – 1,6 мм;

глибина 15 Ra6,3/ Ra3,2 – 1,6 мм.

3.2.1) Призначаємо додатковий припуск, що враховує зсув по поверхні роз'єму штампу: 0,2 мм.

3.2.2) Призначаємо додатковий припуск, що враховує відхилення від площинності: 0,4 мм.

4) Номінальні розміри поковки:

ø80=80-2·(1,7+0,2)= ø76

ø104=104+2·(1,8+0,2)= ø108

ø145=145+2·(1,8+0,2)= ø149

35=35+2·(1,7+0,4)=39

5=5+2·(1,6+0,4)=9

15=15+2·(1,6+0,4)=19.

4.1) Призначаємо допуски і граничні відхилення на лінійні розміри:

$39^{+1,3}_{-0,7}$, $9^{+1,3}_{-0,7}$, $19^{+1,5}_{-0,7}$, $\phi 149^{+1,6}_{-0,9}$, $\phi 108^{+1,6}_{-0,9}$, $\phi 76^{+0,8}_{-1,4}$.

4.2) Призначаємо штампувальні ухили, радіуси закруглень.

Штампувальні ухили: внутрішні 10°, зовнішні 7°.

Радіуси закруглень поковки: внутрішні 6мм, зовнішні 3мм.

4.3) Визначаємо масу поковки штампованої:

$$Q = 7,85 \cdot 3,14 \cdot 10^{-6} \cdot \left(\frac{149^2 - 108^2}{4} \cdot 9 + \frac{108^2 - 76^2}{4} \cdot 39 \right) = 2,01 \text{ кг.}$$

√ Rz 63

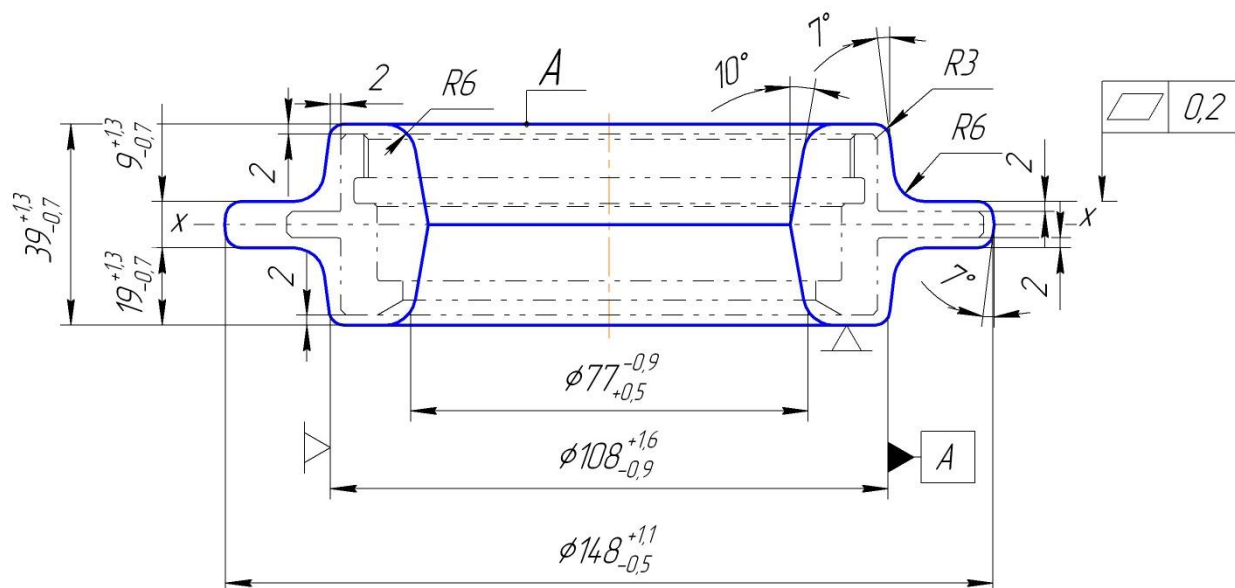


Рисунок 1.5 – Поковка штампована

Змі	Арку	№	Підпис	Дат	КНУ.КБР.131.26.1-16.01.ТПВ	Арку
-----	------	---	--------	-----	----------------------------	------

1.10 Вибір і обґрунтування баз

Деталь - типу диск, для забезпечення принципів єдності і поєднання баз на всіх операціях, як бази використовується вісь деталі і один з її торців. При цьому вісь і торець є конструкторською, технологічною і вимірювальною базами. Крім того, вісь – база напрямна і центруюча, торець деталі – упорна. На токарній, фрезерній, довбальній і внутрішньошліфувальній операціях деталь встановлюється в трикулачковий патрон з упором в торець деталі, на круглошліфувальній – на оправку, з упором в торець.

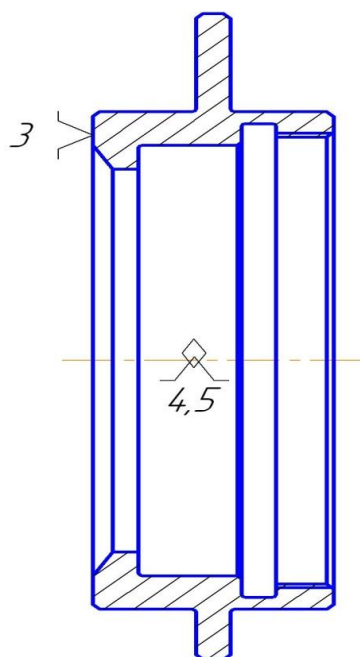


Рисунок 1.6 – Теоретична схема базування на токарній, фрезерній, довбальній, внутрішньошліфувальній операціях

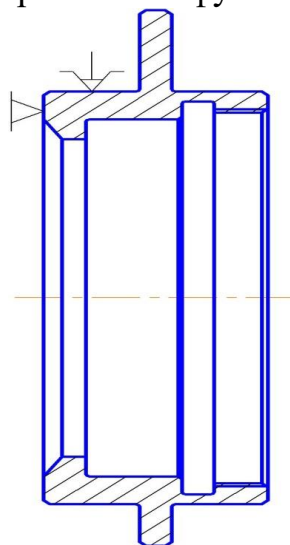


Рисунок 1.7 – Умовна схема базування на токарній, фрезерній, довбальній, внутрішньошліфувальній операціях

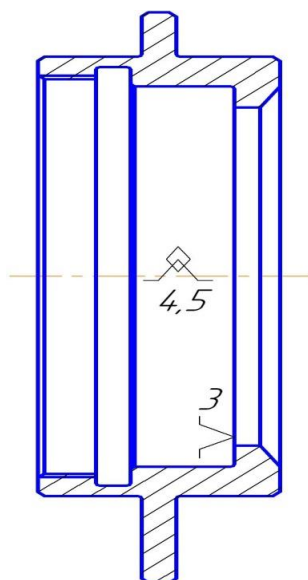


Рисунок 1.8 – Теоретична схема базування на круглошліфувальній операції

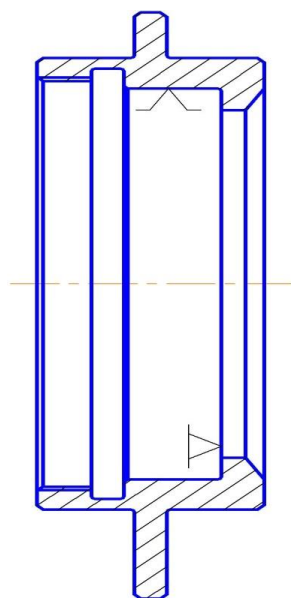


Рисунок 1.9 – Умовна схема базування на круглошліфувальній операції

1.11 Вибір і обґрунтування послідовності обробки поверхонь

На зовнішні, внутрішні і торцеві поверхні визначаємо кількість послідовних переходів з поступовим наближенням до необхідної точності і шорсткості. Дані представляємо у вигляді таблиці 3.2.

					КНУ.КБР.131.26.1-16.01.ТПВ	Арку
Змі	Арку	№	Підпис	Дат		

Таблиця 1.9 – Послідовність обробки поверхонь

№ пов-ні, розмір	Найменування переходів	Шорсткість, Ra	Точність, IT	Допуск, Т
1	2	3	4	5
1 L=35 _{-0,2}	Заготовка	4	14	2
	Точіння чорнове	12,5	12	0,25
	Точіння чистове	6,3	10	0,2
2 ø104js6 (±0,011)	Заготовка	40	14	0,87
	Точіння чорнове	12,5	12	0,35
	Точіння	6,3	10	0,14
	напівчистове	3,2	8	0,054
	Точіння чистове	1,6	6	0,022
3 L=5	Заготовка	40	14	2
	Точіння чорнове	12,5	12	0,15
	Точіння	6,3	10	0,058
	напівчистове	3,2	8	0,018
	Точіння чистове			
4 ø145	Заготовка	40	14	1
	Точіння чорнове	12,5	12	0,4
	Точіння	6,3	10	0,16
	напівчистове			
5 L=5	Заготовка	40	14	2
	Точіння чорнове	12,5	12	0,15
	Точіння	6,3	10	0,058
	напівчистове	3,2	8	0,018
	Точіння чистове			
6 ø104	Заготовка	40	14	0,87
	Точіння чорнове	12,5	12	0,35
	Точіння	6,3	10	0,14
	напівчистове			
7 L=35 _{-0,2}	Заготовка	40	14	2
	Точіння чорнове	12,5	12	0,25
	Точіння	6,3	10	0,1
	напівчистове			
8 M95×1,5- 6H	Заготовка	40	14	0,87
	Точіння чорнове	12,5	12	0,35
	Точіння	6,3	10	0,14
	напівчистове			
	Нарізання різьби			
9(канавка) ø99	Заготовка	40	14	0,87
	Точіння чорнове	12,5	12	0,35
	Точіння	6,3	10	0,14
	напівчистове			

Змі	Арку	№	Підпис	Дат

КНУ.КБР.131.26.1-16.01.ТПВ

Арку

10 ø90 ^{+0,035}	Заготовка	40	14	0,87
	Точіння чорнове	12,5	12	0,35
	Точіння	6,3	10	0,14
	напівчистове	3,2	8	0,054
	Точіння чистове	1,6	6	0,035
	Шліфування			

Продовження таблиці 1.9

1	2	3	4	5
11 ø80	Заготовка	40	14	0,87
	Точіння чорнове	12,5	12	0,35
	Точіння напівчистове	6,3	10	0,14
12 ø80×60 ⁰	Заготовка	40	14	0,87
	Точіння чорнове	12,5	12	0,35
	Точіння напівчистове	6,3	10	0,14
13(лиска) L=135	Заготовка	40	14	1
	Фрезерування напівчистове	6,3	10	0,16
14 6 отв. ø9	Заготовка	40	14	0,3
	Свердлування	12,5	12	0,058
	Зенкерування	6,3	10	0,15
15 2 отв. M8-6H	Свердлування	12,5	12	0,15
	Зенкерування	6,3	10	0,058
	Зенкування	6,3	10	0,058
	Нарізання різьби			
16 2 вибори ø25±5	Фрезерування напівчистове	6,3	10	0,12
17 2 паза B=5	Довбання напівчистове	6,3	10	
18 ø0,8	Заготовка	40	14	
	Свердлування	6,3	10	0,040
19 ø90	Заготовка	40	14	0,52
	Точіння чорнове	12,5	12	0,21
	Точіння напівчистове	6,3	10	0,084
	Точіння чистове	3,2	8	0,039
	Шліфування	1,6	6	0,016

1.12 Розробка маршруту обробки деталі

На основі базового технологічного процесу і задач проектування розробляю послідовність обробки деталі і заповнюю таблицю 1.10

					КНУ.КБР.131.26.1-16.01.ТПВ	Арку
Змі	Арку	№	Підпис	Дат		

Таблиця 1.10 – Маршрут обробки деталі

№ операції	Найменування операції	№з/п оброблюваної поверхні	№ з/п баз-ї повні	Тип, модель верстата
1	2	3	4	5
005	Токарна з ЧПК - чорнова - чистова	1,2,3,4,11,12 5,6,7,8,9,10, 19	6,7 1,2	Токарний центр Haas ST-10
010	Токарна - чистова	2,3 5,8,10,19	6,7 1,2	Токарний центр Haas ST-10
015	Вертикально-свердлувальна з ЧПК	14,15	2,3	Фрезерно-оброблювальний центр 400V
025	Фрезерна	13,16	1,2	Фрезерно-оброблювальний центр 400V
030	Довбальна	17	1,2	Довбальний верстат ГД200
035	Внутрішньошліфувальна	10,19	1,2	Внутрішньошліфувальний Studer S121;
040	Круглошліфувальна	2,3	10,19	Шліфувальний верстат Studer S121

1.13 Розробка технологічної операції

005. Токарна (чорнова, чистова) з ЧПК.

Обладнання: Токарний центр Haas ST-10; трикулачковий самоцентруючий патрон

Установ А: Установити, закріпити. Підрізати торець 1; розточити отвір 3; точити поверхню 4; точити поверхню 5; точити поверхню 6; підрізати торець 1; підрізати торець 2; розточити отвір 3; точити поверхню 4; точити поверхню 5; точити поверхню 6; підрізати торець 2; точити 2-ві фаски 7.

Установ Б: Переустановити, закріпити, зняти. Підрізати торець 9; розточити отвір 11 з підрізкою торця 12; розточити отвір 13; точити поверхню 14; підрізати торець 9; підрізати торець 19; розточити отвір 11 з підрізкою торця 12; точити канавку 15; розточити отвір 13; точити поверхню 14; підрізати торець 19; точити 2-ві фаски 18.

Інструмент: Різець DWLNR/L2525M08; різець DTGNR2525K16-M; різець S25S PCLNR 12; різець A40T-CGGR05.

					КНУ.КБР.131.26.1-16.01.ТПВ	Арку
Змі	Арку	№	Підпис	Дат		

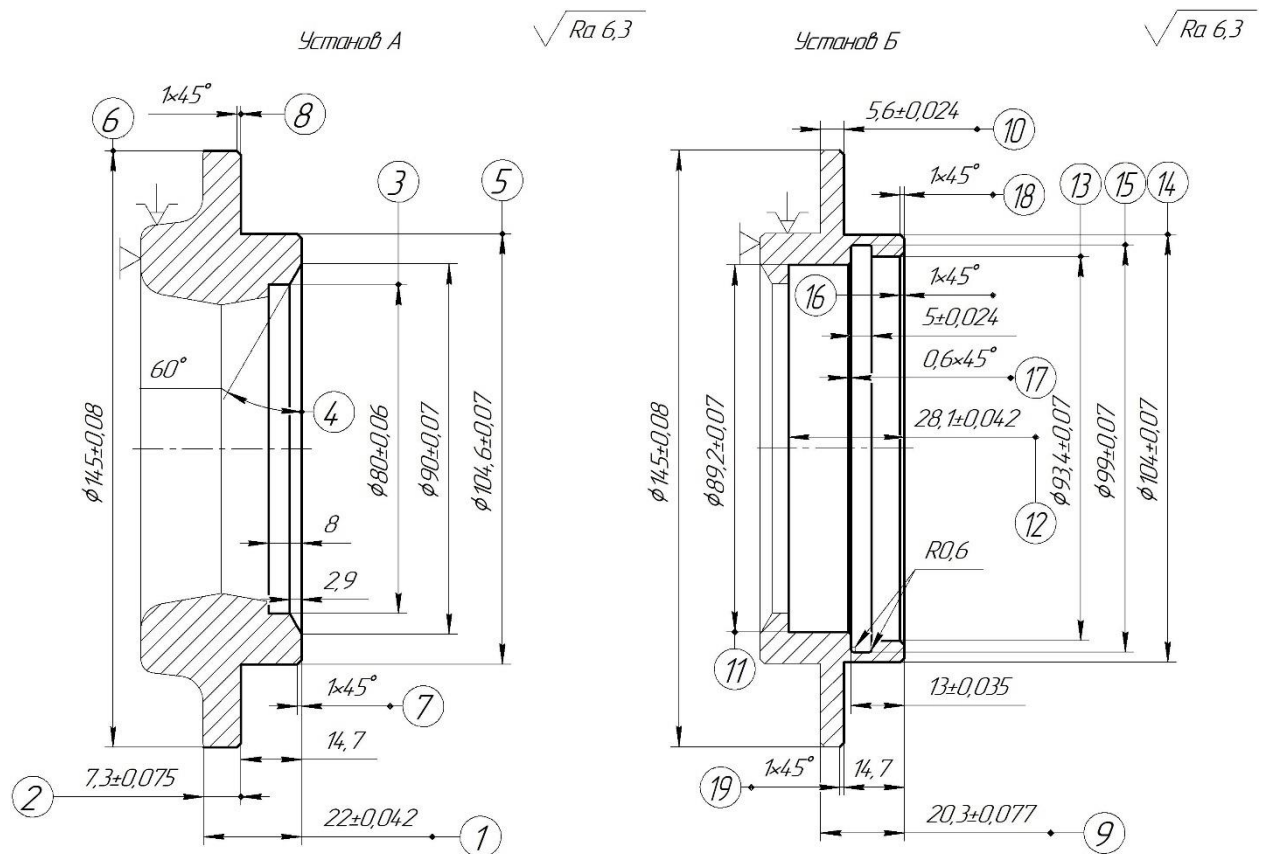


Рисунок 1.10 – Операційний ескіз операції 005

010. Токарна (чистова) з ЧПК.

Обладнання: Токарний центр Haas ST-10; трикулачковий самоцентруючий патрон

Установ А: Установити, закріпити. Точити поверхню 2; підрізати торець 1.

Установ Б: Переустановити, закріпити, зняти. Підрізати торець 3; розточити отвір 4 з підрізкою торця 5; нарізати різьбу 6.

Інструмент: Різець DTG NR2525K16-M; різець S25S PCLNR 12; різець PER2525X16QH DJETI.

Змі	Арку	№	Підпис	Дат	КНУ.КБР.131.26.1-16.01.ТПВ	Арку
-----	------	---	--------	-----	----------------------------	------

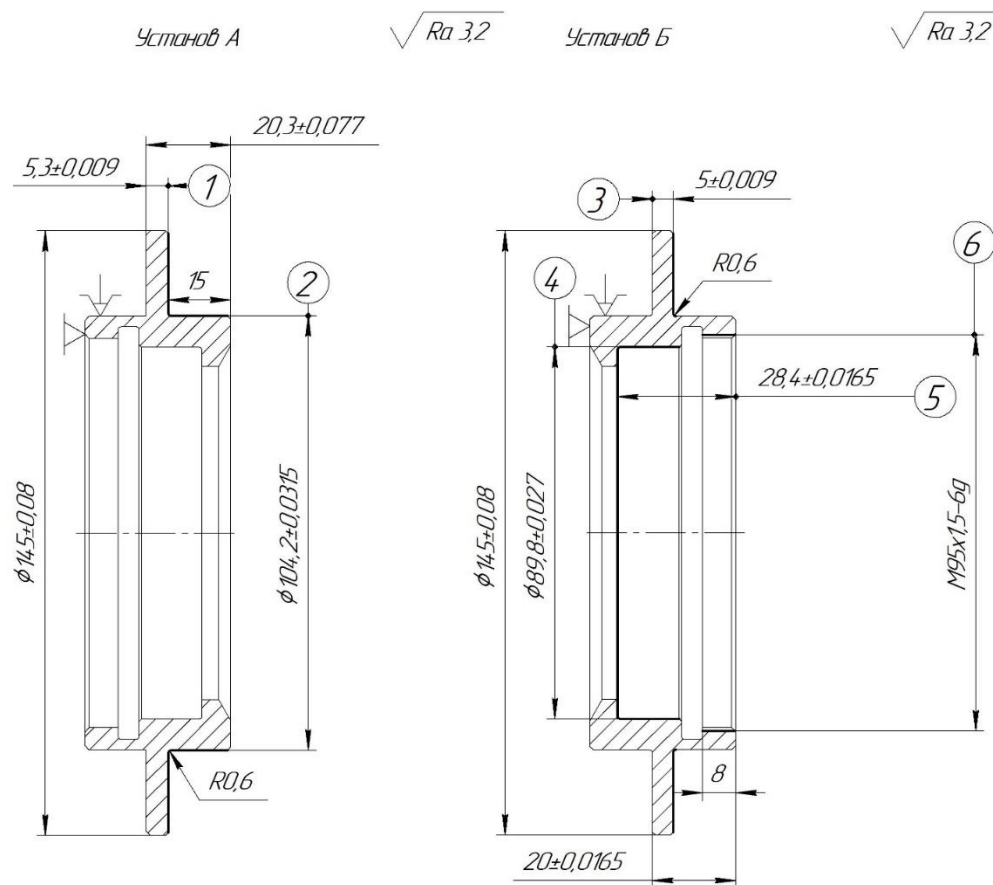


Рисунок 1.11 – Операційний ескіз операції 010

015. Вертикально – свердлувальна з ЧПК.

Обладнання: Фрезерно-оброблювальний центр 400V; трикулачковий самоцентруючий патрон

Установ А: Установити, закріпити, зняти. Центрувати 6-ть отв. 1; свердлувати 6-ть отв. 1; зенкувати фаску в 6-ти отв. 3; центрувати 2-а отв. 2; зенкувати фаску в 2-х отв. під різьбу 2; нарізати різьбу в 2-х отв. 2.

Інструмент: Свердло SD1103-0900-035-10R1; зенківка ACM45-TC16-D5X26-W16-L100-Z01; мітчик TM-M8X1.25ISO-8R1.

									Арку
Змі	Аркв	№	Підпис	Дат	КНУ.КБР.131.26.1-16.01.ТПВ				

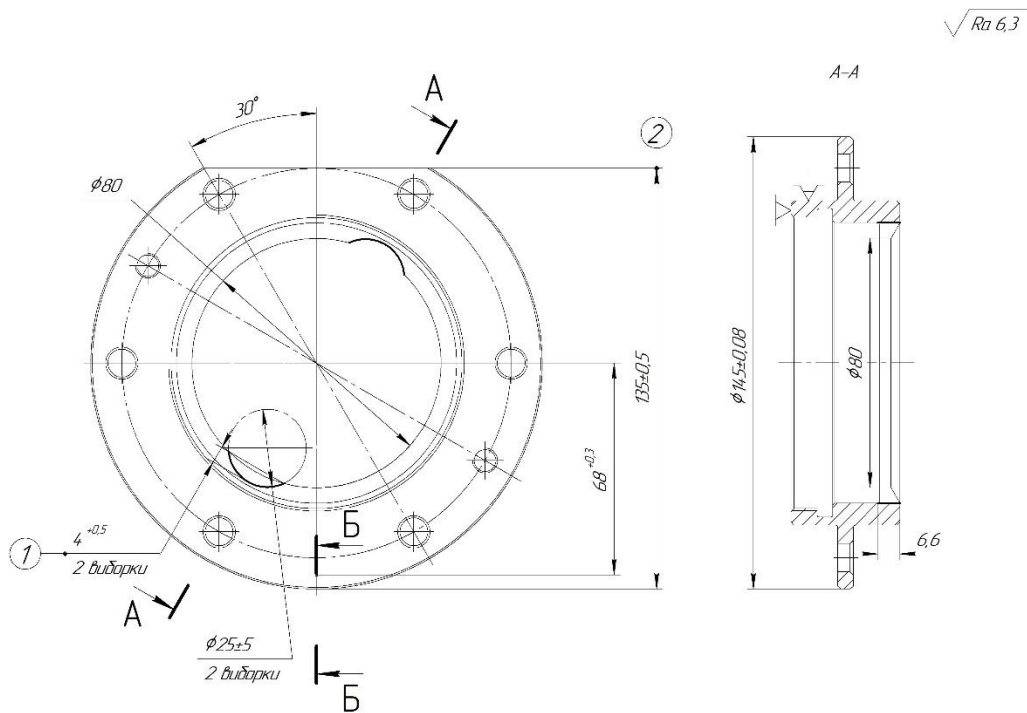


Рисунок 1.13 – Операційний ескіз операції 020

025. Довбальна.

Обладнання: Довбальний верстат ГД200; трикулачковий самоцентруючий патрон

Установ А: Установити. закріпити, зняти. Довбати 2-а пази 1 з переустановкою.

Інструмент: Різець довбальний 2184-0553.

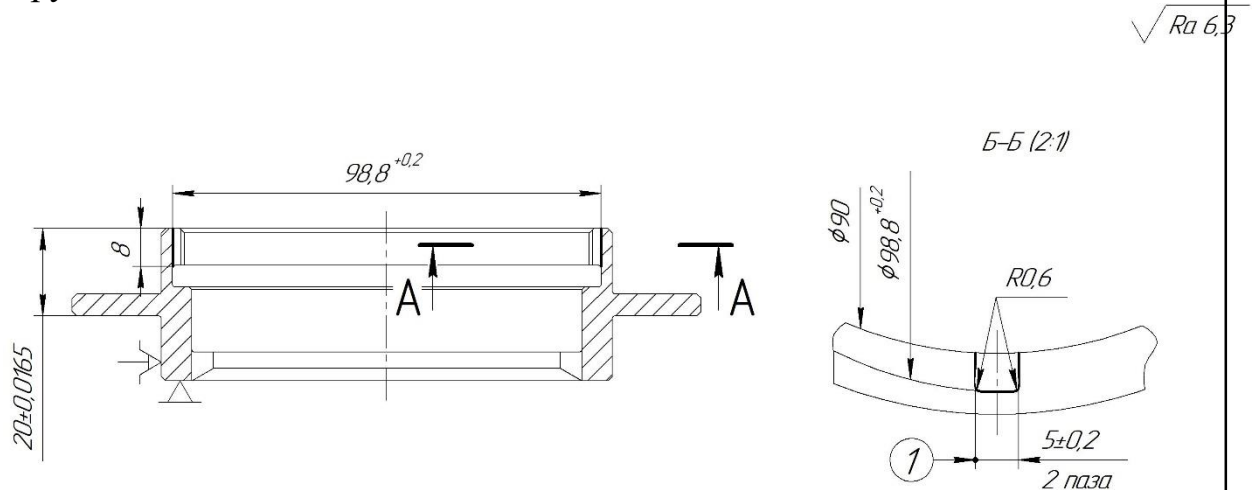


Рисунок 1.14 – Операційний ескіз операції 025

030. Внутрішньошліфувальна.

Обладнання: Шліфувальний верстат Studer S121; трикулачковий самоцентруючий патрон

Установ А: Установити. закріпити, зняти. Шліфувати поверхню 1 з підшліфовкою торця 2.

Інструмент: Шліфувальне коло 1 75x25x20 25A F80 K 8 V 50 м/с А 1.

Змі	Арку	№	Підпис	Дат	КНУ.КБР.131.26.1-16.01.ТПВ	Арку
-----	------	---	--------	-----	----------------------------	------

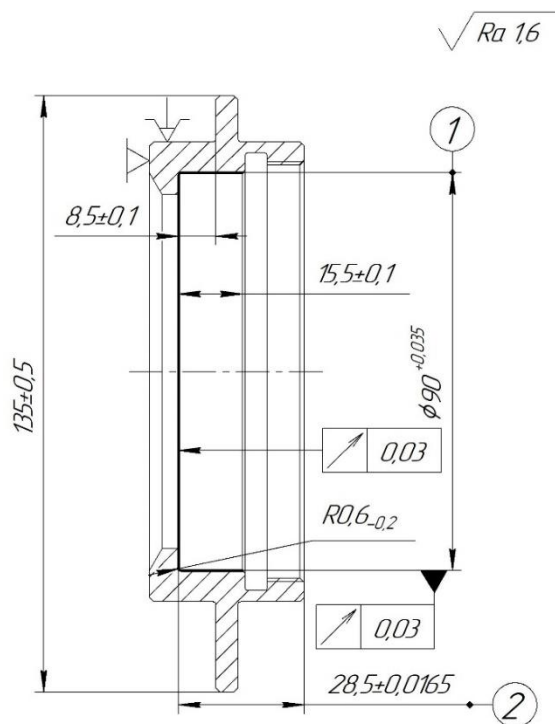


Рисунок 1.15 – Операційний ескіз операції 030

035. Круглошліфувальна.

Обладнання: Шліфувальний верстат Studer S121; циліндрична оправка

Установ А: Установити, закріпити, зняти. Шліфувати поверхню 1.

Інструмент: Шліфувальне коло 1 400×50×127 25A F60 L 7 V 35 А 2.

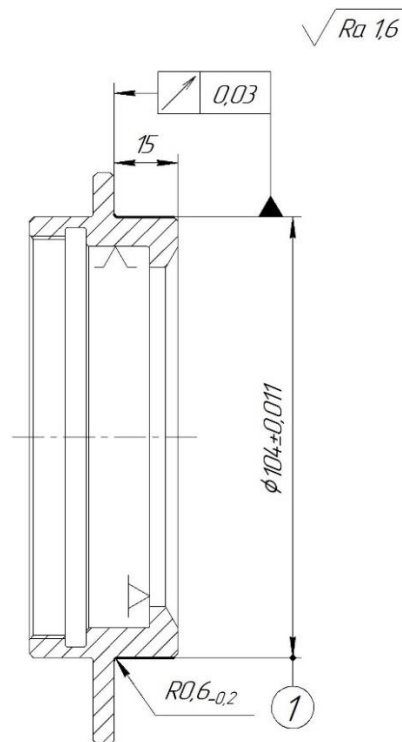


Рисунок 1.16– Операційний ескіз операції 035

					КНУ.КБР.131.26.1-16.01.ТПВ	Арку
Змі	Арку	№	Підпис	Дат		

1.14 Вибір технологічного устаткування

З урахуванням кількості і змісту раніше передбачених технологічних методів обробки поверхонь, оберемо типи металорізального обладнання.

Операції точіння, підрізання торців, розточування, нарізання різьб, будемо виконувати на токарному центрі Haas ST-10 з ЧПК.



Рисунок 1.17 – Токарний центр Haas ST-10 з ЧПК

Таблиця 1.11 – Технічні характеристики верстату моделі Haas ST-10

Робоча зона	
<u>Максимальний діаметр заготовки, мм</u>	
над станиною	641
над кареткою	413
Макс. зовнішній діаметр оброблюваної заготовки, мм	
з револьвером VDI	178
з револьвером BOT (опція)	356
<u>Максимальна довжина точіння (зі стандартним гідравлічним патроном патроном), мм</u>	336
Шпиндель	
Посадка шпинделя	A2-5
Максимальна частота оборотів шпинделя, об/хв	6000
<u>Максимальний крутний момент на шпинделі (при n=1300 об/хв), Нм</u>	102
<u>Максимальна потужність на шпинделі, кВт</u>	11,2
<u>Діаметр отвору в шпинделі, мм</u>	59
<u>Максимальний діаметр</u>	44

Діаметр трикулачкового гідравлічного патрона, мм	165
Подача	
Величина <u>робочих переміщень по осях, мм</u>	
по осі OX	200
по осі OZ	356
Макс. <u>швидкість холостих переміщень робочих органів, м/хв</u>	30,5
Максимальні допустимі <u>зусилля по осях, кН</u>	
по осі OX	14,68
по осі OZ	14,68
Інструментальний револьвер	
Тип <u>револьверної головки</u>	VDI або BOT (12-позиційна)
<u>Кількість позицій в револьвері</u>	12
Тип <u>різцетримачів</u>	VDI40
Час <u>зміни інструмента, сек</u>	0,5
Точність	
<u>Точність позиціонування супорта, мм</u>	±0,0050
<u>Повторюваність позиціонування, мм</u>	±0,0025
ЧПУ	
Тип	<u>Haas-Fanuc</u>
Кількість керованих осей	2

Операції свердління, фрезерування будемо виконувати на фрезерному-оброблювальному центрі 400V (Sinumerik 802S).



Рисунок 1.18 – Фрезерно-оброблювальний центр 400V (Sinumerik 802S)

					КНУ.КБР.131.26.1-16.01.ТПВ	Арку
Змі	Арку	№	Підпис	Дат		

Таблиця 1.12 – Технічні характеристики оброблюваного центру 400V



Характеристика	400V
Параметри стола:	
Розмір робочої поверхні стола, мм	400x900
Ширина напрямного пазу, мм	18H7
Кількість Т-подібних пазів	3
Найбільша відстань від торця шпинделя до стола, мм	560
Найбільша маса оброблюваної деталі, кг	400
Шпиндель:	
Конус шпинделя (DIN 69871)	SK 40
Межі частот обертання шпинделя, об/хв	0...8000
Номінальний крутний момент на шпинделі, Нм	44,6
Переміщення:	
Найбільші переміщення по осях, мм	
- поздовжнє переміщення стола (X)	540
- поперечне переміщення колони (Y)	400
- вертикальне переміщення шпиндельної бабки (Z)	450
Точність позиціонування, мм	0,005
Діапазон робочих подач за координатами, мм/хв	1...15000
Швидкість швидкого переміщення по всіх осях, м/хв	15...30
Інструментальний магазин:	
Ємність інструментального магазину, шт.	20
Час зміни інструменту, сек	12
Найбільший діаметр інструменту (без пропуску гнізд), мм	125 [80]
Найбільша довжина інструменту, мм	250
Найбільша маса оправки в магазині, кг	10
Характеристика електрообладнання:	
Потужність двигуна головного привода, кВт	7
Номінальна частота обертання, об/хв	1500
Максимальна частота обертання, об/хв	8000
Сумарна потужність електродвигунів, кВт	17,7 / 21,7
Система ЧПК	SIEMENS SINUMERIK 802S
Інші характеристики:	
Габаритні розміри, мм	2400x2200x2640
Загальна площа верстата у плані, кв.м., не більше (з урахуванням відчинених дверей шафи)	6,1
Вага верстата, кг	4700

						Арку
Змі	Арку	№	Підпис	Дат	КНУ.КБР.131.26.1-16.01.ТПВ	

Операція довбання шпонкового пазу виконуємо на довбальному верстаті ГД200.



Рисунок 1.19 – Довбальний верстат ГД200

Таблиця 1.13 – Технічні характеристики верстата ГД200

Тип привода	механічний
Робочій хід довбача, мм	20...200
Діаметр робочого стола, мм	500
Відстань від столу до нижнього краю напрямних довбача, мм	320
Відстань від зовн. поверхні різцевої головки до внутр. пов. станини, мм	450
Найбільша висота оброблюваної заготовки при зовнішній обробці, мм	300
Найбільша висота оброблюваної заготовки при внутрішній обробці, мм	100
Подовжнє переміщення стола, мм	500
Поперечне переміщення стола, мм	400
Кругове переміщення стола, градусів	360
Подовжні подачі стола на один подвійний хід довбача, мм	0,1...1,2

Поперечні подачі стола на один подвійний хід довбача, мм	0,1...1,2
Кругові подачі стола на один подвійний хід довбача, градусів	0,07...0,8
Кількість фіксованих положень стола, позицій	12
Потужність головного привода, кВт	3,6
Габарити верстата (довжина, ширина, висота), мм	1900 × 1270 × 2175
Вага верстата, кг	2000

Операцію шліфування виконуємо на верстаті Studer S121.



Рисунок 1.20 – Круглошліфувальний верстат Studer S121

Таблиця 1.14 – Технічні характеристики верстата S121

Лінійні осі	
Макс. хід X	350 мм
Максимальна швидкість руху X	20 000 мм/хв
Макс. хід Z	350 мм
Максимальна швидкість руху Z	20 000 мм/хв
Шпиндельний привід	
Максимальна потужність шпинделя	15 кВт
Максимальна кількість обертів	120 000 об/хв
Максимальний діаметр шліфувального круга	250 мм
Максимальна ширина шліфувального круга	25 мм

					КНУ.КБР.131.26.1-16.01.ТПВ	Арку
Змі	Арку	№	Підпис	Дат		

Поворотні осі	
Діапазон повороту В	180°
Діапазон повороту С	∞°
Дані заготовки	
Довжина заготовки	300 мм
Діаметр заготовки	300 мм
Максимальна вага заготовки	100 кг
Висота центрів	150 мм

1.15 Вибір різального і допоміжного інструменту

1.15.1 Вибір типу інструментів з обробки поверхонь деталі

З урахуванням кількості і змісту раніше передбачених технологічних методів обробки поверхонь, обираємо сучасні типи інструментів, що запропоновані вітчизняними та іноземними виробниками. До кожної поверхні деталі підбираємо та обґрунтовуємо тип інструменту та представляємо його ескіз. Дані занесені в таблицю 1.15

Таблиця 1.15 – Вибір типів інструментів по обробці поверхонь деталі

№ з/п поверхні	Найменування переходу	Тип інструмента
1	2	3
1, 3, 5, 7, 19	Чорнове підрізання торця	Різець підрізний
1, 3, 5, 7, 19	Напівчистове підрізання торця	
3, 5, 19	Чистове підрізання торця	
2, 4, 6	Чорнове точіння	Різець прохідний
2, 4, 6	Напівчистове точіння	
2	Чистове точіння	
8, 10, 11, 12	Чорнове розточування	Різець розточувальний
8, 10, 11, 12	Напівчистове розточування	
8, 10	Чистове розточування	
9	Чорнове точіння канавки	Різець канавковий
	Напівчистове точіння канавки	
2, 3, 8, 10, 19	Шліфування	Шліфувальний круг
8	Нарізання різьби	Різець різбовий
13	Чорнове фрезерування	Фреза кінцева
	Напівчистове фрезерування	
14	Свердління	Свердло
15	Свердління	Свердло
	Нарізання різьби	Мітчик

16	Чорнове фрезерування	Фреза кінцева
	Напівчистове фрезерування	
17	Чорнове довбання	Різець довбальний
	Напівчистове довбання	
18	Свердління	Свердло
20, 21, 22, 24	Точіння фаски	Різець прохідний
23		Різець розточний

1.15.2 Вибір параметрів різальної частини інструментів

З урахуванням фізико-механічних властивостей матеріалу деталі, виду обробки і використаних металорізальних верстатів для прийнятих типів металорізальних інструментів, призначаємо матеріал різальної частини, геометричні параметри, матеріал державки (корпусу, хвостовика) інструменту, які виготовлені вітчизняними та іноземними виробниками.

Позиції: 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 19, 20, 21, 22, 24.

Чорнове підрізання або точіння:

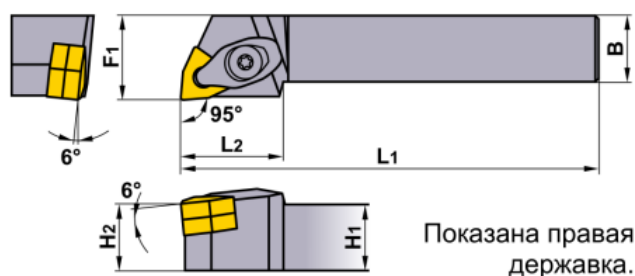


Рисунок 1.21 – Державка DWLNR/L2525M08 [1, с. C22]

Геометричні параметри: H1=25 мм; B=25 мм; L1=150 мм; L2=31 мм; H2=25 мм; F1=32 мм.

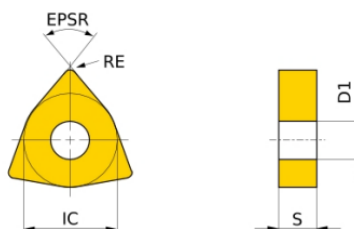


Рисунок 1.22 – Пластина WNMG080408-RP, покриття: UE6105 [1, с. A88]

Геометричні параметри: D1=5,16 мм; IC=12,7 мм; EPSR=80°; S=4,76 мм; RE=0,8 мм.

Позиції: 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 19.

					КНУ.КБР.131.26.1-16.01.ТПВ	Арку
Змі	Арку	№	Підпис	Дат		

Напівчистове/чистове підрізання або точіння:

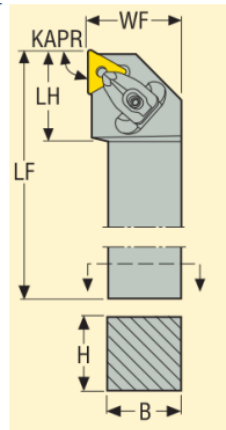


Рисунок 1.23 – Державка DTG NR2525K16-M [2, с. 238]

Геометричні параметри: $H=25$ мм; $B=25$ мм; $LF=150$ мм; $WF=32$ мм; $LH=30$ мм; $KAPR=90^\circ$.

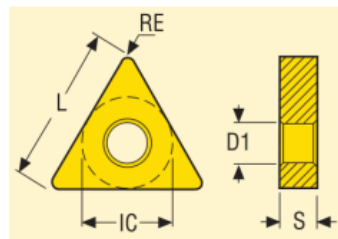


Рисунок 1.24 – Пластина TNMG160408-FF2, CVD покриття: TP1501 [2, с. 461]

Геометричні параметри: $IC=9,53$ мм; $L=16,5$ мм; $S=4,76$ мм; $D1=3,81$ мм.

Позиції: 8, 10, 11, 12, 23.

Розточування:

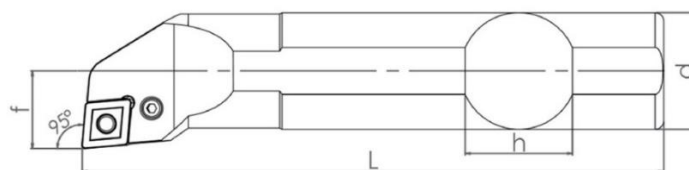
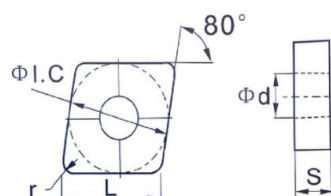


Рисунок 1.25 – Державка S25S PCLNR 12

Геометричні параметри: $d=25$ мм; $h=23$ мм; $L=250$ мм; $f=17$ мм.



					КНУ.КБР.131.26.1-16.01.ТПВ	Арку
Змі	Арку	№	Підпис	Дат		

Рисунок 1.26 – Пластина чорнова CNMG120408-MS KS15TF-Y [1, с. 423]
Геометричні параметри: $R=0,8$ мм; $L=12,9$ мм; $\Phi I.C=12,7$ мм; $S=4,76$ мм,
 $\Phi d=5,16$ мм.

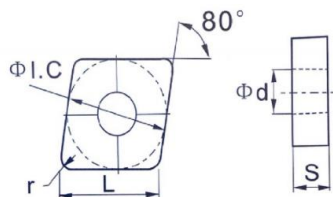


Рисунок 1.27 – Пластина чистова CNMG120408-QM-GP1105 [1, с. 423]
Геометричні параметри: $R=0,8$ мм; $L=12,9$ мм; $\Phi I.C=12,7$ мм; $S=4,76$ мм,
 $\Phi d=5,16$ мм.

Позиція: 9.

Точіння канавки:

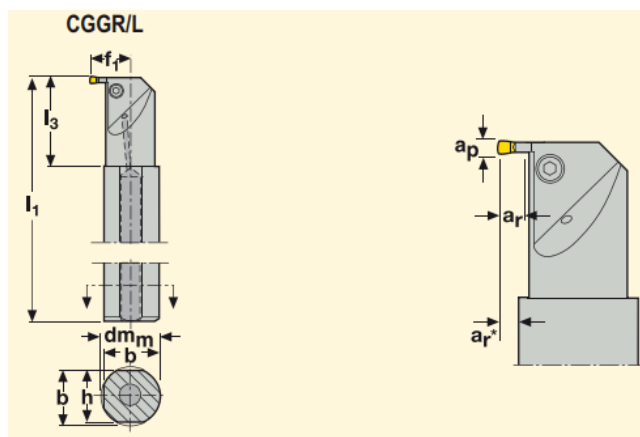


Рисунок 1.28 – Державка A40T-CGGR05

Геометричні параметри: $dm=40$ мм; $h=37$ мм; $b=38,5$ мм; $l1=300$ мм; $l3=60$ мм; $f1=28$ мм; $ar=10$ мм; $ap=5$ мм; $ar^*=7,5$ мм.

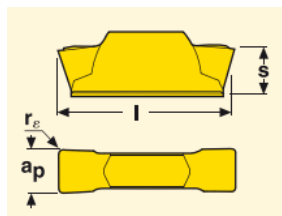


Рисунок 1.29 – Пластина LCMF 160504-0500-FT, сплав: TP200 покриття CVD
Геометричні параметри: $ap=5,00$ мм; $l=15,90$ мм; $s=4,50\pm0,05$ мм; $r=0,6$ мм,
 $\Phi d=5,16$ мм.

Позиція: 2, 3, 8, 10, 19.

					КНУ.КБР.131.26.1-16.01.ТПВ	Арку
Змі	Арку	№	Підпис	Дат		

Зовнішнє шліфування:

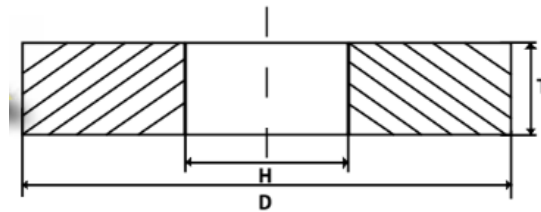


Рисунок 1.30 – Шліфувальне коло 1 400×50×127 25A F60 L 7 V 35 A 2
[5, с. 21]

Геометричні параметри: D=400 мм; T=50 мм; H=127 мм.

Внутрішнє шліфування:

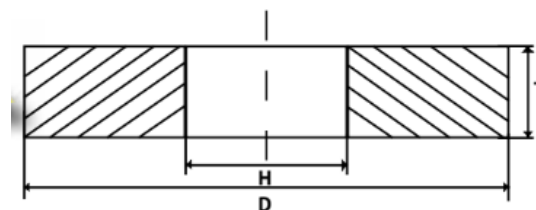


Рисунок 1.31 – Шліфувальне коло 1 75x25x20 25A F80 K 8 V 50 м/с А 1
[5, с. 21]

Геометричні параметри: D=75 мм; T=25 мм; H=20 мм.

Позиція: 8.

Нарізання різьби

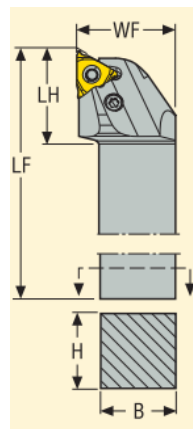


Рисунок 1.32 – Різець різьбовий PER2525X16QHDJETI (с. 44)

Геометричні параметри: H=25 мм; B=25 мм; LF=111 мм; LH=30 мм; WF=32 мм.

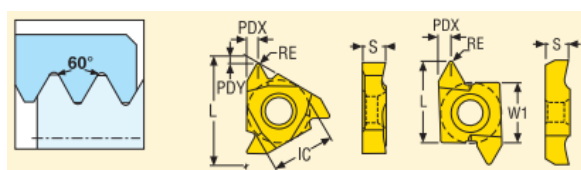


Рисунок 1.33 – Пластина 16NR1.5ISO (с. 97)

					Арку
Змі	Арку	№	Підпис	Дат	

КНУ.КБР.131.26.1-16.01.ТПВ

Геометричні параметри: PDY=0,8 мм; PDX=0,8 мм; RE=0,12 мм; IC=9,525 мм; L=16,5 мм; S=3,47 мм.

Позиція: 13.

Фрезерування:

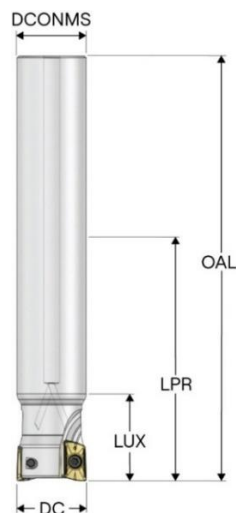


Рисунок 1.34 – Фреза R217.69-2525.0-XO16-2A []

Геометричні параметри: DC= 25 мм; LUX=35 мм; LPR=114 мм; OAL=170 мм. DCONMS=25 мм.

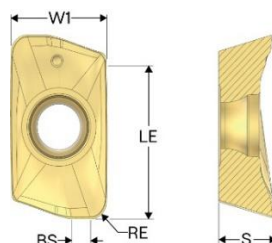


Рисунок 1.35 – Пластина XOMX160508TR-M13, сплав: MP2501 []

Геометричні параметри: BS=2 мм; LE=15,4 мм; W1=10,2 мм; S=5,98 мм; RE=0,8 мм.

Позиція: 14.

Свердління:

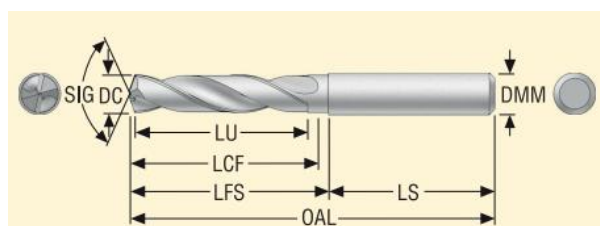


Рисунок 1.36 – Свердло SD1103-0900-035-10R1 [2, с. 28]

					КНУ.КБР.131.26.1-16.01.ТПВ	Арку
Змі	Арку	№	Підпис	Дат		

Геометричні параметри: DC=9 мм; LU=35 мм; SIG=140°; OAL=89 мм;
LFS=49 мм; LS=40 мм; LCF=47 мм; DMM=10 мм.

Позиції: 14, 15.

Зенкування фасок:

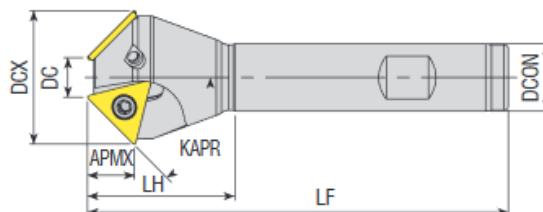


Рисунок 1.37 – Зенківка ACM45-TC16-D5X26-W16-L100-Z01

Геометричні параметри: KAPR= 45°; DC=5; DCON=16; DCX=26; LF=100;
LH=30; ZEFP=1; APMX=10,8

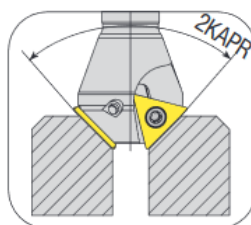


Рисунок 1.38 – Пластина TC.T 16T304

Геометричні параметри: KAPR= 45°; DC=5; DCON=16; DCX=26; LH=30;
LF=100; ZEFP=1; APMX=10,8

Позиція: 15.

Свердління, нарізання різьби мітчиком.

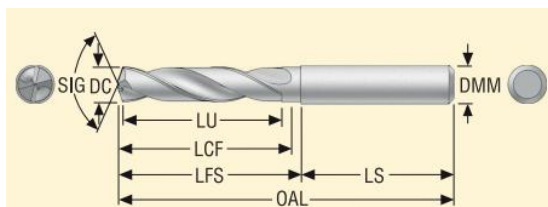


Рисунок 1.39 – Свердло SD1103-0900-035-10R1 [2, с. 28]

Геометричні параметри: DC=6,747 мм; LU=24 мм; SIG=140°; OAL=79 мм;
LFS=43 мм; LS=36 мм; LCF=34 мм; DMM=8 мм.

						Арку
Змі	Арку	№	Підпис	Дат	КНУ.КБР.131.26.1-16.01.ТПВ	

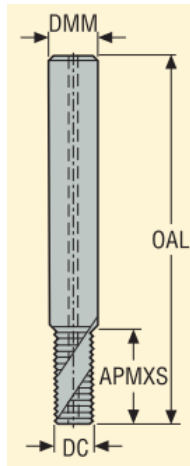


Рисунок 1.40 – Мітчик ТМ-М8Х1.25ІSO-8R1 [3, с. 151]

Геометричні параметри: DC=6,2 мм; DMM=8,0 мм; OAL=62,0 мм;
APMXS=16,9 мм.

Позиція: 16.

Фрезерування:

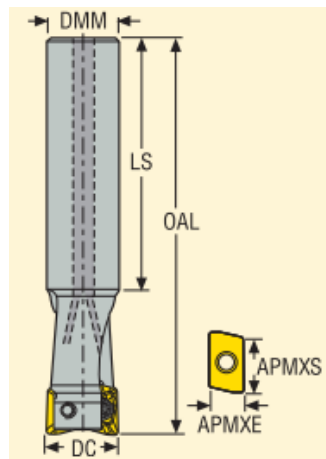


Рисунок 1.41 – Фреза R217.69-2025.0-06-7AN [2, с. 24]

Геометричні параметри: APMXE=3,0 мм; APMXS=5,0 мм; DC=25 мм;
DMM=20 мм; OAL=115 мм; LS=95 мм; KAPRS=90°.

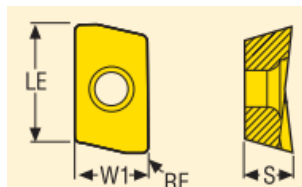


Рисунок 1.42 - Пластина ХОМХ060202R-M05, покриття: МР3000 [4, с. 661]

Геометричні параметри: W1=4,1 мм; S=2,45 мм; LE=5,5 мм; BS=1,1 мм;
RE=0,2 мм.

					КНУ.КБР.131.26.1-16.01.ТПВ	Арку
Змі	Арку	№	Підпис	Дат		

Позиція: 17.

Довбання:

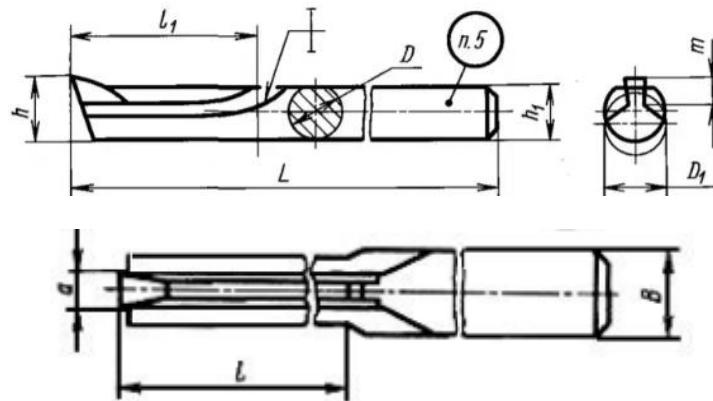


Рисунок 1.43 – Різець довбальний 2184-0553 тип 3 Р6М5

Геометричні параметри: $D=12$ мм; $a=5$ мм; $L=110$ мм; $l_1=50$ мм; $h=11,5$ мм; $h_1=10$ мм; $m=4$ мм; $D_1=14$ мм.

Позиція: 18.

Свердління:

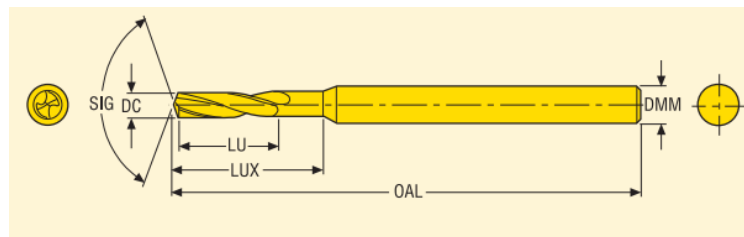


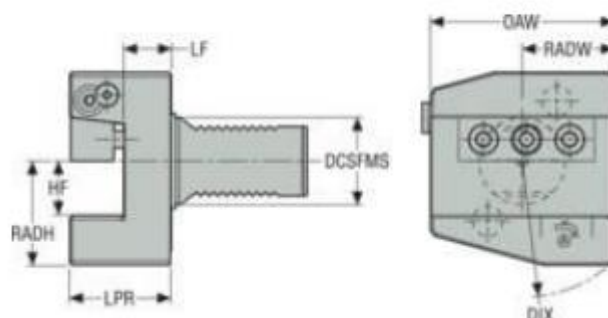
Рисунок 1.44 – Свердло SD26-0.80-5.00-3R1 [2 с. 91]

Геометричні параметри: $DC=0,8$ мм; $LU=5,0$ мм; $OAL=38$ мм; $LUX=6,3$ мм; $DMM=3$ мм

1.15.3 Вибір типорозміру допоміжних інструментів

Позиції: 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 19, 20, 21, 22, 24.

Операція токарна, різьбонарізна:



					КНУ.КБР.131.26.1-16.01.ТПВ	Арку
Змі	Арку	№	Підпис	Дат		

Рисунок 7.25 – Різцетримач ASHA-R-VDI40-25-JETI [2, с. 407]

Геометричні параметри: DCSFMS=40 мм; DIX=128 мм; RADW=43 мм;
OAW=85 мм; RADH=48 мм; HF=25 мм; LF=22 мм; LPR=47 мм.

Позиції: 8, 10, 11, 12, 23.

Розточування:

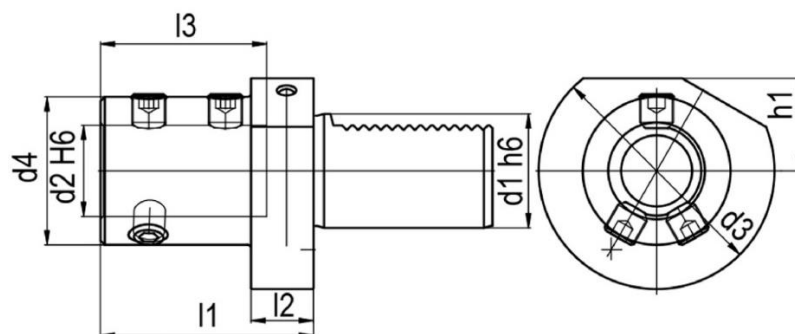


Рисунок 1.45 – Оправка VDI40 для інструменту з хвостовиком типу Weldon E1-40x25

Геометричні параметри: A=71 мм, d1=40 мм, d2=25 мм, d3=45 мм, d6=83 мм,
h1=32,5 мм, L3=22 мм.

Позиція: 9.

Точіння канавки:

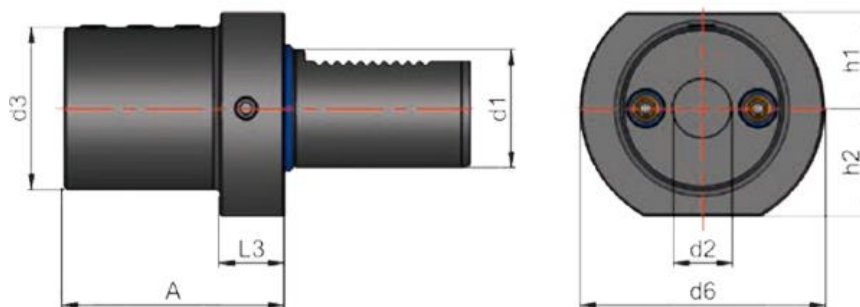


Рисунок 1.46– Оправка VDI40 для інструменту з хвостовиком типу Weldon E2-40x40

Геометричні параметри: A=90 мм, d1=40 мм, d2=40 мм, d3=83 мм, d6=83 мм,
h1=32,5 мм.

Позиція: 13.

Фрезерування:

					КНУ.КБР.131.26.1-16.01.ТПВ	Арку
Змі	Аркв	№	Підпис	Дат		

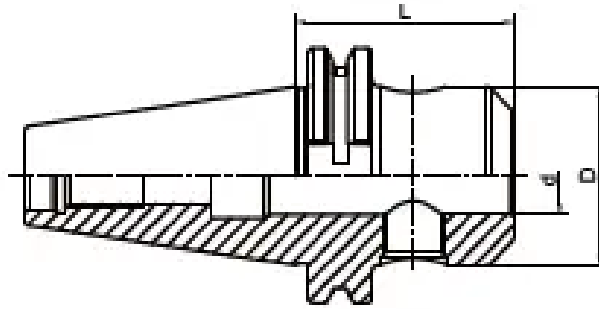


Рисунок 1.47 – Патрон SK40-SLA25-100 (DIN 69871)

Геометричні параметри: $d=25$ мм; $D=65$ мм; $L=100$ мм.

Позиція: 14

Свердління, зенкування фасок:

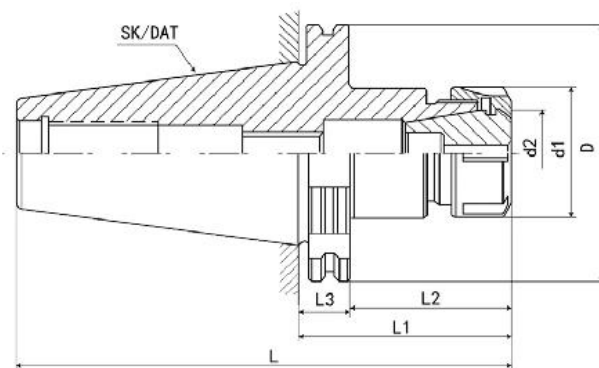


Рисунок 1.48 - Цанговий патрон SK40-ER25-L70 (DIN 69871)

Геометричні параметри: $D=42$ мм; $D1=42$ мм; $L=70$ мм; Конус – SK40; Тип 467, Діапазон (2-16)

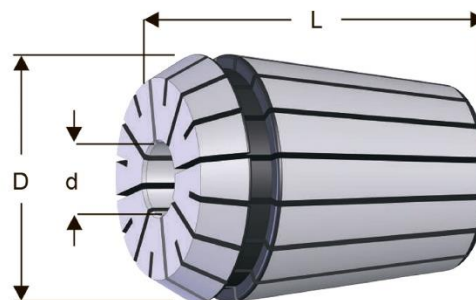


Рисунок 1.49 – Цанга прецизійна ER25-10 DIN 6499 тип 430

Геометричні параметри: $d=10$ мм; $D=26$ мм; $L=34$ мм.

					КНУ.КБР.131.26.1-16.01.ТПВ	Арку
Змі	Арку	№	Підпис	Дат		

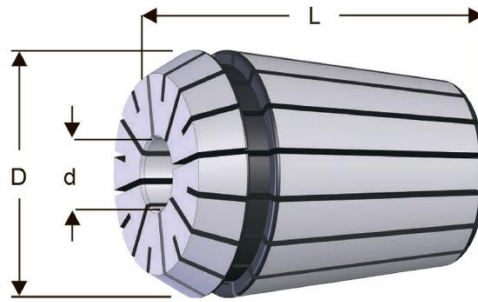


Рисунок 1.50 – Цанга прецизійна ER25-16 DIN 6499 тип 430
Геометричні параметри: $d=16$ мм; $D=26$ мм; $L=34$ мм.

Позиція: 15.

Свердління, зенкування фасок, нарізання різьби мітчиком:

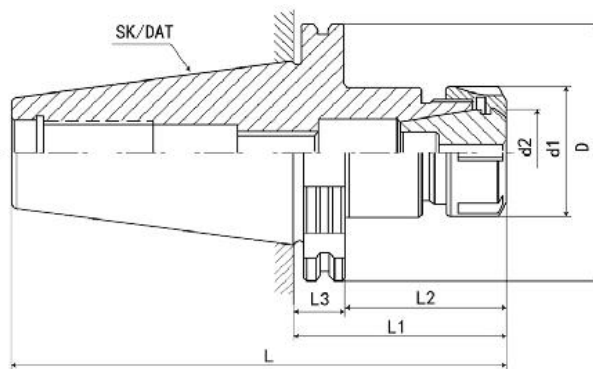


Рисунок 1.51 - Цанговий патрон SK40-ER25-L70 (DIN 69871)
Геометричні параметри: $D=42$ мм; $D1=42$ мм; $L=70$ мм; Конус – SK40; Тип 467, Діапазон (2-16)

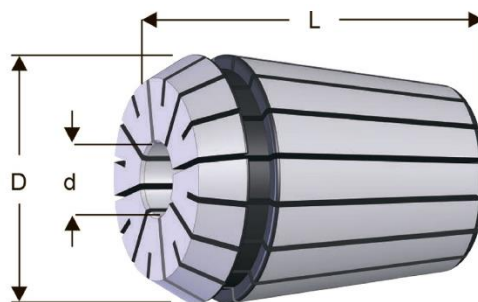


Рисунок 1.52 – Цанга прецизійна ER25-8 DIN 6499 тип 430
Геометричні параметри: $d=8$ мм; $D=26$ мм; $L=34$ мм.

					КНУ.КБР.131.26.1-16.01.ТПВ	Арку
Змі	Арку	№	Підпис	Дат		

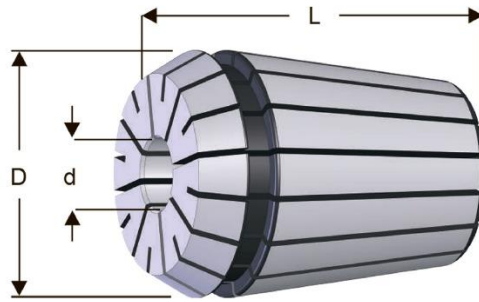


Рисунок 1.53 – Цанга прецизійна ER25-16 DIN 6499 тип 430
Геометричні параметри: $d=16$ мм; $D=26$ мм; $L=34$ мм.

Позиція: 16.

Фрезерування:

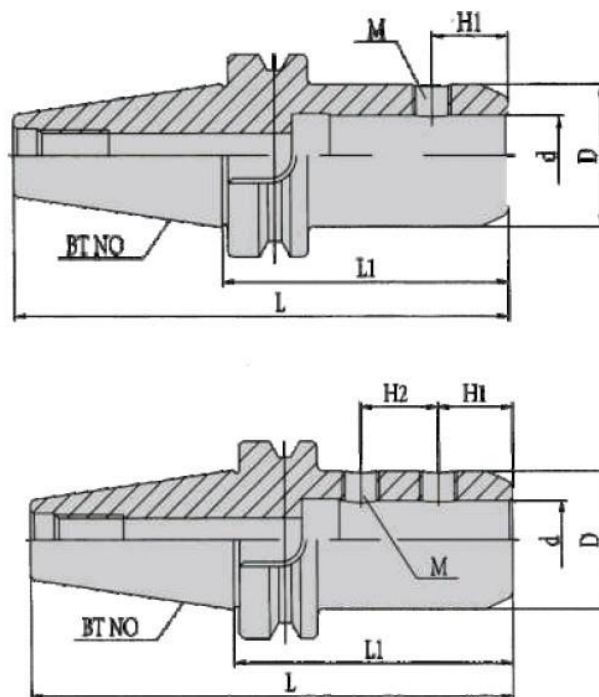


Рисунок 1.54 – Патрон SK40-SLA20-63 (DIN 69871)

Геометричні параметри: $L=128,4$ мм; $L1=63$ мм; $H1=25$ мм; $M=M16$; $D=52$ мм; $d=20$ мм.

Позиція: 18.

Свердління:

						Арку
Змі	Арку	№	Підпис	Дат	КНУ.КБР.131.26.1-16.01.ТПВ	

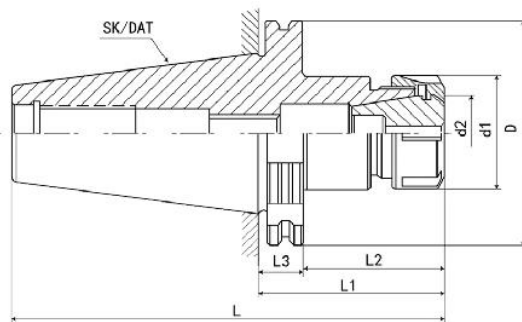


Рисунок 1.55 - Цанговий патрон SK40-ER25-L70 (DIN 69871)
Геометричні параметри: D=42 мм; D1=42 мм; L=70 мм; Конус – SK40; Тип 467, Діапазон (2-16)

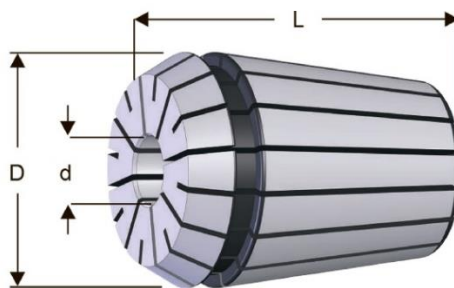


Рисунок 1.56 – Цанга прецизійна ER25-3 DIN 6499 тип 430
Геометричні параметри: d=3 мм; D=26 мм; L=34 мм.

1.16 Розрахунок міжопераційних розмірів і припусків на обробку

1.16.1 Аналітичний розрахунок припусків на одну зовнішню циліндричну поверхню деталі "Стакан"

Аналітичний розрахунок припусків проводимо на зовнішню циліндричну поверхню $\varnothing 104js6(\pm 0.011)$, представлений в таблиці 3.5.

Таблиця 1.16 - Розрахунок припусків на обробку поверхні $\varnothing 104js6(\pm 0.011)$

Технологічні переходи обробки поверхні $\varnothing 104js6(\pm 0.011)$	Елементи припуску, мкм				Розрахунковий припуск $2z \min$, мм	Розрахунковий розмір о/р, мм	Допуск δ , мм	Граничний розмір, мм		Граничне значення припусків, мм	
	Rz	h	Δ	ϵ				dmin	dmax	2zmin	2zmax
Штамповка	160	200	900	-	-	107,269	2500	107,269	109,769	-	-

для чорнового точіння: $d_{p4}=104,149+0,32=104,469$ мм;

для заготовки: $d_{p5}=104,469+2,8=107,269$ мм.

для шліфування: $d_{min}=103,989$; $d_{max}=103,989+0,022=104,011$.

Для точіння:

- чорнового: $d_{min}=104,049$; $d_{max}=104,049+0,054=104,103$;

- напівчистового: $d_{min}=104,149$; $d_{max}=104,149+0,14=104,289$;

- чистового: $d_{min}=104,469$; $d_{max}=104,469+0,35=104,819$;

- заготовки: $d_{min}=107,269$; $d_{max}=107,269+2,5=109,769$.

Для шліфування:

$2Z_{min4}^{пр}=104,049-103,989=0,06=60$ мкм;

$2Z_{max4}^{пр}=104,103-104,011=0,092=92$ мкм.

Для чистового точіння:

$2Z_{min3}^{пр}=104,149-104,049=0,1=100$ мкм;

$2Z_{max3}^{пр}=104,289-104,103=0,186=186$ мкм.

Для напівчистового точіння:

$2Z_{min2}^{пр}=104,469-104,149=0,320=320$ мкм;

$2Z_{max2}^{пр}=104,819-104,289=0,530=530$ мкм.

Для чорнового точіння:

$2Z_{min1}^{пр}=107,269-104,469=2,8=2800$ мкм;

$2Z_{max1}^{пр}=109,769-104,819=4,95=4950$ мкм.

Загальні припуски $Z0min$, $Z0max$ визначаємо, підсумовуючи проміжні припуски і записуємо їх значення внизу відповідних граф:

$2Z0min=60+100+320+2800=3280$ мкм;

$2Z0max=92+186+530+4950=5758$ мкм.

Проведемо перевірку правильності виконаних розрахунків:

$$ТД_3- ТД_д=2Z0max-2Z0min \quad (1.10)$$

$2500-22=5758-3280$

$2478=2478$

Всі результати записані в таблиці 1.16

На підставі даних розрахунку будуємо схему графічного розташування припусків і допусків по обробці поверхні $\varnothing 104js6(\pm 0,011)$.

					КНУ.КБР.131.26.1-16.01.ТПВ	Арку
Змі	Арку	№	Підпис	Дат		

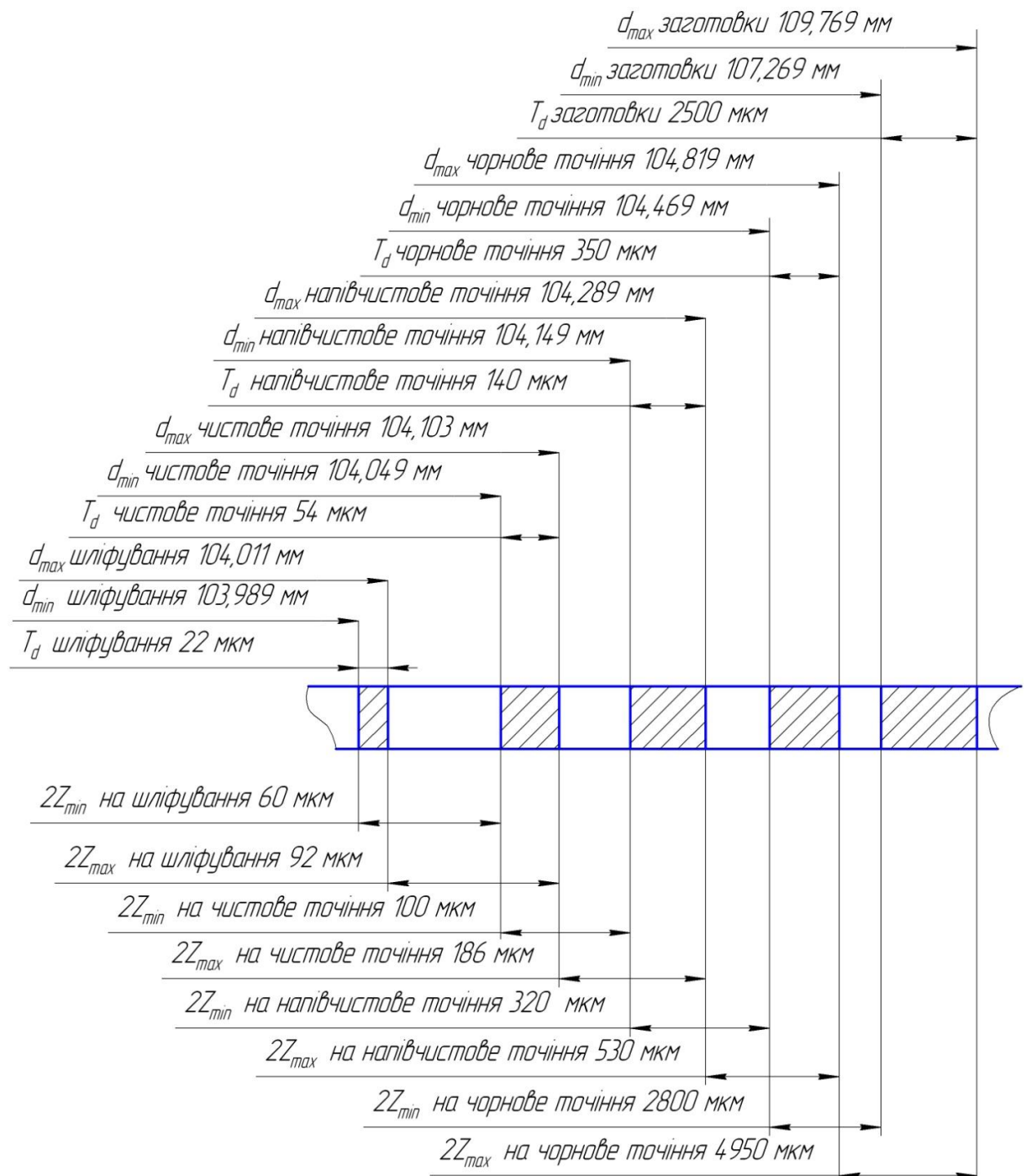


Рисунок 1.57 - Схема припусків і допусків на обробку поверхні $\phi 104js6(\pm 0.011)$

1.18 Розрахунок міжопераційних лінійних розмірів

Побудова і розрахунок припусків на торцеві поверхні деталі.

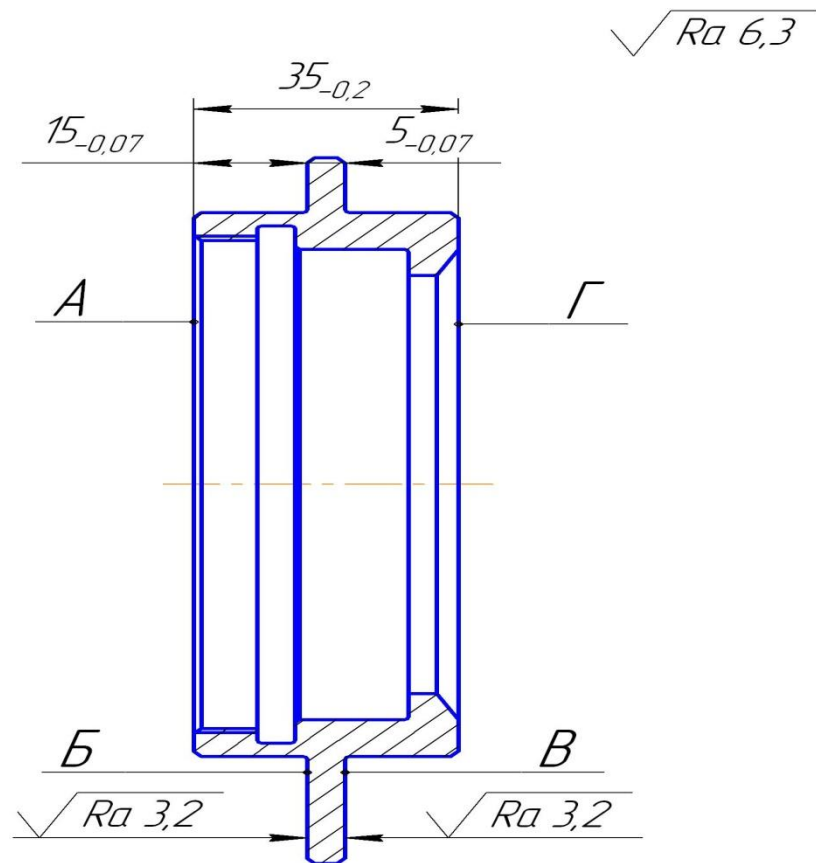


Рисунок 1.58 – Ескіз деталі з позначенням торцевих поверхонь

Таблиця 1.17 - Розмірна схема технологічного процесу

№ Поверхні	Послідовність обробки поверхонь	Шорсткість, Ra	Точність, І _T	Допуск, Т	Припуск, t	Позначення припуску
А	Заготовка	40	14	2		
	Точіння чорнове	12,5	12	0,25	1,2	z ₁
	Точіння напівчистове	6,3	10	0,1	0,8	z ₂
Б	Заготовка	40	14	2		
	Точіння чорнове	12,5	12	0,15	1,2	z ₃
	Точіння напівчистове	6,3	10	0,058	0,5	z ₄
	Точіння чистове	3,2	8	0,018	0,3	z ₅
В	Заготовка	40	14	2		
	Точіння чорнове	12,5	12	0,15	1,2	z ₈
	Точіння напівчистове	6,3	10	0,058	0,5	z ₇
	Точіння чистове	3,2	8	0,018	0,3	z ₆
Г	Заготовка	40	14	2		
	Точіння чорнове	12,5	12	0,25	1,2	z ₁₀
	Точіння напівчистове	6,3	10	0,1	0,8	z ₉

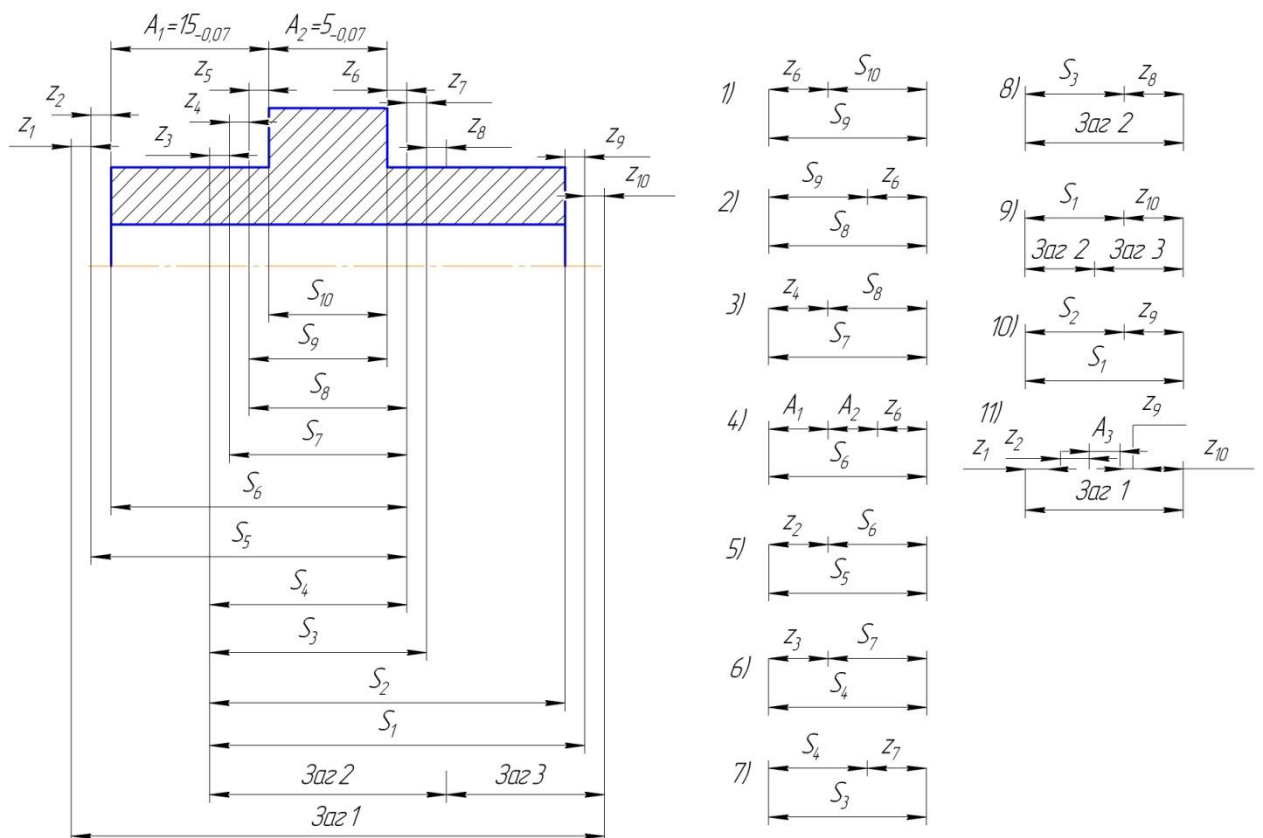


Рисунок 1.59 – Схема розмірних ланцюгів

Таблиця 1.18 - Розрахунок лінійних розмірних ланцюгів

№ ланц	Рівняння	Початкові значення	Номінальний розмір	Допуск	Технолог. розмір	Уточнене значення припуску Z_1
1	2	3	4	5	6	7
1	$S_9 = S_{10} + Z_5$	$S_{10} = 5 \pm 0,009$ $Z_5 = 0,3$	$S_9 = 5 + 0,3 = 5,3$	0,018	$S_9 = 5,3 \pm 0,009$	$Z_5 = S_9 - S_{10} = 5,3 \pm 0,009 - 5 \pm 0,009 = 0,3 \pm 0,018$
2	$S_8 = S_9 + Z_6$	$S_9 = 5,3 \pm 0,009$ $Z_6 = 0,3$	$S_8 = 5,3 + 0,3 = 5,6$	0,048	$S_8 = 5,6 \pm 0,024$	$Z_6 = S_8 - S_9 = (5,6 \pm 0,024) - (5,3 \pm 0,009) = 0,3 \pm 0,033$
3	$S_7 = S_8 + Z_4$	$S_8 = 5,6 \pm 0,024$ $Z_4 = 0,5$	$S_7 = 5,6 + 0,5 = 6,1$	0,15	$S_7 = 6,1 \pm 0,075$	$Z_4 = S_7 - S_8 = (6,1 \pm 0,075) - (5,6 \pm 0,024) = 0,5 \pm 0,009$
4	$S_6 = A_1 + A_2 + Z_6$	$A_1 = 15 \pm 0,035$ $A_2 = 5 \pm 0,009$ $Z_6 = 0,3 \pm 0,033$	$S_6 = 15 + 5 + 0,3 = 20,3$	-	$S_6 = 20,3 \pm 0,077$	-

Продовження таблиці 1.19

1	2	3	4	5	6	7
5	$S_5=S_6+Z_2$	$S_6=20,3\pm0,077$ $Z_2=0,8$	$S_5=20,3+0,8=21,1$	0,21	$S_5=21,1\pm0,105$	$Z_2=S_5-S_6=(21,1\pm0,105)-(20,3\pm0,077)=0,8\pm0,182$
6	$S_4=S_7+Z_3$	$S_7=6,1\pm0,075$ $Z_3=1,2$	$S_4=6,1+1,2=7,3$	0,15	$S_4=7,3\pm0,075$	$Z_3=S_4-S_7=(7,3\pm0,075)-(6,1\pm0,075)=0,8\pm0,15$
7	$S_3=S_4+Z_7$	$S_4=7,3\pm0,075$ $Z_7=0,5$	$S_3=7,3+0,5=7,8$	0,15	$S_3=7,8\pm0,075$	$Z_7=S_3-S_4=(7,8\pm0,075)-(7,3\pm0,075)=0,5\pm0,15$
8	$3_2=S_3+Z_8$	$S_3=7,8\pm0,075$ $3_2=9^{+1,3}_{-0,7}$ $Z_8=1,2$	-	-	-	$Z_8=3_2-S_3=9^{+1,3}_{-0,7}-(7,8\pm0,075)=1,2^{+1,375}_{-0,735}$
9	$3_2+3_3=S_1+Z_{10}$	$3_2=9^{+1,3}_{-0,7}$ $3_3=15^{+1,3}_{-0,7}$ $Z_{10}=1,2$	$S_1=9+15-1,2=22,8$	0,21	$S_1=22,8\pm0,105$	$Z_{10}=3_2+3_3-S_1=9^{+1,3}_{-0,7}+15^{+1,3}_{-0,7}-(22,8\pm0,105)=1,2^{+2,705}_{-1,505}$
		$3_2=9^{+1,3}_{-0,7}$ $3_3=15,5^{+1,3}_{-0,7}$ $Z_{10}=1,7$	$S_1=9+15,5-1,7=22,8$	0,21	$S_1=22,8\pm0,105$	$Z_{10}=3_2+3_3-S_1=9^{+1,3}_{-0,7}+15,5^{+1,3}_{-0,7}-(22,8\pm0,105)=1,7^{+2,705}_{-1,505}$
10	$S_1=S_2+Z_9$	$S_1=22,8\pm0,105$ $Z_9=0,8$	$S_2=22,8-0,8=22$	0,084	$S_2=22\pm0,042$	$Z_9=S_1-S_2=(22,8\pm0,105)-(22\pm0,042)=0,8\pm0,147$
11	$3_1=Z_1+Z_2+A_3+Z_9+Z_{10}$	$Z_2=0,8\pm0,182$ $Z_9=0,8\pm0,147$ $Z_{10}=1,7^{+2,705}_{-1,505}$ $A_3=35_{-0,2}$ $3_1=39,5^{+1,3}_{-0,7}$ $Z_1=1,2$	-	-	-	$Z_1=3_1-Z_2-A_3-Z_9-Z_{10}=39,5^{+1,3}_{-0,7}-(0,8\pm0,182)-35_{-0,2}-(0,8\pm0,147)-1,7^{+2,705}_{-1,505}=1,2^{+3,334}_{-3,734}$
		$Z_2=0,8\pm0,182$ $Z_9=0,8\pm0,147$ $Z_{10}=1,7^{+2,705}_{-1,505}$	-	-	-	$Z_1=3_1-Z_2-A_3-Z_9-Z_{10}=42,1^{+1,3}_{-0,7}-(0,8\pm0,182)-$

Продовження таблиці 1.19

1	2	3	4	5	6	7
		$A_3=35_{-0,2}$ $3_1=42,1_{-0,7}^{+1,3}$ $Z_1=1,2$				$-35_{-0,2}-(0,8 \pm$ $\pm 0,147)-$ $-1,7_{-1,505}^{+2,705}=$ $=3,8_{-3,734}^{+3,334}$

1.19 Розрахунок і вибір режимів різання, нормування технологічних операцій

Початкові дані для розрахунку: Ø104 мм; t=0,2 мм; l_{пр}=15 мм; Ra=3,2 мкм; матеріал – сталь 45 ДСТУ 7809:2015; σ_в=610 МПа; заготовка – поковка штампована.

Таблиця 1.20 – Технічна характеристика верстату

Токарно-гвинторізний верстат Haas ST-10	
n, хв ⁻¹	12,5;16;20;25;31,5;40;50;63;80;100;125;160;200;250;315;400;500;630;800;1000;1250;1600;2000.
S, мм/об	0,07;0,074;0,084;0,097;0,11;0,12;0,13;0,14;0,15;0,17;0,195;0,21;0,26;0,28;0,30;0,34;0,39;0,43;0,47;0,50;0,57;0,61;0,70;0,78;0,87;0,95;1,04;1,14;1,21;1,4.

Вибір інструменту:

Різець DTG NR2525K16-M;

Вибираємо подачу: S=0,21 мм/об.

Стійкість різця: T=60 хв.

Розрахункова швидкість різання:

$$V = \frac{C_v \cdot D^q}{T^m \cdot t^x \cdot B^u \cdot S^y \cdot Z^p} \cdot K_U$$

де C_v=420 – значення коефіцієнта; x,y,m – показники ступеня, ,15;0,20;0,20 відповідно.

З урахуванням поправочних коефіцієнтів швидкість дорівнює:

$$K_v = K_{mv} \cdot K_{nv} \cdot K_{uv} \cdot K_{tu} \cdot K_{tc} \cdot K_{\phi}$$

$$K_v = 1,23 \cdot 0,8 \cdot 1 \cdot 1 \cdot 1 \cdot 1 = 0,98.$$

$$V = \frac{420}{60^{0,20} \cdot 0,2^{0,15} \cdot 0,21^{0,20}} \cdot 0,98 = 315,68 \text{ м/хв.}$$

Частота обертання шпинделя:

$$n_p = \frac{1000 \cdot V}{\pi D} \quad (1.11)$$

					КНУ.КБР.131.26.1-16.01.ТПВ	Арку
Змі	Арку	№	Підпис	Дат		

$$n_p = \frac{1000 \cdot 315,62}{3,14 \cdot 104} = 964 \frac{\text{об}}{\text{хв}}, \text{приймаємо } 1000 \text{ об/хв.}$$

$$V_{\partial} = \frac{\pi D n_{\partial}}{1000} \quad (1.12)$$

$$V_{\partial} = \frac{3,14 \cdot 104 \cdot 1000}{1000} = 327,35 \text{ м/хв.}$$

Визначаємо складові сил різання:

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

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

де $K_{mp}=0,86$

Таблиця 1.21 – Значення допоміжних величин

	P_z	P_y	P_x
C_p	300	243	339
x	1	0,9	1
y	0,75	0,6	0,5
n	-0,15	-0,3	-0,4
$K_{\phi p}$	0,89	0,50	1,17
$K_{\gamma p}$	1	1	1
$K_{\lambda p}$	1	1	1

$$P_z = 10 \cdot 300 \cdot 0,2^1 \cdot 0,21^{0,75} \cdot 327,35^{-0,15} \cdot 0,86 \cdot 0,89 \cdot 1 \cdot 1 = 59,8 \text{ Н}$$

$$P_y = 10 \cdot 243 \cdot 0,2^{0,9} \cdot 0,21^{0,6} \cdot 327,35^{-0,3} \cdot 0,86 \cdot 0,5 \cdot 1 \cdot 1 = 16,9 \text{ Н}$$

$$P_x = 10 \cdot 339 \cdot 0,2^1 \cdot 0,21^{0,5} \cdot 327,35^{-0,4} \cdot 0,86 \cdot 1,17 = 30,8 \text{ Н}$$

Визначаємо необхідну потужність:

$$N_E = \frac{P_Z \cdot V}{1020 \cdot 60} \quad (1.13)$$

Розрахункова потужність верстата:

$$N_p = \frac{59,8 \cdot 327,35}{60 \cdot 1020} = 0,32 \text{ кВт.}$$

Прийнята потужність з урахуванням коефіцієнта корисної дії:

$$N_{\Pi} = \frac{N_p}{\eta} \quad (1.14)$$

$$N_{\Pi} = \frac{0,32}{0,8} = 0,4 \text{ кВт.}$$

					КНУ.КБР.131.26.1-16.01.ТПВ	Арку
Змі	Арку	№	Підпис	Дат		

Визначаємо основний (машинний) час:

$$T_o = \frac{L}{\eta_d \cdot S_d} \quad (1.15)$$

$$T_o = \frac{17}{1000 \cdot 0,21} = 0,08 \text{ хв.}$$

Визначаємо норму штучно-калькуляційного часу для середньосерійного виробництва:

$$T_{\text{штк}} = \frac{T_{\text{пз}}}{n} + T_{\text{шт}} \quad (1.16)$$

$$T_{\text{шт}} = T_o + T_b + T_{\text{об}} + T_{\text{от}}$$

$$T_b = T_{\text{у.с.}} + T_{\text{з.о.}} + T_{\text{уп}} + T_{\text{из}}$$

де $T_{\text{у.с.}}=0,17$ хв; $T_{\text{з.о.}}=0,17$ хв; $T_{\text{уп}}=0,05$ хв; $T_{\text{из}}=0,12$ хв.

$$T_b = 0,17 + 0,17 + 0,05 + 0,12 = 0,51 \text{ хв.}$$

$$T_{\text{оп}} = 0,08 + 0,51 = 0,59 \text{ хв.}$$

$$T_{\text{об}} = 0,03 \cdot 0,59 = 0,02 \text{ хв.}$$

$$T_{\text{отд}} = 0,06 \cdot 0,59 = 0,037 \text{ хв.}$$

$$T_{\text{шт}} = 0,59 + 0,02 + 0,037 = 0,647 \text{ хв.}$$

$$T_{\text{штк}} = \frac{8}{25} + 0,647 = 0,967 \text{ хв.}$$

					КНУ.КБР.131.26.1-16.01.ТПВ	Арку
Змі	Арку	№	Підпис	Дат		

2 МОДЕЛЮВАННЯ ТА ПРОГРАМУВАННЯ В СЕРЕДОВИЩІ FEATURECAM

Обробка здійснюється на 015. Вертикально – свердлувальна з ЧПК.

Обладнання: Фрезерно-оброблювальний центр 400V; трикулачковий самоцентруючий патрон

Установ А: Установити, закріпити, зняти. Центрувати 6-ть отв. 1; свердлувати 6-ть отв. 1; зенкувати фаску в 6-ти отв. 3; центрувати 2-а отв. 2; зенкувати фаску в 2-х отв. під різьбу 2; нарізати різьбу в 2-х отв. 2.

Інструмент: Свердло SD1103-0900-035-10R1; зенківка ACM45-TC16-D5X26-W16-L100-Z01; мітчик TM-M8X1.25ISO-8R1.

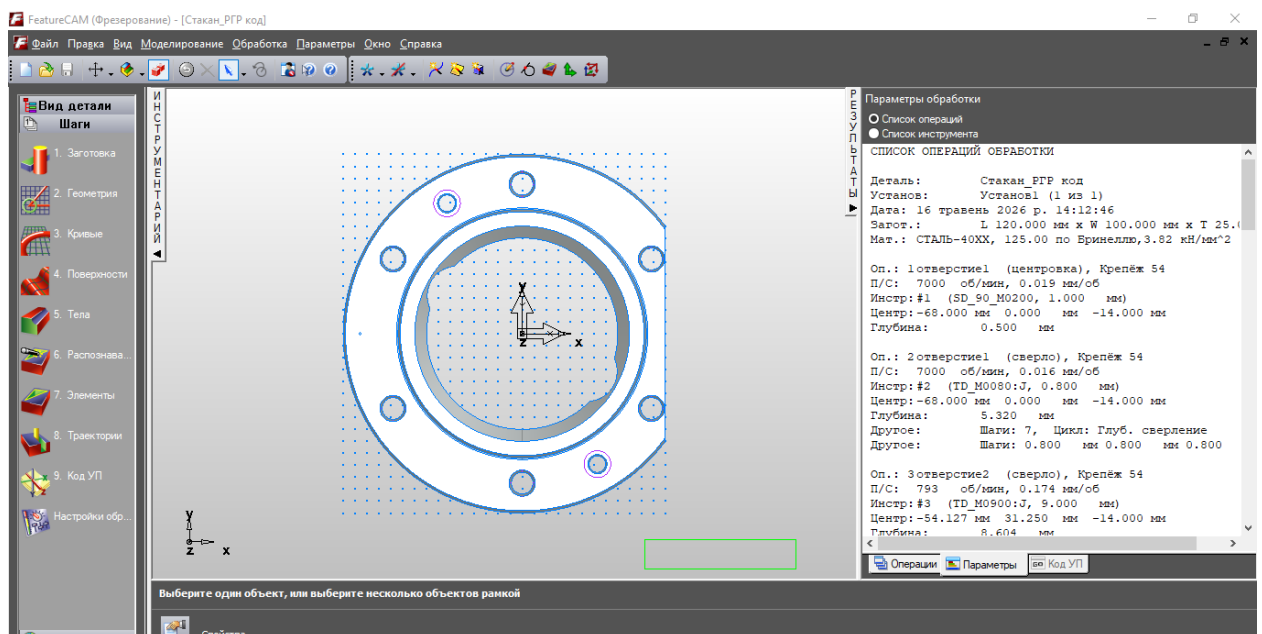


Рисунок 2.1- Формування списку операцій обробки

Деталь: Стакан_
Установ: Установ1 (1 из 1)
Дата: 16 травень 2026 р. 14:12:46
Загот.: L 120.000 мм x W 100.000 мм x T 25.000 мм
Мат.: СТАЛЬ-40XX, 125.00 по Бринеллю, 3.82 кН/мм²

Оп.: 1отверстие1 (центровка), Крепёж 54
П/С: 7000 об/мин, 0.019 мм/об
Инстр: #1 (SD_90_M0200, 1.000 мм)
Центр: -68.000 мм 0.000 мм -14.000 мм
Глубина: 0.500 мм

					КНУ.КБР.131.26.1-16.02.МПО				
Змін	Архв	№	Підпис	Дат					
Розроб.	Крупська				МОДЕЛЮВАННЯ ТА ПРОГРАМУВАННЯ ОПЕРАЦІЇ	Літ.	Арк.	Арквшів	
Перевір.	Цивінда								
						Кафедра ТМ з ПМ-22			
Н. контр.	Нечаєв								
Затверд	Рязанцев								

Оп.: 2отверстие1 (сверло), Крепёж 54
 П/С: 7000 об/мин, 0.016 мм/об
 Инстр: #2 (TD_M0080:J, 0.800 мм)
 Центр: -68.000 мм 0.000 мм -14.000 мм
 Глубина: 5.320 мм
 Другое: Шаги: 7, Цикл: Глуб. сверление
 Другое: Шаги: 0.800 мм 0.800 мм 0.800 мм

Оп.: 3отверстие2 (сверло), Крепёж 54
 П/С: 793 об/мин, 0.174 мм/об
 Инстр: #3 (TD_M0900:J, 9.000 мм)
 Центр: -54.127 мм 31.250 мм -14.000 мм
 Глубина: 8.604 мм
 Другое: Шаги: 1

Оп.: 4отверстие2 (сверло), Крепёж 54
 П/С: 793 об/мин, 0.174 мм/об
 Инстр: #3 (TD_M0900:J, 9.000 мм)
 Центр: -54.127 мм -31.250 мм -14.000 мм
 Глубина: 8.604 мм
 Другое: Шаги: 1

Оп.: 5отверстие2 (сверло), Крепёж 54
 П/С: 793 об/мин, 0.174 мм/об
 Инстр: #3 (TD_M0900:J, 9.000 мм)
 Центр: 0.000 мм -62.500 мм -14.000 мм
 Глубина: 8.604 мм
 Другое: Шаги: 1

Оп.: 6отверстие2 (сверло), Крепёж 54
 П/С: 793 об/мин, 0.174 мм/об
 Инстр: #3 (TD_M0900:J, 9.000 мм)
 Центр: 54.127 мм -31.250 мм -14.000 мм
 Глубина: 8.604 мм
 Другое: Шаги: 1

Оп.: 7отверстие2 (сверло), Крепёж 54
 П/С: 793 об/мин, 0.174 мм/об
 Инстр: #3 (TD_M0900:J, 9.000 мм)
 Центр: 54.127 мм 31.250 мм -14.000 мм
 Глубина: 8.604 мм
 Другое: Шаги: 1

Оп.: 8отверстие2 (сверло), Крепёж 54
 П/С: 793 об/мин, 0.174 мм/об
 Инстр: #3 (TD_M0900:J, 9.000 мм)
 Центр: 0.000 мм 62.500 мм -14.000 мм
 Глубина: 8.604 мм
 Другое: Шаги: 1

Оп.: 9отверстие3 (сверло), Крепёж 54
 П/С: 1058 об/мин, 0.131 мм/об
 Инстр: #4 (TD_M0675:J, 6.750 мм)
 Центр: -31.500 мм 54.560 мм -14.000 мм
 Глубина: 7.703 мм

Оп.: 10 отверстие3 (сверло), Крепёж 54
 П/С: 1058 об/мин, 0.131 мм/об
 Инстр: #4 (TD_M0675:J, 6.750 мм)
 Центр: 31.500 мм -54.560 мм -14.000 мм
 Глубина: 7.703 мм

Оп.: 11 отверстие2 (фаска), Крепёж 54
 П/С: 487 об/мин, 0.107 мм/об

					КНУ.КБР.131.26.1-16.02.МПО	Арку
Змі	Арку	№	Підпис	Дат		

Инстр: #5 (кон.зенкер90:M1250, 12.500 мм)
Центр: -54.127 мм 31.250 мм -14.000 мм
Глубина: 5.500 мм, Дdiam: 11.000 мм

Оп.: 12 отверстие2 (фаска), Крепёж 54
П/С: 487 об/мин, 0.107 мм/об
Инстр: #5 (кон.зенкер90:M1250, 12.500 мм)
Центр: -54.127 мм -31.250 мм -14.000 мм
Глубина: 5.500 мм, Дdiam: 11.000 мм

Оп.: 13 отверстие2 (фаска), Крепёж 54
П/С: 487 об/мин, 0.107 мм/об
Инстр: #5 (кон.зенкер90:M1250, 12.500 мм)
Центр: 0.000 мм -62.500 мм -14.000 мм
Глубина: 5.500 мм, Дdiam: 11.000 мм

Оп.: 14 отверстие2 (фаска), Крепёж 54
П/С: 487 об/мин, 0.107 мм/об
Инстр: #5 (кон.зенкер90:M1250, 12.500 мм)
Центр: 54.127 мм -31.250 мм -14.000 мм
Глубина: 5.500 мм, Дdiam: 11.000 мм

Оп.: 15 отверстие2 (фаска), Крепёж 54
П/С: 487 об/мин, 0.107 мм/об
Инстр: #5 (кон.зенкер90:M1250, 12.500 мм)
Центр: 54.127 мм 31.250 мм -14.000 мм
Глубина: 5.500 мм, Дdiam: 11.000 мм

Оп.: 16 отверстие2 (фаска), Крепёж 54
П/С: 487 об/мин, 0.107 мм/об
Инстр: #5 (кон.зенкер90:M1250, 12.500 мм)
Центр: 0.000 мм 62.500 мм -14.000 мм
Глубина: 5.500 мм, Дdiam: 11.000 мм

Оп.: 17 отверстие3 (фаска), Крепёж 54
П/С: 478 об/мин, 0.109 мм/об
Инстр: #5 (кон.зенкер90:M1250, 12.500 мм)
Центр: -31.500 мм 54.560 мм -14.000 мм
Глубина: 5.600 мм, Дdiam: 11.200 мм

Оп.: 18 отверстие3 (фаска), Крепёж 54
П/С: 478 об/мин, 0.109 мм/об
Инстр: #5 (кон.зенкер90:M1250, 12.500 мм)
Центр: 31.500 мм -54.560 мм -14.000 мм
Глубина: 5.600 мм, Дdiam: 11.200 мм

Оп.: 19 отверстие3 (метчик), Крепёж 54
П/С: 260 об/мин, 1.250 мм/об
Инстр: #6 (метчикM0800-125:D5:SB, 8.000 мм)
Центр: -31.500 мм 54.560 мм -14.000 мм
Глубина: 7.187 мм

Оп.: 20 отверстие3 (метчик), Крепёж 54
П/С: 260 об/мин, 1.250 мм/об
Инстр: #6 (метчикM0800-125:D5:SB, 8.000 мм)
Центр: 31.500 мм -54.560 мм -14.000 мм
Глубина: 7.187 мм

					КНУ.КБР.131.26.1-16.02.МПО	Арку
Змі	Арку	№	Підпис	Дат		

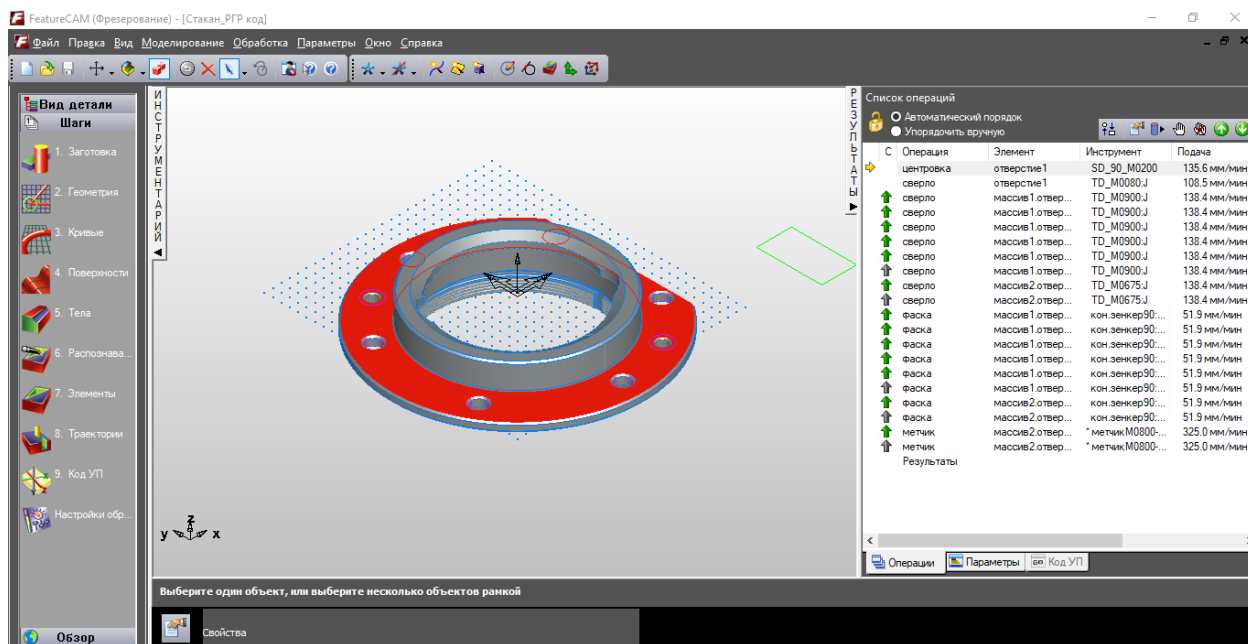


Рисунок 2.2- Вибір інструментів

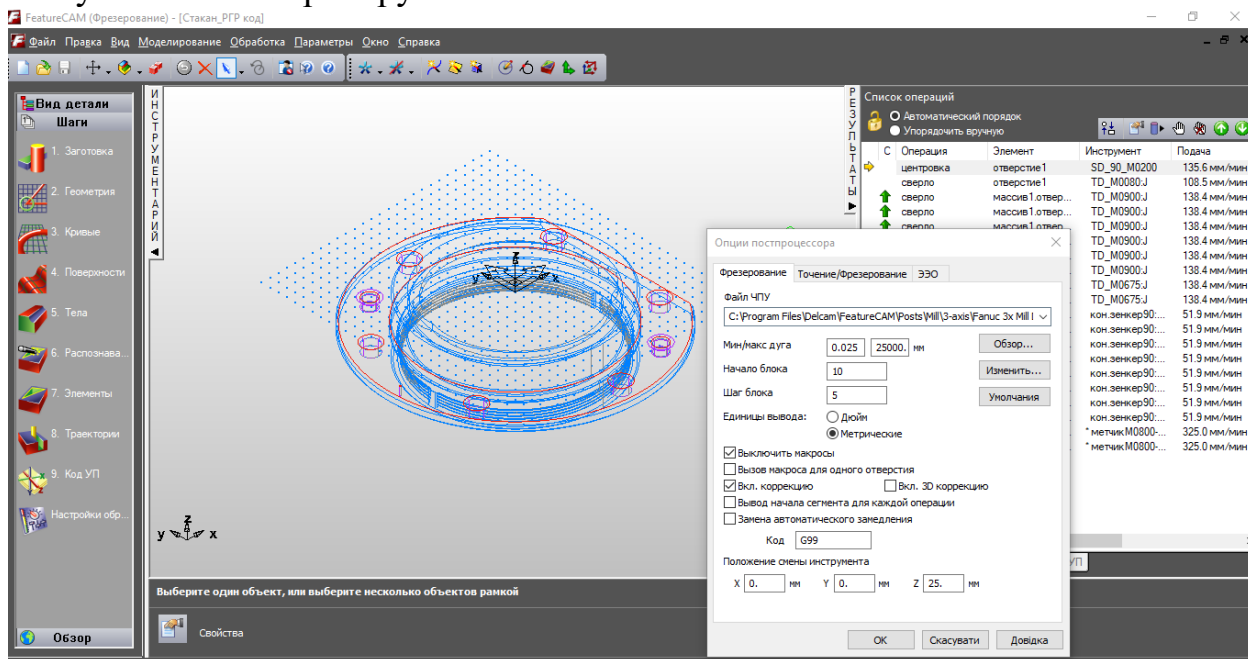


Рисунок 2.3 –Налагодження обробки відносно початку координат деталі

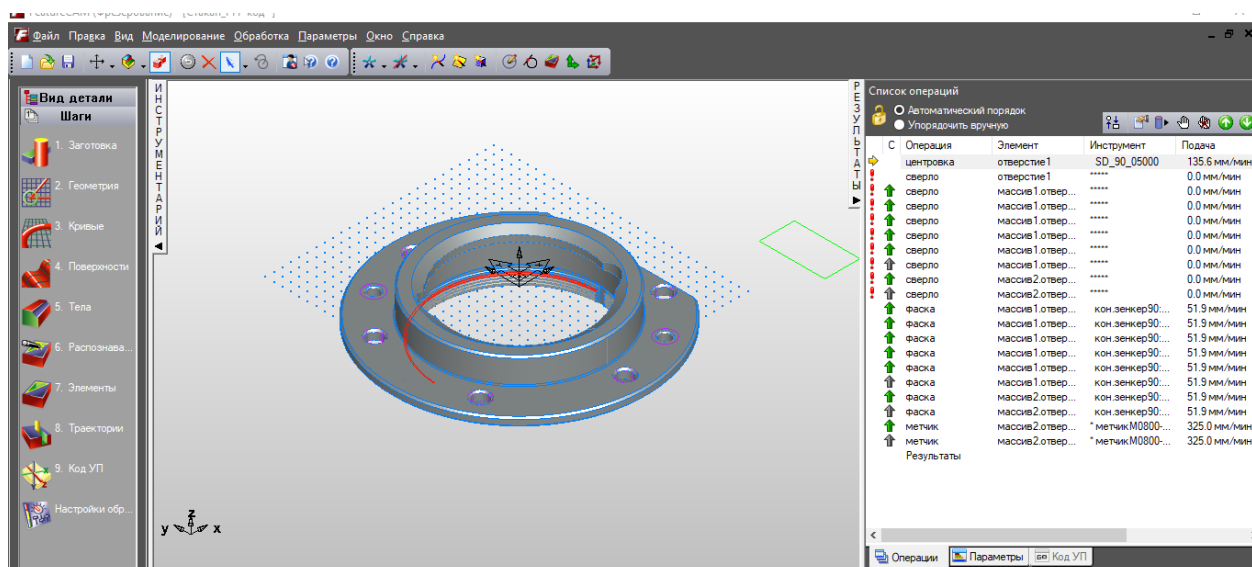


Рисунок 2.4- Вибір послідовності обробки отворів

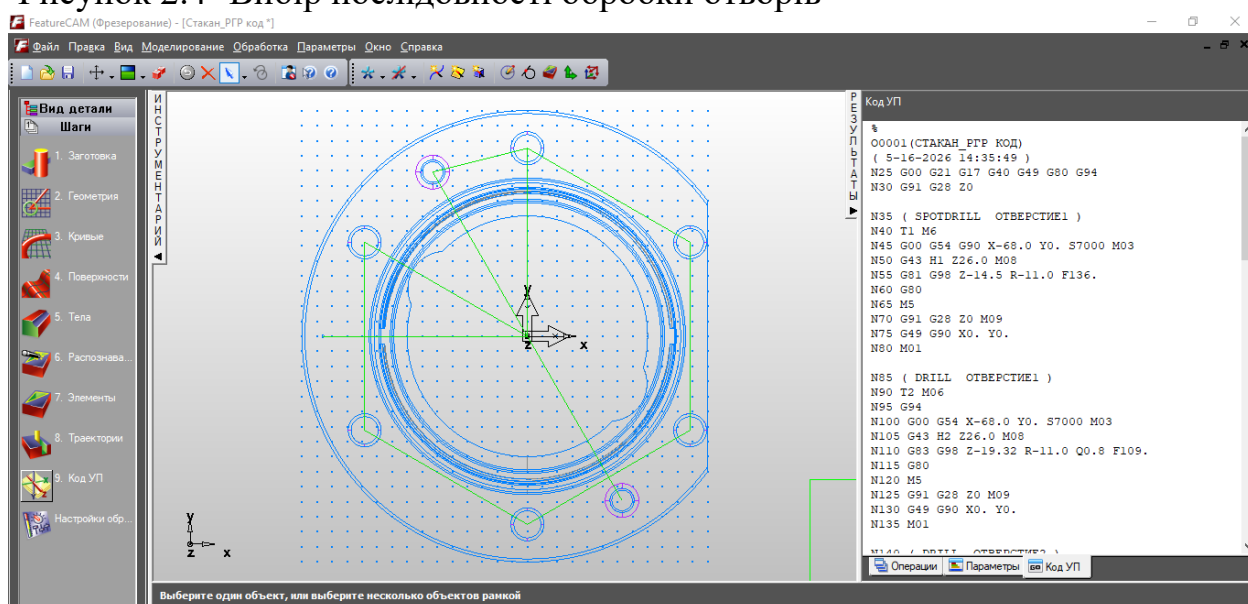


Рисунок 2.5- Траектория перемещения інструменту

Рисунок 2.6- Ізометричне зображення обробки

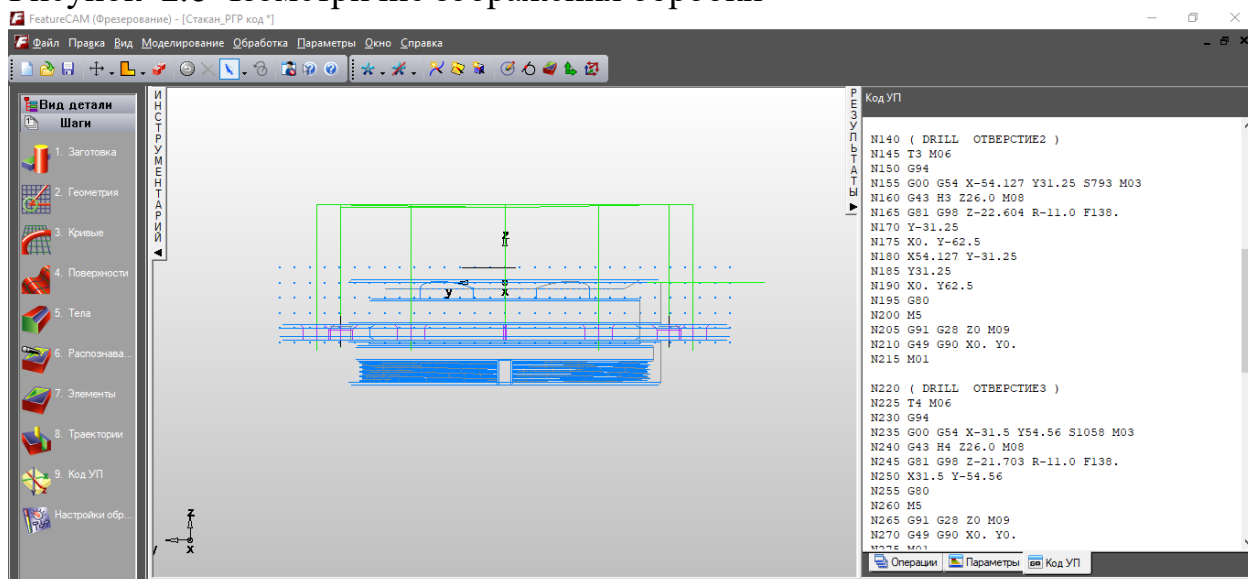


Рисунок 2.7- Траєкторія обробки, вид збоку
Згенерований код Керуючої програми:

```
%
O0001 (СТАКАН_ КОД)
( 5-16-2026 14:35:49 )
N25 G00 G21 G17 G40 G49 G80 G94
N30 G91 G28 Z0

N35 ( SPOTDRILL ОТВЕРСТИЕ1 )
N40 T1 M6
N45 G00 G54 G90 X-68.0 Y0. S7000 M03
N50 G43 H1 Z26.0 M08
N55 G81 G98 Z-14.5 R-11.0 F136.
N60 G80
N65 M5
N70 G91 G28 Z0 M09
N75 G49 G90 X0. Y0.
N80 M01

N85 ( DRILL ОТВЕРСТИЕ1 )
N90 T2 M06
N95 G94
N100 G00 G54 X-68.0 Y0. S7000 M03
N105 G43 H2 Z26.0 M08
N110 G83 G98 Z-19.32 R-11.0 Q0.8 F109.
N115 G80
N120 M5
N125 G91 G28 Z0 M09
N130 G49 G90 X0. Y0.
N135 M01

N140 ( DRILL ОТВЕРСТИЕ2 )
N145 T3 M06
N150 G94
N155 G00 G54 X-54.127 Y31.25 S793 M03
N160 G43 H3 Z26.0 M08
N165 G81 G98 Z-22.604 R-11.0 F138.
N170 Y-31.25
N175 X0. Y-62.5
N180 X54.127 Y-31.25
N185 Y31.25
N190 X0. Y62.5
N195 G80
N200 M5
N205 G91 G28 Z0 M09
N210 G49 G90 X0. Y0.
N215 M01

N220 ( DRILL ОТВЕРСТИЕ3 )
N225 T4 M06
N230 G94
N235 G00 G54 X-31.5 Y54.56 S1058 M03
N240 G43 H4 Z26.0 M08
N245 G81 G98 Z-21.703 R-11.0 F138.
N250 X31.5 Y-54.56
N255 G80
N260 M5
N265 G91 G28 Z0 M09
N270 G49 G90 X0. Y0.
N275 M01

N280 ( CHAMFER ОТВЕРСТИЕ2 )
N285 T5 M06
N290 G94
N295 G00 G54 X-54.127 Y31.25 S487 M03
N300 G43 H5 Z26.0 M08
N305 G82 G98 Z-19.5 R-11.0 P2000 F52.
N310 Y-31.25
N315 X0. Y-62.5
N320 X54.127 Y-31.25
N325 Y31.25
N330 X0. Y62.5
N335 G80

N340 ( CHAMFER ОТВЕРСТИЕ3 )
N345 G00 X-31.5 Y54.56 Z26.0 S478
N350 G82 G98 Z-19.6 R-11.0 P2000 F52.
N355 X31.5 Y-54.56
N360 G80
N365 M5
N370 G91 G28 Z0 M09
N375 G49 G90 X0. Y0.
N380 M01

N385 ( TAP ОТВЕРСТИЕ3 )
N390 T6 M06
N395 G94
N400 G00 G54 X-31.5 Y54.56 S260 M03
N405 G43 H6 Z26.0 M08
N410 G84 G98 Z-21.188 R-11.0 F325.
N415 X31.5 Y-54.56
N420 G80
N425 M5
N430 G0 G91 G28 Z0 M09
N435 G49 G90 X0. Y0.
N440 M30
%
```

					Арку
Змі	Арку	№	Підпис	Дат	

КНУ.КБР.131.26.1-16.02.МПО

3 КОНСТРУКТОРСЬКА ПІДГОТОВКА ВИРОБНИЦТВА

3.1 Розробка верстатного пристосування для операції 015 Вертикально – свердлувальна з ЧПК.

Деталь встановлюється в трикулачковий самоцентруючий патрон, який має пневматичний привід (мембрана камера односторонньої дії), пристосування кріпиться до плити двома болтами М10 7002-0356 ДСТУ ГОСТ 12201-66, двома гайками М10 7003-0275 ДСТУ ГОСТ 14727-69.

Умовна схема базування деталі зображена на рисунку 3.1. Вона представлена установчою та направляючою базами.

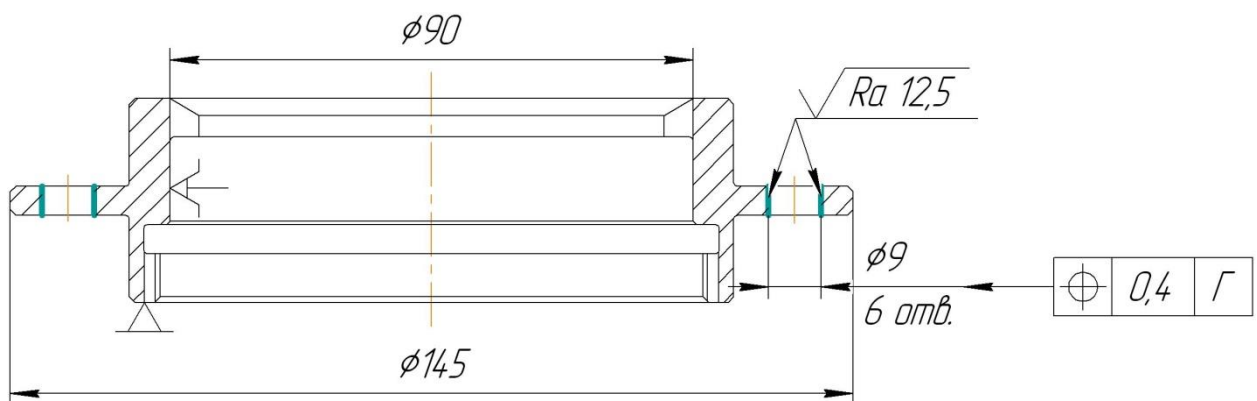


Рисунок 3.1 – Умовна схема базування

3.2 Аналіз схеми установки деталі

Маса деталі становить 0,9 кг.

Ширина Т і П - образного паза – 14 мм.

Обираємо установчі елементи:

Плита В=180мм; Н=102,7 мм.

Шпонки - серія-2; Тип 1; 14х9х5,5 мм, ДСТУ ГОСТ 7031-0601 – 2шт.

Болт пазовий швидкозмінний - М10 7002-0356 ДСТУ ГОСТ 12201-66 – 2 шт.

Гайка – М10 7003-0275 ДСТУ ГОСТ 14727-69 – 2шт.

Шайба – 2.12 ДСТУ ГОСТ 10463-81 – 2 шт.

Гвинт М5×10 ДСТУ ГОСТ 14991-80 – 2 шт.

3.3 Розрахунок режимів різання

					КНУ.КБР.131.26.1-16.03.КПВ		
Змін	Аркв	№	Підпис	Дат	КОНСТРУКТОРСЬКА ПІДГОТОВКА ВИРОБНИЦТВА		
Розроб.	Крупська						
Перевір.	Цивінда				Кафедра ТМ з ПМ-22		
Н. контр.	Нечаєв						
Затверд.	Рязанцев						

Вихідні дані: матеріал деталі: Сталь 45 ДСТУ 7809:2015. Припуск на обробку $t=4,5$ мм.

Для свердлування використовуємо Свердло SD1103-0900-035-10R1; Згідно табличним даним подачу обираємо рівною $S=0,22$ мм/об.

Швидкість різання:

$$V = \frac{C_v \cdot D^q}{T^{m \cdot S^y}} \cdot K_v \quad (3.1)$$

де C_v – коефіцієнт значення для сталі ріжучого інструменту, Р6М5 і дорівнює 9,8;

q – показник степеня, 0,4;

y - показник степеня, 0,5;

m - показник степеня 0,2.

З урахуванням поправочних коефіцієнтів швидкість дорівнює:

$$K_v = K_{mv} \cdot K_{uv}$$

$$K_{mv} = K_r \cdot \left(\frac{750}{G_B} \right)^{nv} \quad (3.2)$$

$$K_{mv} = 1 \cdot \left(\frac{750}{570} \right)^{-0.9} = 0,78$$

$$K_{uv} = 0,4;$$

$$K_v = 0,78 \cdot 0,4 \cdot 1,0 = 0,312.$$

$$V = \frac{9,8 \cdot 9^{0,4}}{25^{0,2} \cdot 0,22^{0,5}} = 7,74 \text{ м/хв.}$$

Розрахунок крутного моменту:

$$M_{кр} = 10 \cdot C_m \cdot D^q \cdot S^y \cdot K_p \quad (3.3)$$

де C_m , q , x , y – коефіцієнти та показники степеню;

$$C_m = 0,0345;$$

$$q = 2,0;$$

$$x = \text{---};$$

$$y = 0,8;$$

$$K_p = K_{mp}$$

$$K_{mp} = \left(\frac{G_B}{750} \right)^n \quad (3.4)$$

де $n = 0,75$;

$$K_{mp} = \left(\frac{570}{750} \right)^{0,75} = 0,81$$

$$M_{кр} = 10 \cdot 0,0345 \cdot 9^{2,0} \cdot 0,22^{0,8} \cdot 0,81 = 6,8 \text{ Н} \cdot \text{м.}$$

					КНУ.КБР.131.26.1-16.03.КПВ	Арку
Змі	Арку	№	Підпис	Дат		

Розрахунок осьової (ріжучої) сили:

$$P_o = 10 \cdot C_p \cdot D^q \cdot S^y \cdot K_p \quad (3.5)$$

де C_p , q , y – коефіцієнти та показники степеню;

$$C_p=68;$$

$$q=1,0;$$

$$y=0,7;$$

$$K_p=K_{mp}=0,81.$$

$$P_o = 10 \cdot 68 \cdot 9^1 \cdot 0,22^{0,7} \cdot 0,8 = 1735,02 \text{ Н.}$$

Розрахунок потужності різання:

$$N_E = \frac{M_{кр} \cdot n}{9750} \quad (3.6)$$

Розрахунок кількості обертів шпінделя:

$$n = \frac{1000 \cdot V}{\pi \cdot D} \quad (3.7)$$

$$n = \frac{1000 \cdot 7,74}{3,14 \cdot 9} = 273,8 \text{ об/хв.}$$

$$N_E = \frac{6,8 \cdot 273,8}{9750} = 0,19 \text{ кВт.}$$

Розрахунок виконаний вірно тому, що $N_E < N_{ст} = 0,19 < 5$.

3.4 Вибір типу та приводу затискного пристрою

Для базування та закріплення заготовки використовую трикулачковий самоцентруючий патрон з пневматичним приводом ДСТУГОСТ 2675-71, привід кулачків патрону приводиться в дію за допомогою камери односторонньої дії з тиском повітря $P=0,392$ МПа, тягове зусилля $39,93$ МПа та допустимий хід штоку $35-45$ мм.

					КНУ.КБР.131.26.1-16.03.КПВ	Арку
Змі	Арку	№	Підпис	Дат		



Прикладаємо сили закріплення до внутрішнього циліндричного отвору деталі
Розрахункова схема представлена на рисунку 3.4

					<i>КНУ.КБР.131.26.1-16.03.КПВ</i>	Арку
<i>Змі</i>	<i>Арку</i>	<i>№</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дат</i>		

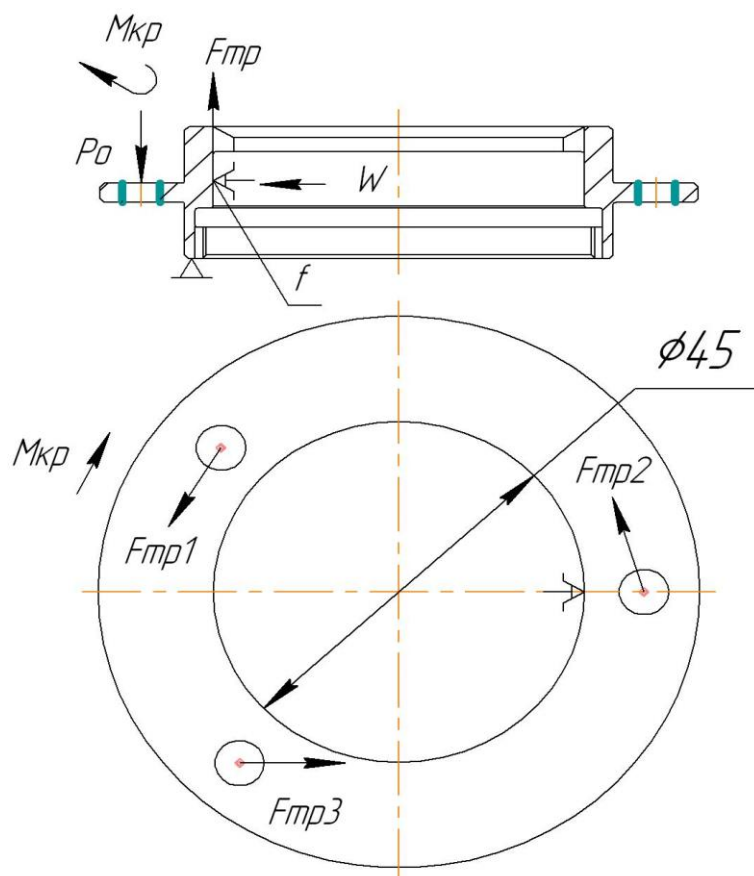


Рисунок 3.4 – Розрахункова схема сил закріплення

Для запобігання прокручування та здвигу деталі при свердленні використовуємо в якості затискного механізму використовуємо трикулачковий самоцентруючий патрон та пневматичний привід кулачків за допомогою клапана односторонньої дії, щоб вони утворювали замкнутий контур. Таким чином, деталь утримується від зміщення. Складемо рівняння рівноваги.

Складемо рівняння для визначення сили затиску для суми моментів та відносно крутного моменту:

$$\Sigma P_0 = 0 \quad (3.8)$$

$$F_{тр} - P_0 = 0$$

$$F_{тр} = P_0 \cdot K$$

$$Wf = 2,5 \cdot P_0$$

$$W = \frac{2,5 \cdot P_0}{f} = \frac{2,5 \cdot 1735,02}{0,9} = 4681,6 \text{ Н.}$$

$$\Sigma M_{кр} = 0 \quad (3.9)$$

$$3 \cdot F_{тр} \cdot \frac{D}{2} - M_{кр} = 0$$

$$3 \cdot W \cdot f \cdot \frac{D}{2} - K \cdot M_{кр} = 0$$

$$W = \frac{2,5 \cdot M_{кр}}{3 \cdot f}$$

$$W = \frac{2,5 \cdot 6,8}{3 \cdot 0,9} = 113,3 \text{ Н.}$$

де $k=2,5$, $f=0,9$, $P_0=1735,02 \text{ Н}$ – сила різання, W – сила затиску.

Отже, необхідна і найбільша сила затиску становить $W=4681,6 \text{ Н}$.

3.6 Вибір та перевірка конструкції приводу затискного механізму трикулачкового самоцентруючого патрону

Як вже зазначалося вище, для приводу переміщення кулачків патрону використовуємо камеру односторонньої дії.

Вихідне зусилля на штоці камери діаметром 85 мм складає 0,4 мПа, тягове зусилля 4000 Н.

Визначимо силу яку прикладає шток до механізму приводу кулачків патрону.

3.7 Розрахунок похибки базування деталі та похибки закріплення

На основі аналізу схеми базування визначимо значення похибки базування. Деталь "Стакан" закріплена на розтискання в трикулачковому самоцентруючому патроні із [1] визначено, щоб

Похибка базування деталі в патроні, в осьовому напрямку дорівнює:

$$\delta_6 = 40 \text{ мкм.}$$

Похибка закріплення деталі:

$$\delta_3 = 120 \text{ мкм.}$$

3.8 Вибір засобів встановлення пристрою на верстаті

Пристрій встановлюється на верстаті за допомогою двох шпонок, що забезпечують орієнтування його на столі верстату. Ескіз кріплення з конструктивними параметрами зображений на рисунку 3.8.

					КНУ.КБР.131.26.1-16.03.КПВ	Арку
Змі	Арку	№	Підпис	Дат		

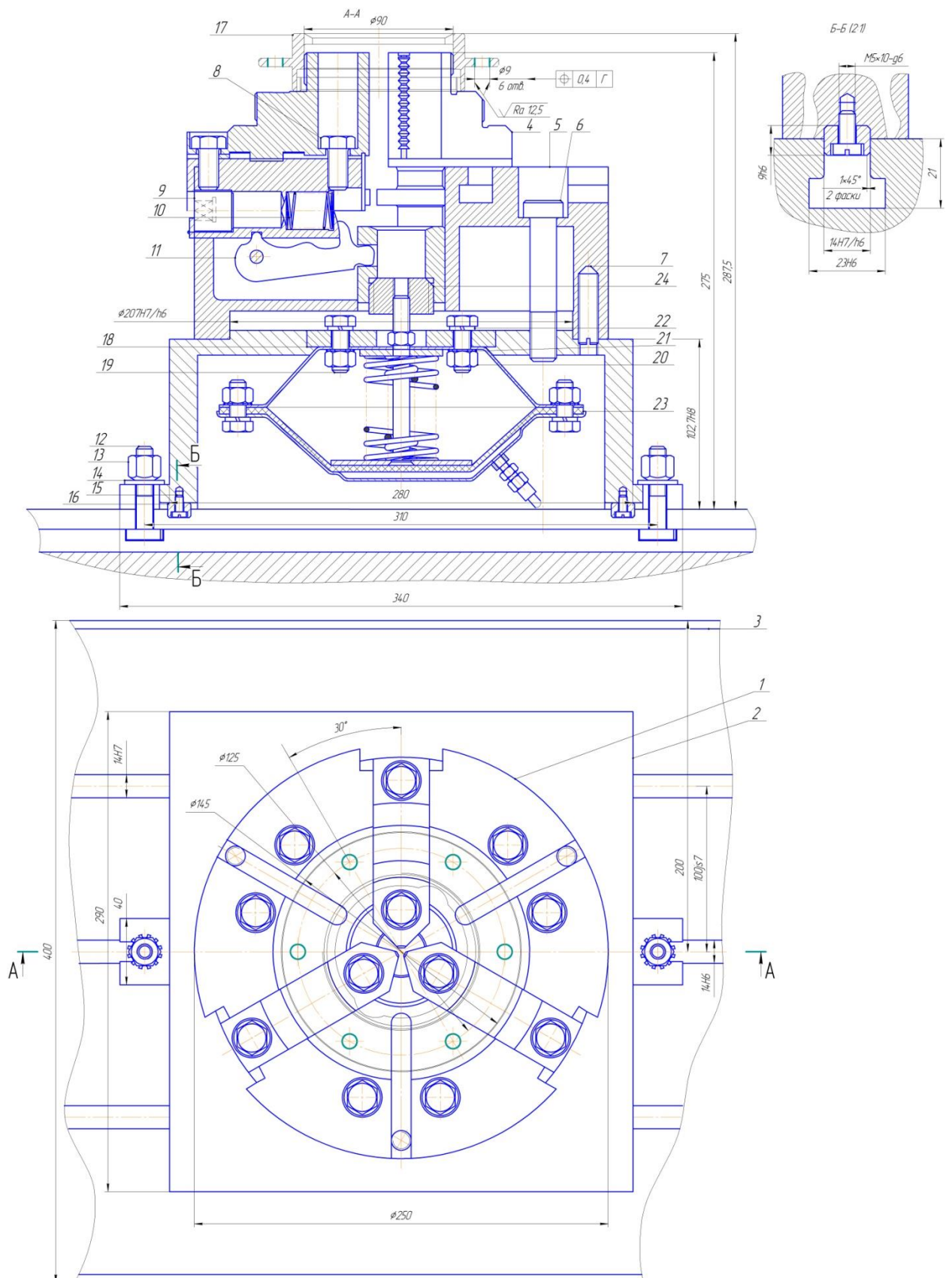


Рисунок 3.5 – Ескіз встановлення пристрою на столі верстату

Сумарна похибка пристрою розраховується за формулою:

									Арку
Змі	Арку	№	Підпис	Дат	КНУ.КБР.131.26.1-16.03.КПВ				

$$\delta_{\Sigma} = K \sqrt{\delta_{\delta}^2 + \delta_{p.n}^2 + \delta_3^2 + \delta_{np}^2} \quad (3.10)$$

де К – коефіцієнт, що враховує відхилення розсіювання значень складових величин від закону нормального розподілу; К = 1,1 ... 1,2;

Похибка базування заготовки у верстатному пристрої $\delta_{\delta}=40$ мкм.

Розрахунок похибки розташування пристрою на металорізальному верстаті:

Відносно осі Х:

S=0,01...0,03 приймаю 0,02 мм.

Відносно кута β :

$$\delta_{p.n.} = \frac{L \cdot S}{L_{шп}} \quad (3.11)$$

де L – довжина (діаметр) оброблюваної деталі;

S – максимальний зазор у спряженні базуючих елементів (шпонки);

$L_{шп}$ – відстань між шпонками;

$$\delta_{p.n.} = \frac{125 \cdot 0,029}{282} = 0,01 \text{ мм або } 10 \text{ мкм.}$$

Похибка взаємного розташування у верстатному пристрої опорних елементів з базовими поверхнями деталі:

$$\delta_{п.р.} = (1/5 \dots 1/3) T \quad (3.12)$$

де T – допуск на розміри базуючого пристосування (похибка закріплення деталі в патроні в осьовому напрямку):

$$\delta_{п.р.} = \left(\frac{1}{4}\right) \cdot 40 = 10 \text{ мкм.}$$

Похибка закріплення заготовки в пристрої $\delta_3=120$ мкм.

Похибка зносу $\delta_{зн}=0$.

Підставимо значення у формулу 1.9 та отримаємо:

$$\delta_{\Sigma} = 1,2 \sqrt{40^2 + 10^2 + 120^2 + 10^2} = \text{мкм або } 0,152 \text{ мм.}$$

3.8 Проектування контрольного пристосування

Для деталі «Стакан» розроблюю контрольний пристрій, для контролю відхилення від паралельності двох сторін деталі відносно бази, рисунок 3.6

За розробленою схемою контролюємо відхилення від паралельності, яке не повинне перевищувати 0,1 мм.

					КНУ.КБР.131.26.1-16.03.КПВ	Арку
Змі	Арку	№	Підпис	Дат		

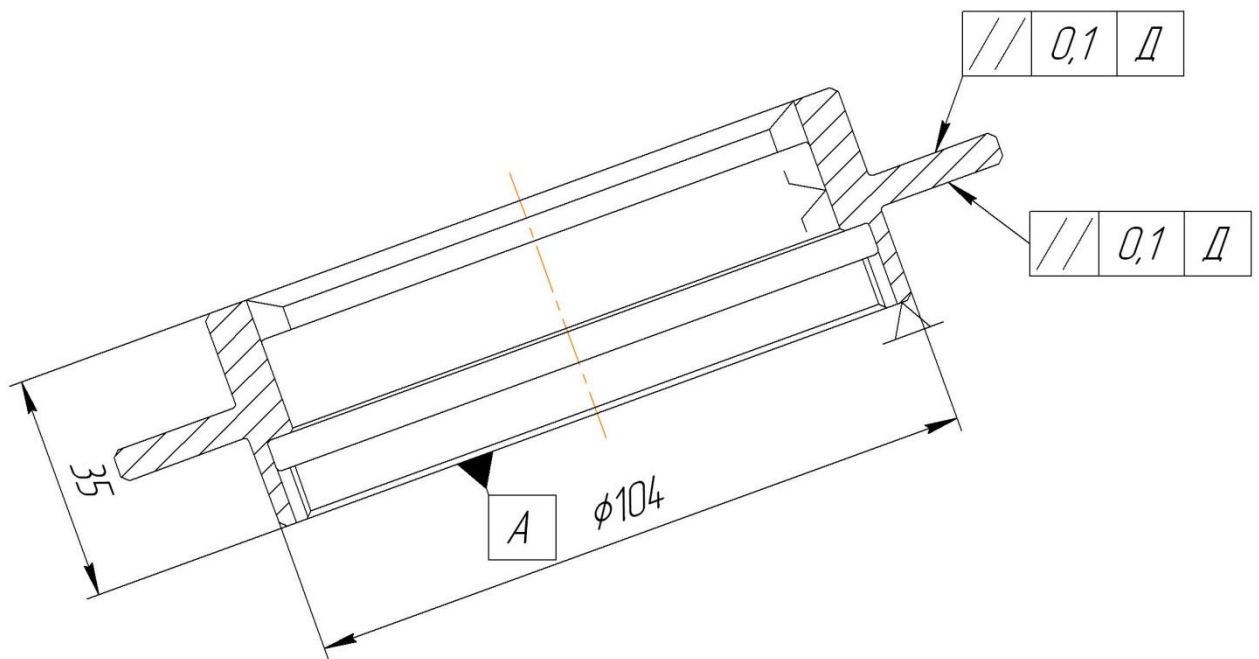


Рисунок 3.6 – Ескіз деталі із вказівкою контролюємого параметру

3.8.1 Вибір та розробка схеми контролю

Схему контролю виконуємо відносно вимог по точності відхиленню форми і розташуванню поверхонь деталі.

Ескіз схеми контролю представлений на рисунку 3.7.

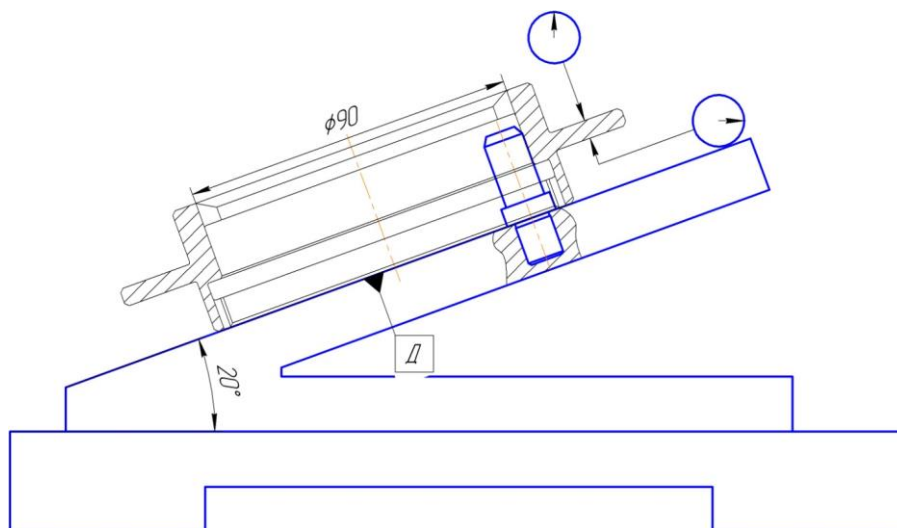


Рисунок 3.7 – Ескіз схеми контролю

Деталь встановлюється на косинець з кутом 20° та по внутрішньому отвору дотикається до циліндричного пальця.

При контролі заданих параметрів відхилення контрольний пристрій базується по площині та упором в торець деталі. Схема базування деталі показана на

					КНУ.КБР.131.26.1-16.03.КПВ	Арку
Змі	Арку	№	Підпис	Дат		

рисунку 3.7

Для контролю використаємо голівку вимірювальну важільно-зубчасту 1ИГ ДСТУГОСТ18833-73, похибка вимірювання 0,001мм (рис. 3.8)

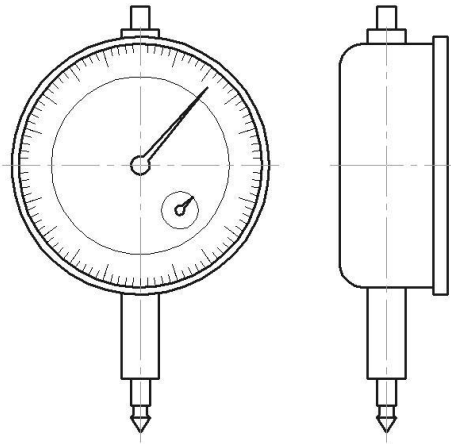


Рисунок 3.8 – Голівка вимірювальна 1ИГ ДСТУ ГОСТ 18833-73

Визначимо похибку пристрою, користуючись рисунком 3.9

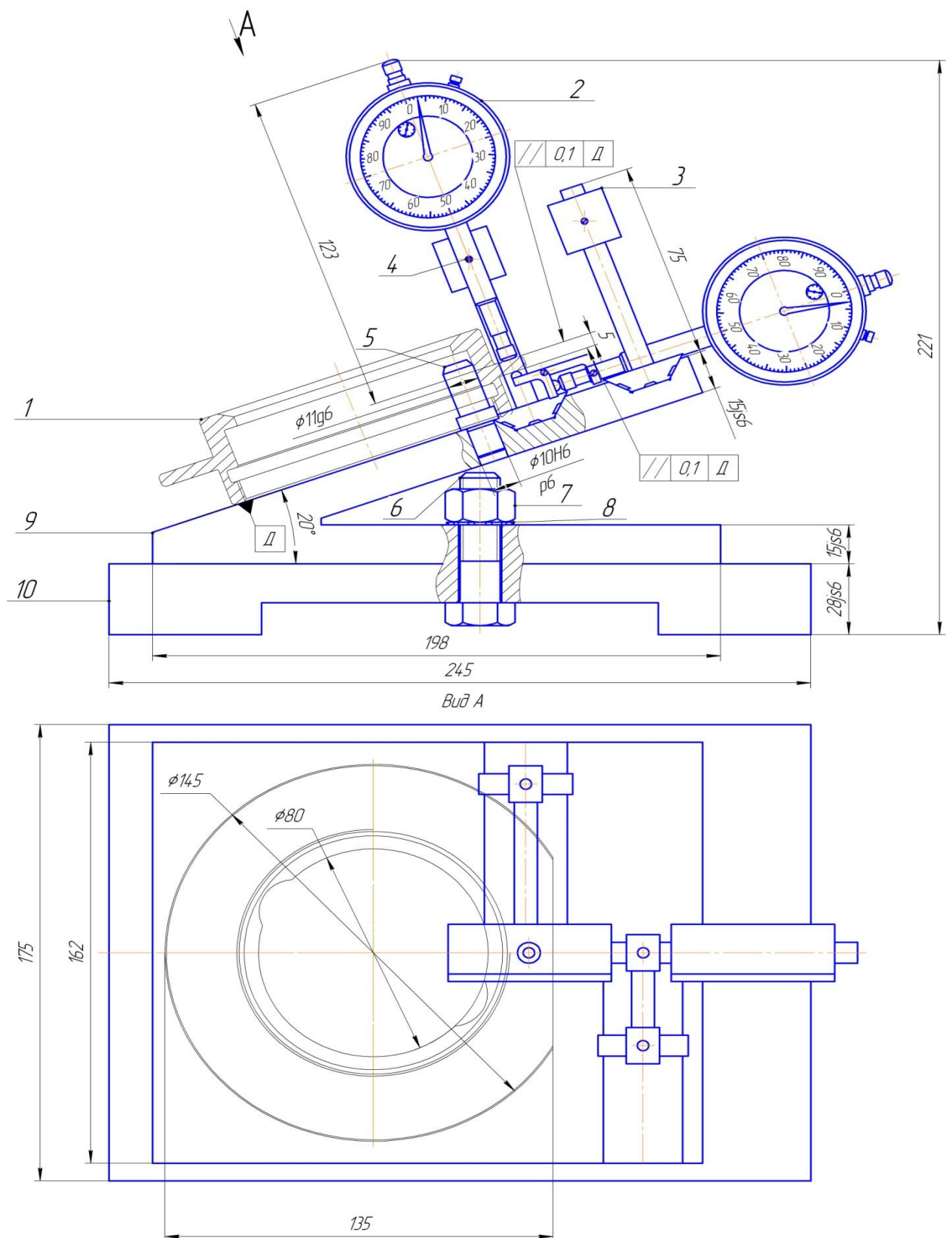


Рисунок 3.9 – Контрольний пристрій

Визначення похибки виміру:

$$[\Delta] = (0,08 \dots 0,3) \cdot T \quad (3.13)$$

Змі	Арку	№	Підпис	Дат

КНУ.КБР.131.26.1-16.03.КПВ

Арку

де $[\Delta]$ - похибку виміру:

T - допуск на вимірюваний параметр, мм.

$$[\Delta] = 0,3 \cdot 0,1 = 0,03 \text{ мм.}$$

$$\Delta_{\Sigma} = \Delta_{\text{к.п.}} + \Delta_{\text{п.п.}} + \Delta_{\text{у.е.}} + \sqrt{\Delta_{\text{б}}^2 + \Delta_{\text{д}}^2 + \Delta_{\text{в.п.}}^2 + \Delta_{\text{з}}^2 + \Delta_{\text{ін}}^2} \quad (3.14)$$

де $\Delta_{\text{к.п.}}$ - похибка контрольного пристрою;

$\Delta_{\text{п.п.}}$ - похибка передавальних пристроїв (важелів), 12 мкм;

$\Delta_{\text{у.е.}}$ - похибка виготовлення установчих елементів, 0 мкм;

$\Delta_{\text{б}}$ - похибка базування, 0 мкм;

$\Delta_{\text{д}}$ - похибка, викликана деформацією деталі, 0 мкм;

$\Delta_{\text{в.п.}}$ - випадкові похибки;

$\Delta_{\text{з}}$ - похибка закріплення, 0 мкм;

$\Delta_{\text{ін.}}$ - похибка вимірювального пристрою.

Похибка базування дорівнює 0 тому, що базування деталі відбувається на косинці і вимірювання відбувається від установчої бази.

$$[\Delta] = \Delta_{\Sigma} \quad (3.15)$$

Випадкові похибки:

$$\Delta_{\text{в.п.}} = 0,1 \cdot 0,1 = 0,01.$$

Похибка інструменту:

$$\Delta_{\text{ін.}} = 0,001 \text{ мм.}$$

$$0,03 = \Delta_{\text{к.п.}} + 0,012 + 0 + \sqrt{0 + 0 + 0,01^2 + 0 + 0,001^2}$$

$$0,03 = \Delta_{\text{к.п.}} + 0,012 + 0,01$$

$$\Delta_{\text{к.п.}} = 0,03 - 0,022$$

$$\Delta_{\text{к.п.}} = 0,008 \text{ мм.}$$

					КНУ.КБР.131.26.1-16.03.КПВ	Арку
Змі	Арку	№	Підпис	Дат		

4 ОРГАНІЗАЦІЙНО-ЕКОНОМІЧНА ПІДГОТОВКА

4.1 Техніко – економічне обґрунтування варіантів маршруту технологічного процесу

Дані	Базовий варіант				Новий варіант
	16K20	16K20			Haas ST-10
Деталь					
Річний обсяг випуску деталей N, шт.	200				200
Кількість запусків партій деталей в рік, шт	6				8
Тривалість випуску деталей Z, років	3				3
Штучний час обробки деталі tшт, хв.	12,14	8,2			14,84
Час наладки верстата, хв.	160	160			120
Розряд:					
контролера	5				5
верстатника	4	3			2
наладчика	3	3			5
наладчика інструменту		4			4
Кількість кадрів програми, шт.					300
Вартість заготовки Sзаг, грн.	156,74				156,74
Вартість комплекту спец. пристосувань Кпр, грн	0	0	0		0
Оптова ціна на прокат одного УСП Цус, грн					
Середній час налагодження за прибором одного інструменту поза верстатом, хв.	0	0			10
Середній період стійкості інструменту, хв.	60	60			120
Середня кількість граней пластинки, шт.	1	1			3
Коефіцієнт, що враховує питому вагу основного часу в штучному Kт	0,083	0,083			0,1
Вартість одного кадру ПК, грн.					110
Вартість розробки ПК Крк, грн.					2300
Середньочасова зарплата робітника, грн:					
верстатника Нст	33,6	32,3			35,1
наладчика Ннал	33,6	28,2			34,3
наладчика інструмента Нін	25	25			31,1
контролера Нк	29,8				29,8

					КНУ.КБР.131.26.1-16.04.ОЕП					
Змін	Аркв	№	Підпис	Дат	ОРГАНІЗАЦІЙНО- ЕКОНОМІЧНА ПІДГОТОВКА			Лім.	Арк.	Арквшів
Розроб.	Крупська									
Перевір.	Цивінда									
Н. контр.	Нечаєв									
Затверд	Рязанцев							Кафедра ТМ зп ПМ-22		

Верстати					
Клас точності верстата	Н	Н			А
Маса верстата, т	30	30			50
Габарити верстата (довжина х ширина), м.	5,495 х 4,55	5,495 х 4,55			9,4 х 6,4
Габарити пристрою ЧПК, м					0,5 х 0,5
Тип пристрою ЧПК					FANUC 0iMF
Строк служби верстата до капітального ремонту Т _{рп} , років	7	7			10
Встановлена потужність всіх електродвигунів головного руху, кВт	10	10			50
Категорія складності ремонту верстата ЕРС:					
механічної частини R _м	51	51			60
електротехнічної частини R _е	43	43			70
Кількість верстатів, що обслуговує один робочий d, шт	1	1			2
Оптова ціна верстата Ц, грн.	85000	85000			220000
Коефіцієнт завантаження верстата η _з	0,75	0,75			0,95
Площа верстата за габаритами А, м. кв.	25,0	25,0			45,0
Площа пристрою ЧПК А _у , м. кв.					0,25
Витрати на одну одиницю ЕРС верстата, грн.					
механічної частини Н _м	401	401			530
електротехнічної частини Н _е	86	86			120
Норматив річних витрат на поточне обслуговування та ремонт ПЧПК Q, грн.	0	0			1950
Коеф., що враховує додаткову площу верстата, γ	2,5	2,5			2
Коеф., що враховує клас точності верстата, μ	1	1			1,8
Ефективний річний фонд часу роботи верстата Φ _{об} , год	3975	3975			4015

Виробничі та інші площі					
Вартість 1 м. кв. площі механічної Цдл.зд., грн	1000				1000
Вартість 1 м. кв. площі, що займають службово-побутові приміщення Цсл. поб., грн	2000				2000
Площа службово-побутових приміщень, що приходяться на одного робочого Аб, м. кв.	7				7
Витрати на утримання та амортизаційні витрати на 1 м. кв. цеху Нпл, грн.	180	180			200

Кількість наладчиків інструмента поза верстатом Ря.нл, чол. (розрахункова)	0	0,0000	0	0	0,01075
(дійсна)	0	0	0	0	1
Кількість контролерів Рк, чол. (розрах.)	0,02	0,02	0,000	0,00	0,08
(дійсна)	1				1
Додаткова кількість робочих по обслуговуванню верстатів з ЧПК Рдод, чол (розрахункова)	0,00	0,00	0,00	0,00	0,20
(дійсна)	0	0	0	0	1
Загальна кількість працівників на річну програму випуску деталей, чол.	5				5
Частка завантаження верстата обробкою деталі в обсязі річного випуску β	0,14	0,18	0,0000	0,000	0,40

Дані	Базовий варіант				Новий варіант
	16K20	16K20	3-верстат	4-ий верстат	Haas ST-10
Трудомісткість обробки $T_{шт}$, год	400	400	0	0	1500
Час наладки верстата впродовж року T_n , год	16	16	0	0	16
Час наладки інструмента поза верстатом впродовж року $T_{ин}$, год	0	0,00	0	0	20,00
Час контролю деталей впродовж року T_k , год	33,2	33,2	0	0	150
Кількість верстатників $P_{ст}$, чол. (розрах.)	0,22	0,22	0,00	0,00	0,40
(дійсна)	1	1	0	0	1
Кількість наладчиків верстатів P_n , чол. (розрахункова)	0,0086	0,0086	0,0000	0,0000	0,0086
(дійсна)	1	1	0	0	1
Кількість наладчиків інструмента поза верстатом $P_{ин}$, чол. (розрахункова)	0	0,0000	0	0	0,01075
(дійсна)	0	0	0	0	1
Кількість контролерів P_k , чол. (розрах.)	0,02	0,02	0,000	0,00	0,08
(дійсна)	1				1
Додаткова кількість робочих по обслуговуванню верстатів з ЧПК $P_{доп}$, чол (розрахункова)	0,00	0,00	0,00	0,00	0,20
(дійсна)	0	0	0	0	1
Загальна кількість працівників на річну програму випуску деталей, чол.	5				5
Частка завантаження верстата обробкою деталі в обсязі річного випуску P	0,14	0,18	0,0000	0,000	0,40

1. Зарплатня верстатника (основна та додаткова) I_2

$$I_2 = N_{ст.зар} \cdot T_{шт} / d$$

де $N_{ст.зар}$ – середньочасова заробітна платня верстатників зі всіма нарахуваннями, грн.;

$T_{шт}$ – час обробки деталей в обсязі їх річного випуску, год;

d – кількість верстатів, які обслуговує один робочий

$$N_{ст.зар} = N_{ст} + Зд + Свідр + Спрем$$

де $N_{ст}$ – тарифна ставка верстатника, грн;

Зд – додаткова заробітна платня, 8%

Свідр – відрахування на соціальне страхування, 12%

Спрем – преміальні доплати, 35%

$$T_{шт} = t_{шт} \cdot N / 60$$

	Базовий варіант				Новий варіант			
	16K20	$I_2 = N_{ст.зар} \cdot T_{шт} / d$	$N_{ст.зар}$	$T_{шт} / d$	Haas ST-10	$I_2 = N_{ст.зар} \cdot T_{шт} / d$	$N_{ст.зар}$	$T_{шт} / d$
	16K20	22339	55,85	400	1	43755	58,34	1500
	16K20	21098	52,74	400	1	Всього I_2	43755	2
	0	0	0,00	0	0			
	0	0	0	0	0			
Всього $I_{з1}$		43437						

Змі	Арку	№	Підпис	Дат
-----	------	---	--------	-----

КНУ.КБР.131.26.1-16.04.ОЕП

Арку

9. Витрати на амортизацію і утримання службово-побутових приміщень Іс_а

$$I_{сa} = H_{пл} \cdot A_6 \cdot (P_{ст} + P_n + P_{дод} + P_k)$$

Базовий варіант							
К _{сл} =	Ц _{пл.б}	A ₆	(P _{ст} +	P _n	+ P _{дод}	+ P _k)	
70000	2000	7	2	2	0	1	
Всього К _{сл1}	70000						

Новий варіант							
К _{сл} =	Ц _{пл.б}	A ₆	(P _{ст} +	P _n	+ P _{дод}	+ P _k)	
70000	2000	7	1	2	1	1	
Всього К _{сл2}	70000						

12. Зарплатня контролера І_к

$$I_k = N_k \cdot T_k$$

де N_к – середньочасова заробітна платня контролера 5-го розряду, грн.;

T_к – час контролю деталей впродовж року, год.

Для базових верстатів:

$$T_{к1} = 0,083 \cdot T_{шт}$$

де 0,083 – середньостатистична частка трудомісткості контрольних

Для обробки на верстатах з ЧПК

$$T_{к1} = 0,2 \cdot T_{шт}$$

Базовий варіант				Новий варіант			
16K20	$I_k =$	N_k	T_k	Назв ST-10	$I_k =$	N_k	T_k
	989,36	29,8	33,20		4470	29,8	150
16K20	$I_k =$	N_k	T_k	Всього I_{k1}	4470		
	989,36	29,8	33,20				
16K20	$I_k =$	N_k	T_k				
	0,00	29,8	0,00				
4-ий верстат	$I_k =$	N_k	T_k				
	0,00	29,8	0,00				
Всього I_{k1}	1978,72						

10. Витрати на ремонт та технічне обслуговування обладнання І_р

$$I_r = (H_r \cdot R_m + H_e \cdot R_o) \cdot \mu \cdot \beta$$

де H_р, H_е – витрати на одиносторонню ремонтної складності відповідно механічної та електротехнічної частин, грн.;
R_м, R_о – ремонтна складність відповідно механічної та електротехнічної часток, що приймається за паспортним верстата, а для левих верстатів ЧПК;
μ – коефіцієнт, який враховує якість точності верстата, що приймається для класів точності Н, П, В, А, С – відповідно 1; 1,2; 1,5; 1,8; 2,2

Базовий варіант								Новий варіант									
16K20	$I_p = (H_p \cdot R_m + H_e \cdot R_o) \cdot \mu \cdot \beta$	3369,7	401	51	86	43	1	0,14	Назв ST-10	$I_p = (H_p \cdot R_m + H_e \cdot R_o) \cdot \mu \cdot \beta$	28760,0	530	60	120	70	1,8	0,40
16K20	$I_p = (H_p \cdot R_m + H_e \cdot R_o) \cdot \mu \cdot \beta$	4346,8	401	51	86	43	1	0,18	Всього І _{р1}		28760,0						
16K20	$I_p = (H_p \cdot R_m + H_e \cdot R_o) \cdot \mu \cdot \beta$	0,0	0	0	0	0	0	0,00									
4-ий верстат	$I_p = (H_p \cdot R_m + H_e \cdot R_o) \cdot \mu \cdot \beta$	0,0	0	0	0	0	0	0,00									
Всього І _{р1}	7716,5																

11. Витрати на технічне обслуговування і ремонт ЧПК І_у

$$I_y = Q \cdot \beta$$

де Q – річні витрати при експлуатаванні у дві зміни і повній загрузці верста з ЧПК, грн

Базовий варіант				Новий варіант			
16K20	$I_y =$	Q	β	16K20Ф3	$I_y =$	Q	β
	0	0	0,14		775,0	1950	0,40
16K20	$I_y =$	Q	β	Всього I_{y2}	775,0		
	0	0	0,18				
16K20	$I_y =$	Q	β				
	0	0	0,00				
4-ий верстат	$I_y =$	Q	β				
	0	0	0,00				
Всього I_{y1}	0,0						

Собівартість механічної обробки річного випуску деталей

$$C = I_y + I_k + I_{ж} + I_{пк} + I_{пр} + I_{усп} + I_a + I_{пл} + I_{сa} + I_p + I_y + I_k,$$

де I_у – зарплатня верстатника;

I_ж – зарплатня за наладку верстата;

I_{пк} – зарплатня наладжувальника інструмента поза верстат I_р – витрати на ремонт та технічне обслуговування обладнання;

I_{пл} – витрати на підготовку та поновлення керуючої програм I_у – витрати на технічне обслуговування і ремонт ЧПК;

I_{пр} – витрати на ремонт та утримання спеціальних пристосу I_к – зарплатня контролера

I_{усп} – витрати на прокат універсально-збірних

пристосувань при їх використанні;

I_а – амортизаційні відрахування на повне відновлення обладнання;

I_{пл} – витрати на утримання приміщення, яке займає верстат;

I_{сa} – витрати на амортизацію і утримання службово-побутових приміщень;

$$C_1 \text{ на деталь} = 647,39$$

$$C_2 \text{ на деталь} = 771,95$$

I _у	I _ж	I _{пк}	I _{пр}	I _{усп}	I _а	I _{пл}	I _{сa}	I _р	I _у	I _к	
43437	1554,87	0,00	0,00	0	0	1195,08	3595,13	70000	7716,5	0,0	+ 1978,72
C ₁ =	43437	+	1554,87	+	0,00	+	0,00	+	0	+	129477,08
C ₂ =	43755	+	862,98	+	234,00	+	766,6667	+	0	+	154390,38

1. Балансова вартість верстата В

$$K_6 = \Pi \cdot \alpha \cdot \beta$$

де Π – оптова ціна верстата, грн
 α – коеф., що враховує витрати на доставку та встановлення верстата та приймається рівним 1,1;
 β – частка завантаження верстата

$$\beta = T_{\text{шт}} + T_n / (\Phi_{\text{об}} \cdot \eta_p)$$

Базовий варіант					Новий варіант				
	$K_6 = \Pi \cdot \alpha \cdot \beta$					$K_6 = \Pi \cdot \alpha \cdot \beta$			
16K20	13047	85000,00	1,1	0,14	Назв ST-10	43560	220000,00	1,1	0,18
16K20	16830	85000,00	1,1	0,18	Всього K_6	43560			
0	0	0	1,1	0,00					
4-ий верстат	0	0	1,1	0,00					
Всього K_6	29877								

2. Вартість приміщення, яке займає верстат К

$$K_{\text{ш}} = \Pi_{\text{пол.ш}} (A + A_0) \cdot \gamma \cdot \beta$$

де $\Pi_{\text{пол.ш}}$ – вартість 1 м. кв. площі механічного цеху;

A – площа, яку займає верстат по габаритах, м. кв.;

A_0 – площа, яку займають вивісні, допоміжні пристрої, м. кв.;

γ – коефіцієнт, який враховує додаткову площу

Базовий варіант							Новий варіант						
	$K_{\text{ш}} = \Pi_{\text{пол.ш}} (A + A_0) \cdot \gamma \cdot \beta$							$K_{\text{ш}} = \Pi_{\text{пол.ш}} (A + A_0) \cdot \gamma \cdot \beta$					
16K20	8712	1000	25,002	0	2,5	0,14	Назв ST-10	16290	1000	45	0,25	2	0,18
16K20	11251	1000	25,002	0	2,5	0,18	Всього $K_{\text{ш}}$	16290,00					
0	0	1000	0	0	0	0,00							
4-ий верстат	0	1000	0	0	0	0,00							
Всього $K_{\text{ш}}$	19973												

2. Вартість приміщення, яке займає верстат К

$$K_{\text{ш}} = \Pi_{\text{пол.ш}} (A + A_0) \cdot \gamma \cdot \beta$$

де $\Pi_{\text{пол.ш}}$ – вартість 1 м. кв. площі механічного цеху;

A – площа, яку займає верстат по габаритах, м. кв.;

A_0 – площа, яку займають вивісні, допоміжні пристрої, м. кв.;

γ – коефіцієнт, який враховує додаткову площу

Базовий варіант							Новий варіант						
	$K_{\text{ш}} = \Pi_{\text{пол.ш}} (A + A_0) \cdot \gamma \cdot \beta$							$K_{\text{ш}} = \Pi_{\text{пол.ш}} (A + A_0) \cdot \gamma \cdot \beta$					
16K20	8712	1000	25,002	0	2,5	0,14	Назв ST-10	16290	1000	45	0,25	2	0,18
16K20	11251	1000	25,002	0	2,5	0,18	Всього $K_{\text{ш}}$	16290,00					
0	0	1000	0	0	0	0,00							
4-ий верстат	0	1000	0	0	0	0,00							
Всього $K_{\text{ш}}$	19973												

Капітальні вкладення споживач:

$$K = K_6 + K_{\text{ш}} + K_{\text{сл}} + K_{\text{нез}} + K_{\text{пр}} + K_{\text{п.у.}}$$

де K_6 – балансова вартість верстата, грн;

$K_{\text{ш}}$ – вартість приміщення, яке займає верстат, грн.;

$K_{\text{сл}}$ – вартість службово-побутових приміщень, грн.;

$K_{\text{нез}}$ – обігові кошти в незакінченому виробництві, грн.;

$K_{\text{пр}}$ – вартість комплексу спеціальних пристосувань, які використовуються на верстатах при обробці деталей, грн.;

$K_{\text{п.у.}}$ – витрати на створення каруючої програми (КП), грн.

$$K_1 = 29877 + 19973 + 70000 + 15432 + 0 + 0 = 135202$$

$$K_2 = 43560 + 16290,00 + 56000 + 14653 + 0 + 2300 = 132803,33$$

Приведені витрати

$$Z_1 = C_1 + E_{\text{ш}} \cdot K_1$$

$$149757 = 129477 + 0,15 \cdot 135202$$

$$Z_2 = C_2 + E_{\text{ш}} \cdot K_2$$

$$174311 = 154390 + 0,15 \cdot 132803$$

Річний економічний ефект

$$E = Z_1 - Z_2$$

$$-24553,5683 = 149757 - 174311$$

Строк окупності

$$T_{\text{ок}} = (K_2 - K_1) / (C_1 - C_2)$$

$$0,096 = (132803,33 - 135202) / (129477,08 - 154390,38)$$

Висновок: Згідно розрахунку поелементним методом робимо висновок.

						Арку
Змі	Аркв	№	Підпис	Дат	КНУ.КБР.131.26.1-16.04.ОЕП	

Що заміна двох універсальних верстатів на верстат з ЧПК окупиться досить швидко.

4.2 Проектування механічного цеху

З урахуванням усіх факторів, які впливають на вибір типу конструкції та розмірів виробничої будівлі, приймаємо наступну схему будівлі:

Приймаємо рекомендовану сітку колон для середнього машинобудування $L \times l = 18 \times 6$ м.

Висота будівлі $H = 10,8$ м, довжина будівлі 54 м, ширина 36 м.

Уточнена площа цеху становить 1944 м^2 з урахуванням розвитку виробництва. Будівля одноповерхова, має два прольоти.

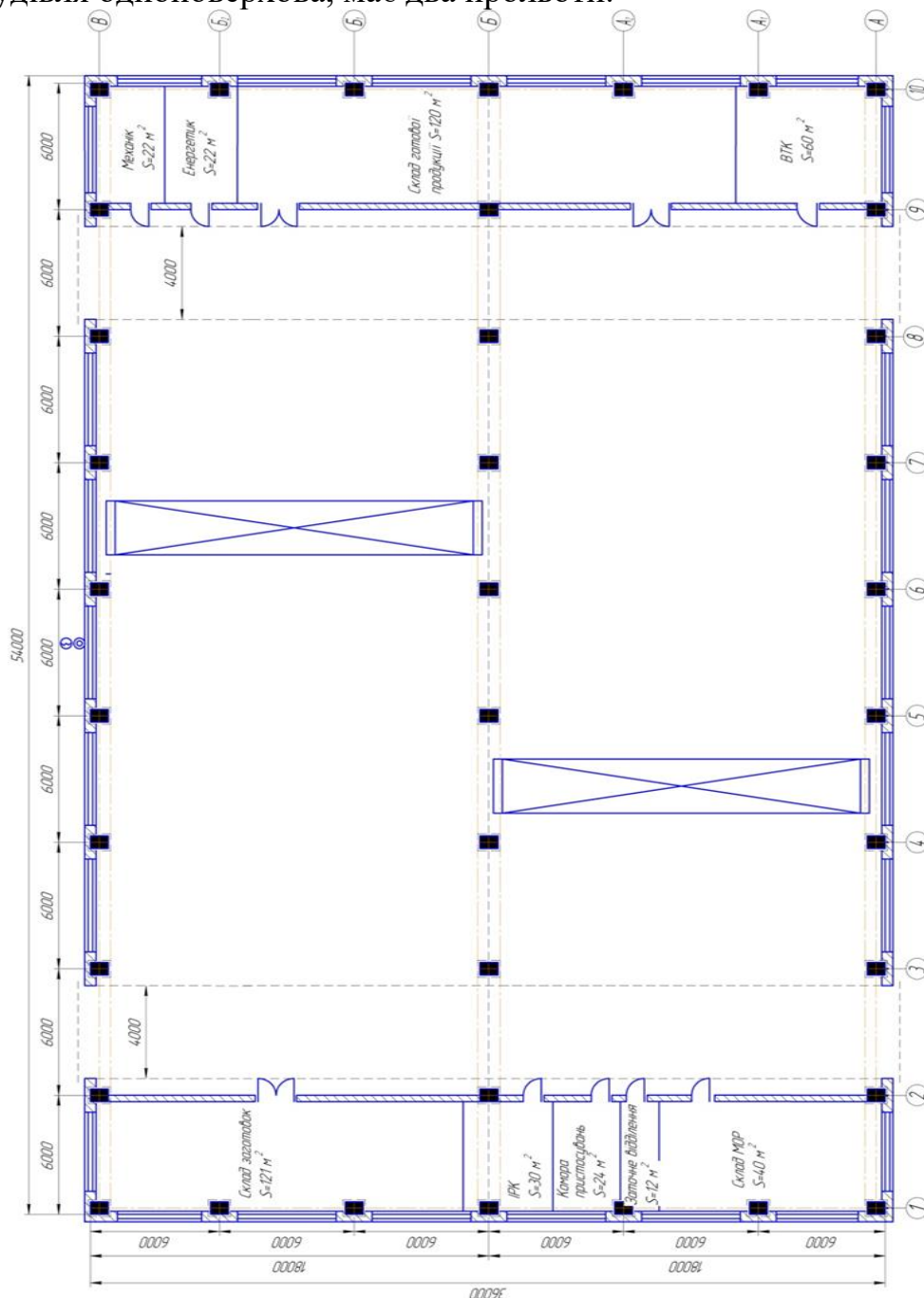


Рисунок 4.1 – План цеху (М 1:400)

					КНУ.КБР.131.26.1-16.04.ОЕП	Арку
Змі	Арку	№	Підпис	Дат		

4.3 Аналіз безпеки праці та розробка інженерних заходів при експлуатації свердлильних верстатів на механічній дільниці

Свердлильні верстати є одними з найуніверсальніших та найширше використовуваних засобів технологічного оснащення в механічних цехах. Вони забезпечують високу ефективність під час виконання операцій отримання та обробки отворів (свердління, розсвердлювання, зенкерування, розгортання) у деталях різної складності. Проте висока потужність головного привода та значна частота обертання шпинделя створюють комплекс небезпечних і шкідливих виробничих факторів (НШВФ), які за відсутності належних інженерних рішень призводять до виробничого травматизму.

Аналіз статистичних даних свідчить, що значний відсоток травм у механообробних цехах пов'язаний саме зі свердлильними операціями. До основних причин нещасних випадків належать: розліт гарячої та гострої стружки (травми очей), затягування елементів одягу або волосся в рухомі частини верстата, а також раптове провертання незакріпленої заготовки (важкі травми кистей рук). Тому розробка комплексних заходів безпеки є невід'ємною частиною конструкторсько-технологічної підготовки виробництва.

Ідентифікація небезпечних факторів та заходи їх локалізації

1. Механічна безпека та надійне базування заготовки. Однією з найнебезпечніших помилок при роботі на свердлильних верстатах є спроба оператора утримувати заготовку руками під час обробки. Під дією крутного моменту різання ($M_{кр}$) свердло може заклинити в матеріалі, що призводить до миттєвого викидання та обертання деталі з високою швидкістю.

Для запобігання цьому на дільниці передбачено обов'язкове використання стаціонарного технологічного оснащення:

- машинних гвинтових або ексцентрикових лещат;
- притискних планок та болтів для закріплення безпосередньо на столі верстата;
- спеціалізованих кондукторів для точного позиціонування та жорсткої фіксації.

Це унеможливує зміщення або ковзання заготовки під навантаженням, мінімізує вібрації та утримує руки оператора на безпечній відстані від зони різання.

2. Обґрунтування режимів різання та вибір інструменту.

Вибір невідповідного типу свердла або некоректне налаштування кінематичних параметрів (швидкості різання v та подачі s) суттєво підвищують аварійність процесу:

3. Використовуються свердла зі швидкорізальної сталі (HSS) або твердосплавні інструменти на знижених обертах із обов'язковою подачею змащувально-охолоджувальних рідин (ЗОР). Занадто висока швидкість

					КНУ.КБР.131.26.1-16.04.ОЕП	Арку
Змі	Арку	№	Підпис	Дат		

викликає перегрів, структурні зміни в матеріалі та крихке руйнування (поломку) свердла, осколки якого розлітаються під дією відцентрової сили.

4. Захист від затягування в обертові елементи.

Шпindel та патрон верстата обертаються зі швидкістю до кількох тисяч обертів за хвилину. Навіть миттєвий контакт із шорсткою поверхнею інструменту або стружкою може призвести до намотування.

Вимоги до організації праці регламентують: оператор повинен працювати в облягаючому спецодязі із застебнутими манжетами, довге волосся має бути повністю прибрано під головний убір, використання краваток, годинників чи ювелірних прикрас категорично заборонено.

Особливість використання рукавиць: Відповідно до вітчизняних правил безпеки у машинобудуванні (НПАОП), робота на свердлильних верстатах у звичайних текстильних рукавицях заборонена. Нитки тканини легко зачіплюються за спіральні канавки свердла, що призводить до миттєвого затягування пальців та кисті у зону обробки. Для захисту рук від порізів при встановленні деталей використовуються спеціальні щільно прилеглі трикотажні рукавиці з нітриловим покриттям, але безпосередньо під час підведення інструменту руки мають бути поза небезпечною зоною.

5. Засоби індивідуального захисту (ЗІЗ).

Для нейтралізації залишкових ризиків робоче місце комплектується засобами індивідуального захисту:

- *Захисні окуляри або прозорі щитки (ДСТУ EN 166):* є обов'язковими для захисту органів зору від зливної чи елементної стружки, що відлітає під кутом.

- *Захист органів слуху:* Свердлильні верстати (особливо редукторні коробки швидкостей) та сам процес різання генерують підвищений рівень шуму. При перевищенні еквівалентного рівня шуму понад 80 дБА оператор забезпечується протишумовими навушниками або вкладишами.

- *Захист органів дихання:* При утворенні дрібнодисперсного пилу або туману ЗОР робоче місце обладнується місцевим відсмоктувачем, а персонал використовує респіратори.

Інженерні розрахунки параметрів безпечного середовища (за методиками Б.Р. Ладіка)

Для забезпечення повної відповідності робочого місця нормам з охорони праці, організаційні заходи підкріплюються інженерно-технічними розрахунками:

- *Розрахунок захисного заземлення.* Свердлильний верстат є потужним трифазним електроспоживачем (напруга 380 В). Оскільки корпус верстата є повністю металевим, а підлога в цеху може бути струмопровідною, існує високий ризик ураження струмом у разі пробою ізоляції. Відповідно до методики Б.Р. Ладіка, розраховується контурне захисне заземлення з вертикальних електродів (куткова сталь) та горизонтальних смуг. Опір заземлювального пристрою R_z у будь-яку пору року не повинен перевищувати 4 Ом.

					КНУ.КБР.131.26.1-16.04.ОЕП	Арку
Змі	Арку	№	Підпис	Дат		

- Розрахунок виробничого освітлення. Свердлильні роботи за точністю відносяться до III-IV розрядів зорової роботи. Недостатнє освітлення викликає швидку втому та підвищує ймовірність помилок оператора. Розрахунок штучного освітлення виконується методом коефіцієнта використання світлового потоку. Нормативна освітленість на робочому столі верстата має становити не менше 300–400 лк. При цьому вибираються світильники з електронними пускорегулювальними апаратами (ЕПРА) або LED-джерела для повного виключення стробоскопічного ефекту, за якого обертове свердло може візуально здаватися нерухомим.

Впровадження розроблених технічних рішень та суворе дотримання правил експлуатації свердлильного обладнання дозволяє звести рівень виробничого ризику на ділянці до мінімально допустимого значення.

					КНУ.КБР.131.26.1-16.04.ОЕП	Арку
Змі	Арку	№	Підпис	Дат		

ВИСНОВКИ

Кваліфікаційну бакалаврську роботу присвячено конструкторсько-технологічній підготовці виробництва деталі «Стакан коробки приводів нижньої ГПА-15».

У межах роботи виконано такий комплекс завдань:

Технологічна підготовка: відповідно до вимог Єдиної системи технологічної документації (ЄСТД) розроблено базовий технологічний процес механічної обробки деталі. Запропоновані рішення дозволяють майже вдвічі скоротити тривалість етапу підготовки виробництва. Також у САМ-середовищі FeatureCAM спроектовано верстатно-інструментальне налагодження та згенеровано керуючу програму для обробки деталі на верстаті з ЧПК.

Конструкторська підготовка: у CAD-системі SolidWorks створено тривимірну параметричну модель деталі. Спроектовано універсальне верстатне пристосування для свердлильної операції, яке відзначається мінімальною похибкою позиціонування та можливістю адаптації під інші технологічні операції. Крім того, розроблено спеціальний контрольний пристрій, що забезпечує вимірювання відхилення від паралельності двох основних поверхонь із точністю до 0,001 мм.

Організаційно-економічний блок: проведено техніко-економічні розрахунки, які підтверджують ефективність та доцільність використання верстатного парку з ЧПК.

Проектування виробництва: розроблено проєкт механічного цеху для виготовлення деталей типу «диск» та «вал». Оптимізовано схему розташування технологічного обладнання та передбачено міжопераційне транспортування заготовок за допомогою мостових кранів та електрокарів.

Охорона праці: виконано аналіз виробничої безпеки та розроблено комплекс інженерно-технічних заходів для безпечної експлуатації свердлильних верстатів на механічній ділянці.

Практична цінність: Робота виконана на основі реальних креслень підприємства та чинних типових технологій. Завдяки аналізу необхідних удосконалень, інтеграції сучасного обладнання та прогресивного різального інструменту, запропоновані рішення рекомендуються до впровадження на виробництві для зниження собівартості обробки, підвищення якості виробів та зростання загальної продуктивності праці.

					КНУ.КБР.131.26.1-16.B			
Змін	Аркв	№	Підпис	Дат	ВИСНОВКИ	Літ	Анк	Анквншів
Розроб.	Крупська							
Перевір.	Цивінда							
Н. контр.	Нечаєв					Кафедра ТМ зв ПМ.22		
Затверд.	Рязанцев							

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. С.Г. Бондаренко. Розмірні розрахунки механоскладального виробництва. – Київ, 1993.
2. Дипломне проектування з технології машинобудування/ Григурко О.І, Брендюля М.Ф., Доценко С.М, Навчальний посібник. Львів., Новий світ-2008,- 860 с.
3. Інженерна графіка в SolidWorks: Навчальний посібник/ С.І. Пустюльга, В.Р. Самостян, Ю.В. Клак. Луцьк: Вежа, 2018. 172 с. URL: <http://surl.li/fmeiv>
4. ДСТУ 8781:2018 Відливки зі сталі. Загальні технічні умови.
5. ДСТУ EN 10250-1:2008 Поковки сталеві ковані для машинобудування
6. ДСТУ 2500-94 Основні норми взаємозамінності. Єдина система допусків та посадок. Терміни та визначення. Позначення та загальні норми.
7. ДСТУ 2413-94 Основні норми взаємозамінності. Шорсткість поверхні.
8. ДСТУ 2498-94 Основні норми взаємозамінності. Допуски форми та розташування поверхонь. Терміни та визначення
9. Методичні вказівки з курсу “Технологія машинобудування” до практичної роботи “Аналіз технологічності конструкції виробу та деталі при проектуванні технологічних процесів”, для здобувачів спеціальності 131 Прикладна механіка денної та заочної форми навчання /Цивінда Н.І. - Кривий Ріг: КНУ, 2024.
10. Руденко П.О. Проектування технологічних процесів у машинобудуванні. Навч. посібник - К.: Вища шк. 1993р. - 414с.
11. Боженко Л.І. Технологія машинобудування. Проектування та виробництво заготовок - Львів, Світ, 1996.
12. ДСТУ 3.1107-81. Базування та бази в машинобудуванні.
13. Технологія машинобудування Горбатюк Е.О. Мазур М.П., Зенкін А.С., Каразей В.Д. Навчальний посібник. Львів., Новий світ-2008,-360 с.
14. Технологія обробки типових деталей (курсове проектування) Григурко О.І, Брендюля М.Ф., Доценко С.М, Навчальний посібник. Львів., Новий світ-2008, 576 с.
15. Залога В. О. Сучасні інструментальні матеріали у машинобудуванні Суми: СумДУ, 2013.
16. Кузнецов Ю.М. Верстати з ЧПУ та верстатні комплекси. Частина 2.-К.-Тернопіль. ТОВ «ЗМОК» -ПП «Гнозіс», 2001.-298 с.
17. Кіяновський М.В., Цивінда Н.І., Цівко Ф.В. Довідник нормувальника машинобудівного виробництва. – Кривий Ріг: Видавничий центр КТУ, 2008.

					КНУ.КБР.131.26.1-16.СВД			
Змін	Архв	№	Підпис	Лат	СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ			
Розроб.	Крупська							
Перевір.	Цивінда							
Н. контр.	Нечаєв							
Затверд.	Рязанцев				Кафедра ТМ з ПМ-22			

18.Методичні вказівки з курсу ”Системи ЧПК та програмування обробки деталей” до практичної роботи ”Розробка верстатно-інструментального налагодження на верстати з ЧПК”, для здобувачів спеціальності 131 Прикладна механіка денної та заочної форми навчання / Цивінда Н.І., - Кривий Ріг: КНУ, 2025.

19. Жидецький В.Ц. Основи охорони праці: Підручник. – Львів: Афіша, 2005.

20.ДСТУ ГОСТ 3.1127:2014. Єдина система технологічної документації. Загальні правила виконання текстових технологічних документів. (ГОСТ 3.1127-93, IDT).

21.ДСТУ ГОСТ 3.1128:2014. Єдина система технологічної документації. Загальні правила виконання графічних технологічних документів. (ГОСТ 3.1128-93, IDT).

22.ДСТУ 2974-95. Технологічне підготовлення виробництва. Основні терміни та визначення.

23.ДСТУ 2925-94. Якість продукції. Оцінювання якості. Терміни та визначення.

24.ДСТУ ГОСТ 3.1102:2014 Єдина система технологічної документації. Стадії розробки та види документів. Загальні положення).

25.ДСТУ ГОСТ 3.1105:2014 Єдина система технологічної документації. Форми та правила оформлення документів загального призначення

26.ДСТУ ГОСТ 2.308:2013 ЄСКД. Зазначення допусків форми та розміщення поверхонь (ГОСТ 2.308-2011, IDT).

27.Єдина система конструкторської документації НАНЕСЕННЯ РОЗМІРІВ І ГРАНИЧНИХ ВІДХИЛІВ (ГОСТ 2.307-2011, IDT) ДСТУ ГОСТ 2.307:2013

28.Методичні вказівки до виконання кваліфікаційної бакалаврської роботи для студентів спеціальності 131“Прикладна механіка ”Освітньо-професійної програми Прикладна механіка усіх форм навчання, Кривий Ріг: КНУ, 2025.

ДОДАТОК

Взам.														
Подл.								Изм	Лист	№ докум.	Підпис	Дата		
												Листів	Лист	
Разроб.														
Перевірів														
Т. контр.				Стакан										
Н. Контр.														
«Затверджую» Зав. кафедрою технології машинобудування _____ (Рязанцев А.О.) « ____ » _____ 2026 р. ТЕХНОЛОГІЧНИЙ ПРОЦЕС Виготовлення деталі Стакан Виріб "Привід" УЗГОДЖЕНО: Керівник Цивінда Н.І. (_____) Розробник Крупська О. (_____) Н.контроль Нечасєв В.П. (_____) .														
ТП		ТЕХНОЛОГІЧНИЙ ПРОЦЕС												

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
КРИВОРІЗЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
ФАКУЛЬТЕТ МЕХАНІЧНОЇ ІНЖЕНЕРІЇ ТА ТРАНСПОРТУ
КАФЕДРА ТЕХНОЛОГІЇ МАШИНОБУДУВАННЯ

**АЛЬБОМ КРЕСЛЕНЬ ТА ІНФОРМАЦІЙНО-
ЗАСВІДЧУЮЧИХ АРКУШІВ**

КВАЛІФІКАЦІЙНОЇ БАКАЛАВРСЬКОЇ РОБОТИ

зі спеціальності 131 – Прикладна механіка

на тему: Конструкторсько-технологічна підготовка виробництва
деталі «Стакан коробки приводів» за допомогою CAD/CAM -
технологій

Виконала здобувачка гр. ПМ-22

Олександра КРУПСЬКА

Керівник роботи

Наталія ЦИВІНДА

Нормоконтроль

Василь НЕЧАЄВ

Завідувач кафедри

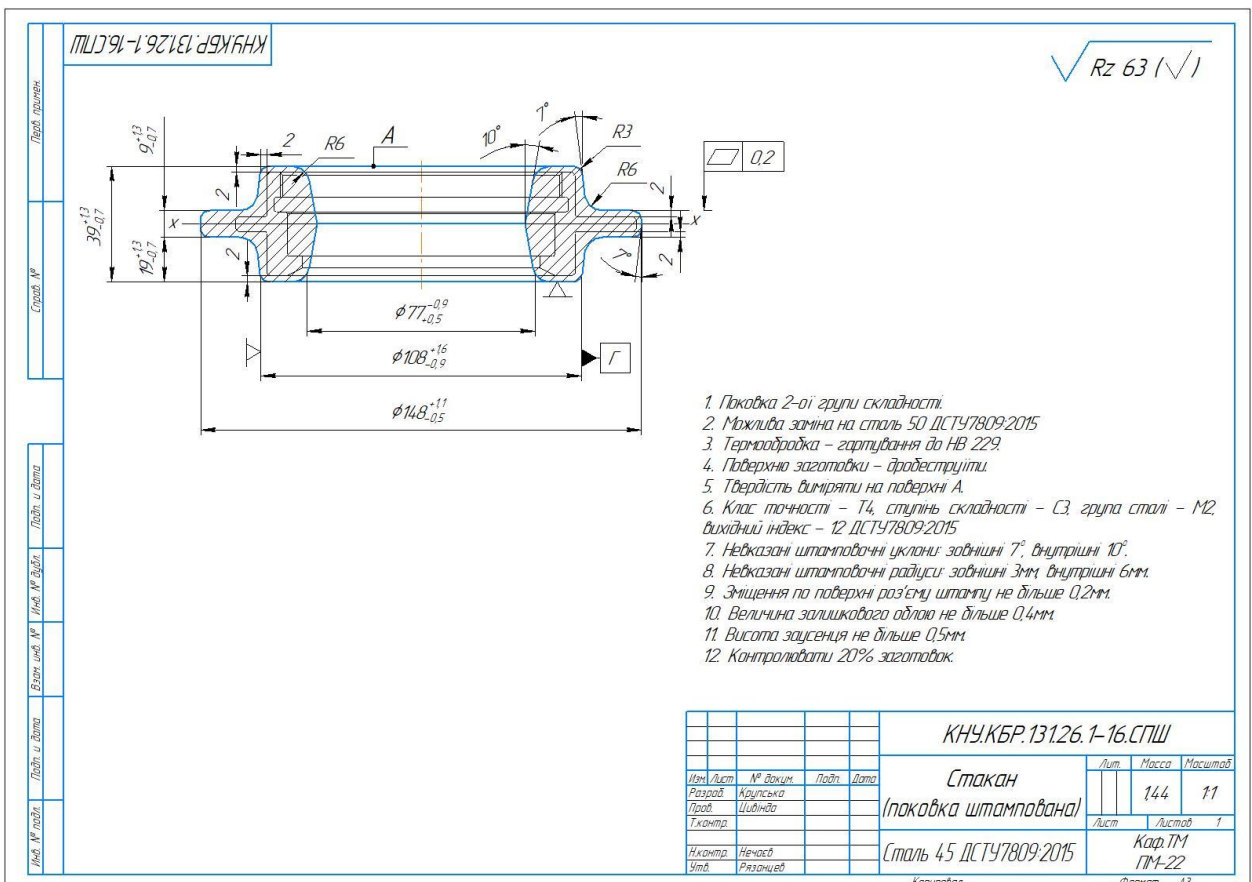
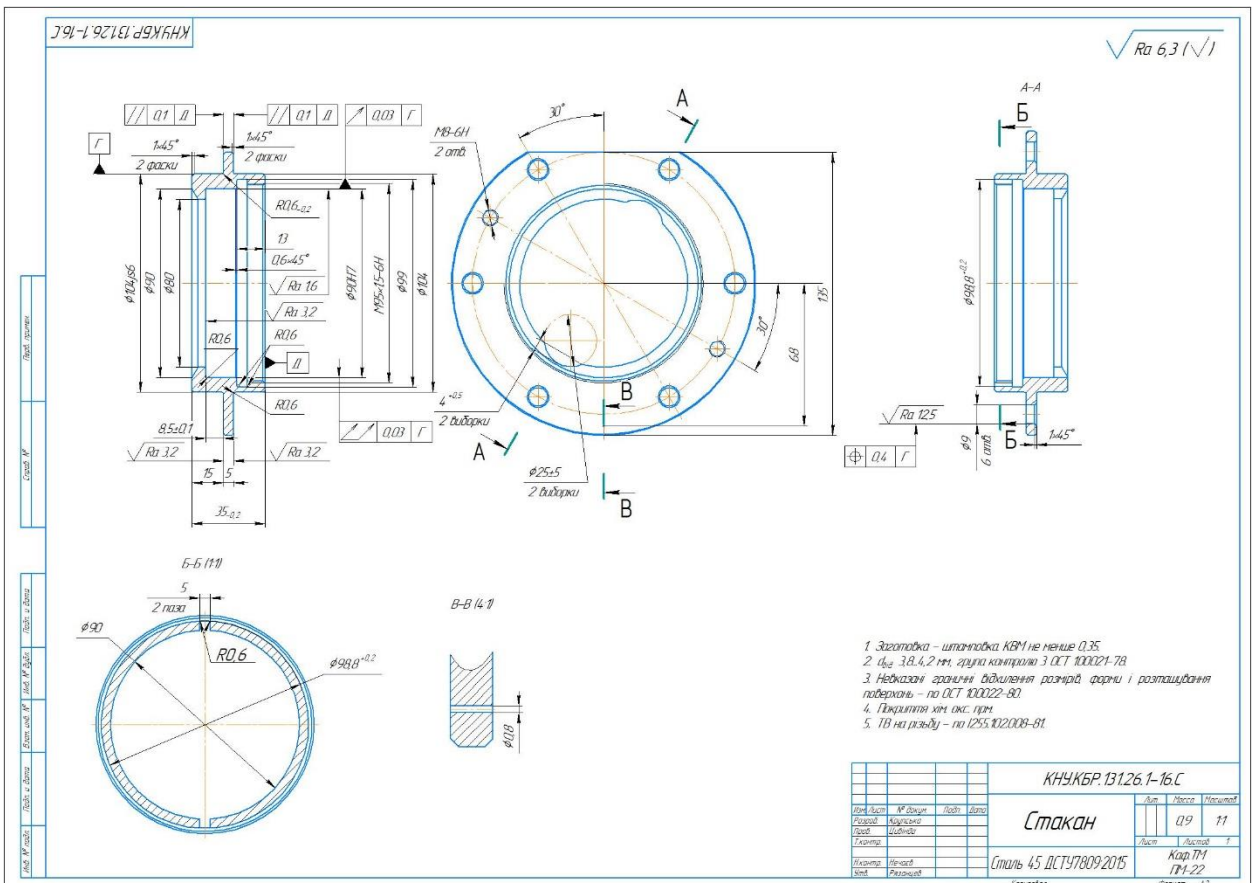
Антон РЯЗАНЦЕВ

м.Кривий Ріг
2026 р

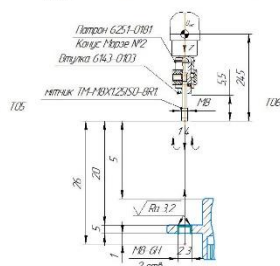
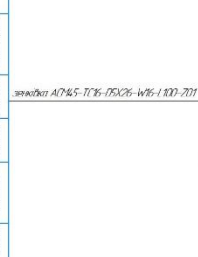
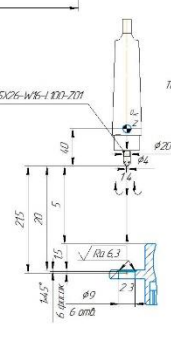
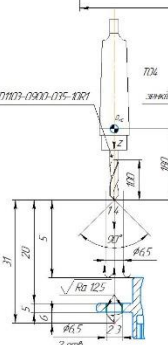
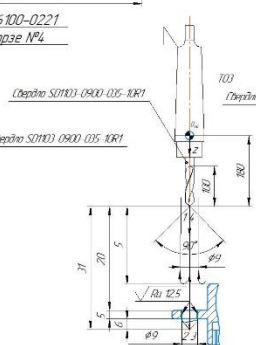
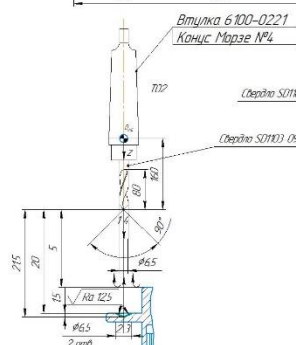
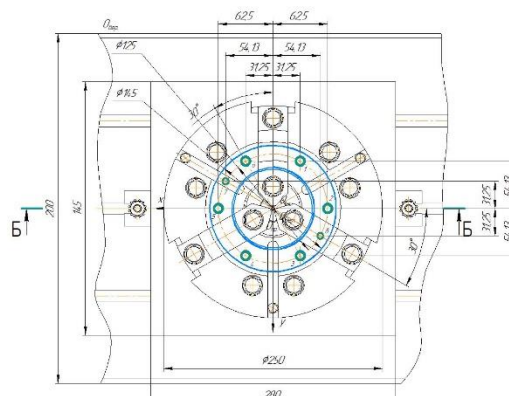
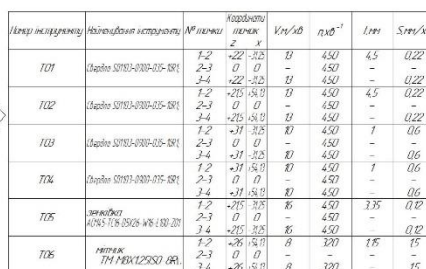
Перв. примен.		Формат	Зона	Поз.	Обозначение	Наименование	Кол.	Примечание	
Справ. №						Документація			
		A4				Пояснювальна записка			
						Графічна частина			
		A2			КНУКБР.131.26.1-17.КС	Креслення стакану	1		
		A2			КНУКБР.131.26.1-17.КЭПШ	Креслення заготовки	1		
		A3				(покавка штампована)			
					КНУКБР.131.26.1-17.ЕО	Ескізи операцій	2		
		A2			КНУКБР.131.26.1-17.ВІН	Верстатно-інструментальне налагодження	1		
		A1			КНУКМР.131.26.1-17.КВП	Креслення верстатного пристосування	1		
		A1			КНУКМР.131.26.1-17.ККП	Креслення контрольного пристосування	1		
Подп. и дата		A1			КНУКМР.131.26.1-17.КМЦ	Креслення механоскладального цеху	1		
		A1							
		A1							
		A1							
Инв. № подл.		A1							
		A1							
Взам. инв. №									
Подп. и дата									
					КНУ.КМР.131.26.1-16.ВСКБР				
Инв. № подл.		Изм./Лист	№ докум.	Подп.	Дата	Відомість об'єму кваліфікаційної роботи бакалавра	Лист.	Лист	Листов
		Разраб.	Крупська					1	1
		Проб.	Цибінда						
		Н.контр.	Нечаєв					Каф.ТМ, ПМ-22	
		Утв.	Рязанцев						

Копировал

Формат А4



КНУКБР.13126.1-16 ВИН

[illegible]

